

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministères de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر وتهيئة الساحل

Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la mer et de l'Aménagement du Littoral



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME

D'INGENIEUR EN SCIENCE DE LA MER

OPTION : Environnement marin

Thème :

**Analyse microbiologique et évaluation de la résistance
aux antibiotiques des eaux de plages algéroises.**

Présenté par :

- GABES NAWEL
- ZERARA IMANE

Soutenu le 25 / 10 / 2018 devant le jury suivant :

Président : Mme. AMAR, I.

Examineur : Mme. BOURABAIN, F.

Examineur : Mr .KADA, M.

Promotrice : Mme .CHAOU, N.

Co –promotrice : Mme. ALOUACHE, S.

Maitre Assistante à l'ENSSMAL

Maitre Assistante à l'ENSSMAL

Maitre Assistant à l'ENSSMAL

Maitre Assistante à l'ENSSMAL

Maitre de conférences à l'ENSSMAL

Promotion 2017/2018

Remerciements

En premier lieu, nous remercions Dieu pour sa clémence, le courage qui nous a donné, la volonté et la santé pour la réalisation de ce modeste travail.

C'est un plaisir autant qu'un devoir d'exprimer nos gratitudee à toutes les personnes ayant contribué, chacune à sa manière, pour le bon déroulement de notre formation, et la réalisation de ce travail.

Ce travail a pu être réalisé grâce à :

Mesdames Nadia CHAOU, Enseignante chercheur à l'Ecole National supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral (ENSSMAL) qui a accepté de nous encadrer et madame ALOUACHE Souhila Maitre de Conférences(ENSSMAL) qui a accepté de codiriger ce travail. Nous les remercions pour la confiance qu'elles nous ont témoignée, pour l'intérêt qu'elles ont porté à notre travail, pour leurs judicieux conseils qui ont contribué à alimenter notre réflexion et pour nous avoir initiés à la recherche. Qu'elles trouvent ici notre profonde gratitude.

Nos remerciements s'adressent également à Madame AMAR I. Maitre Assistante à l'ENSSMAL pour l'intérêt qu'elle a accordé à ce travail en acceptant de le juger et de présider le jury.

Nos vifs remerciements vont aussi à Monsieur KADA M., Maitre Assistant à l'ENSSMAL et à Madame BOURABAIN F. Maitre Assistante à l'ENSSMAL pour nous avoir honorés de leur présence en acceptant d'examiner ce travail et de le juger.

Nous n'oublions pas dans nos remerciements tout le personnel et l'équipe de laboratoire de microbiologie que nous avons côtoyé, en particulier Madame Yasmine ZAIDI, Nadia REFES et Monsieur Nouredine DJERRAI qui nous ont facilité notre tâche.

Nous ne pourrions terminer ces remerciements sans y associer le personnel de la bibliothèque. Enfin à toutes et à tous nous leur disons merci.

Dédicace

Je dédie ce travail,

A mon chère papa Sebti.

A ma chère maman Malika.

A mon mari Abd el-Ghani

A mes chers frères, Mohamed amine, Khaled, Ayoub

A mes chères sœurs Douae et Hadil

A mes chères tantes Zakia, Khira, Zohra, Hanane, Hanane
et Wissam

A mes chères amis Loubna et Ryma

A mon binôme Nawel.

A tous ceux qui me sont chers.

IMANE.

Dédicaces

Je dédie ce travail,

A mon cher et regretté papa Gabes Rabah qui est parti à jamais et décédé le 06/2018, tu as laissé un grand vide derrière toi tu me manque tellement, l'unique chose que je peux faire pour lui est de prier Dieu pour lui accorder son infinie miséricorde et l'accueillir dans son éternel paradis. Que Dieu le bénisse

Repose en paix

Je t'aime papa

A ma très, très chère maman Meriama, source d'amour et d'affection qui grâce à son réconfort me fait supporter le froid de la vie et c'est elle qui m'a donné le courage pour arriver à ce point dans la vie.

A mon marie Hamza.

A mes frères Yanis et Samir .Et mes sœurs Amel, Ania et Souhila,

A mon binôme Imane et Belloutemohamed

Nawel.

Liste des abréviations

ISO : Organisation internationale de standardisation.

CMI : Concentration Minimale Inhibitrice

CMB : Concentration Minimale bactéricide

PLP : Protéines liant la pénicilline

T : Température

BVBL : Bouillon lactosé bilié au vert brillant

CASFM : Comité de l'antibiogramme de la société française de microbiologie

CF : Coliforme Fécaux.

CT : Coliformes Totaux

NPP : Le nombre le plus probable.

UFC : Unité Formant Colonie.

EDS : Eau Distillée Stérile.

EPA : Eau Péptonée Alcaline.

EPE : Eau péptoné Exempte d'Indole.

TCBS : Thiosulfate-Citrate-Bile-Saccharose

CEAEQ : Centre d'expertise en analyse environnemental du Québec, gouvernement du Québec.

API : Appareillage et procédé d'identification.

Liste des figures

| | |
|--|----|
| Figure 1 : Classification de la pollution marine (Galaf et Ghannam, 2003)..... | 3 |
| Figure 2: Mécanismes d'action des antibiotiques (singleton ; 1984)..... | 8 |
| Figure 3: Parcours de la transmission des bactéries et des gènes de résistance aux antibiotiques dans l'environnement (witte, 2000, modifie in kada, 2012)..... | 11 |
| Figure 4 : Localisation de la zone d'étude plage flots bleu (Ain taya)..... | 12 |
| Figure 5 : Localisation de la zone d'étude plage Bateau Cassé..... | 13 |
| Figure 6 : Localisation de la zone d'étude plage la Sirène..... | 13 |
| Figure 7 : Localisation de la zone d'étude baie d'El-Djamila..... | 14 |
| Figure 8 : Localisation de la zone d'étude plage hôtel Riadh (Sidi- Fredj)..... | 15 |
| Figure 9 : Localisation de la zone d'étude plage Colonel Abbas (Embouchure de Oued Mazafran) et plage kheloufi I..... | 16 |
| Figure 10: Dispositif de filtration..... | 19 |
| Figure 11 : Technique de dénombrement par filtration sur tergitol des coliformes totaux et coliformes thermo-tolérants..... | 20 |
| Figure 12 : Technique de recherche d' <i>E.coli</i> | 21 |
| Figure 13: Technique de recherche des vibrions..... | 22 |
| Figure 14 : Technique d'identification des vibrions..... | 23 |
| Figure 15 : Dénombrement des coliformes totaux par la méthode des NPP dans les sédiments..... | 25 |
| Figure 16 : Technique de recherche de coliformes fécaux et d' <i>E.coli</i> dans les sédiments..... | 26 |
| Figure 17 : Technique de recherche de vibron dans le sédiment..... | 27 |
| Figure 18 : Schéma de la disposition des antibiotiques..... | 30 |
| Figure 19: Variation de la charge en coliformes totaux au niveau des 6 plages étudiées..... | 33 |

| | |
|--|----|
| Figure 20: Variation de la charge en coliformes totaux au niveau des plages situées dans la baie d'El-Djamila..... | 34 |
| Figure 21 : Variation de la charge en coliformes fécaux au niveau de 6 plages étudiées..... | 35 |
| Figure 22 : Variation de la charge en coliformes fécaux au niveau des plages situées dans la baie d'El-Djamila..... | 36 |
| Figure 23 : Variation des concentrations des coliformes totaux (CT) dans le sédiment en fonction des stations..... | 38 |
| Figure 24 : Variation des concentrations des coliformes fécaux (CF) dans le sédiment en fonction des stations..... | 39 |
| Figure 25: Résultats de la recherche d' <i>E.coli</i> dans le sédiment..... | 39 |
| Figure 26: Répartition des 25 souches selon leur identification..... | 40 |
| Figure 27 : Prévenance des souches identifiées..... | 41 |
| Figure 28 : Illustration des espèces identifiées par galerie API 20E dans les différents sites..... | 42 |
| Figure 29: Taux de résistance aux antibiotiques des 25 coliformes isolés à partir des sites d'étude..... | 43 |

Liste des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 1 : La date et les stations de prélèvement d'eau et sédiment..... | 17 |
| Tableau 2 : Les différents antibiotiques en disque utilisés pour l'antibiogramme..... | 30 |
| Tableau 3 : Résultats de la température enregistrée in situ..... | 31 |
| Tableau 4 : Résultats obtenus pour la recherche d' <i>E.coli</i> | 36 |
| Tableau 5 : Identification des souches..... | 41 |
| Tableau 6 : La sensibilité des 25 souches identifiées aux antibiotiques..... | 44 |

Annexe

| | |
|--|--|
| Tableau 7 : Table NPP (d'après la norme ISO 7218 :1996(F) pour 3 x 1 g (ml) | |
|--|--|

Sommaire

| | |
|---------------------------|---|
| Introduction | 1 |
|---------------------------|---|

I. Généralités

| | |
|---|----|
| I.1. Définition de la pollution marine | 3 |
| I.2 .Les différents types de pollution..... | 3 |
| I.3. La pollution microbiologique..... | 4 |
| I.4. Sources de la pollution microbiologique | 4 |
| I.5. Les conséquences de la pollution | 4 |
| I.5.1. Conséquences sanitaires | 4 |
| I.5.2. Conséquences écologiques | 4 |
| I.5.3 Conséquences esthétiques..... | 5 |
| I.5.4 Conséquences économiques | 5 |
| I.6 .Les paramètres physicochimiques..... | 5 |
| I.6.1 .Température | 5 |
| I.7 .Les paramètres microbiologiques | 5 |
| I.7.1. Germes témoins de contamination fécale..... | 5 |
| I.7.1.1. Coliformes totaux..... | 5 |
| I.7.1.2. Coliformes fécaux ou « coliformes thermo-tolérants »..... | 6 |
| I.7.1.3. <i>Escherichia coli</i> | 7 |
| I.7.2. Intérêt hygiénique de la recherche des coliformes dans l'eau | 7 |
| I.8.Les antibiotiques | 7 |
| I.8.1. Définition d'un antibiotique | 7 |
| I.8.2. Mode d'action des antibiotiques..... | 8 |
| I.8.3. La résistance aux antibiotiques..... | 8 |
| I.8.3.1.Résistance naturelle | 9 |
| I.8.3.2.Résistance acquise | 9 |
| I.8.4. Mécanisme de résistance | 9 |
| I.8.5. La résistance aux antibiotiques dans l'environnement | 10 |

II. Matériel et méthodes

| | |
|--|----|
| II.1 .Présentation des sites d'étude | 12 |
| II.1.1. Plage Flots Bleu (AinTaya) | 12 |
| II.1.2. Plage Bateau Cassé..... | 12 |
| II.1.3. Plage la Sirène | 13 |

| | |
|---|----|
| II.1.4. La baie d'El-Djamila | 14 |
| II.1.5.PlageHôtelRiadh (Sidi- Fredj) | 15 |
| II.1.6. PlageKheloufi I..... | 16 |
| II.1.7. Embouchure d'Oued Mazafran : Plage Colonel Abbas..... | 16 |
| II.2. Les prélèvements..... | 16 |
| II.2.1. Prélèvement d'eau..... | 17 |
| II.2.2.Prélèvement de sédiment..... | 18 |
| II.3.Analyse physico-chimiques <i>in situ</i> | 18 |
| II.4. Analyse microbiologique..... | 18 |
| II.4.1. L'analyse microbiologique de l'eau de mer | 18 |
| II.4.1.1 Recherche des coliformes totaux et coliformes thermotolérants « fécaux » et <i>E.coli</i> | 18 |
| II.4.1.2. Recherche des vibrions | 21 |
| II.4.2. L'analyse microbiologique du sédiment..... | 24 |
| II.4.2.1. Dénombrement des coliformes totaux, thermotolérants et <i>E.coli</i> par la méthode du nombre le plus probable (NPP) | 24 |
| II.4.2.1.1.Dénombrement des coliformes totaux par la méthode des NPP..... | 24 |
| II.4.2.1.2.Dénombrement des Coliformes thermo-tolérants et <i>E.coli</i> | 24 |
| II.4.2.2. Recherche des vibrions | 26 |
| II.5. Technique de caractérisation et d'identification de quelques bactéries | 27 |
| II.6. Étude de la résistance aux antibiotiques par antibiogramme | 29 |

III. Résultats et discussion

| | |
|--|----|
| III.1. Paramètre température.. | 31 |
| III.2. Analyse microbiologique | 32 |
| III.2.1. Résultats des analyses bactériologiques des échantillons d'eau..... | 32 |
| III.2.1.1. Coliformes totaux (CT)..... | 32 |
| III.2.1.2 .Coliformes fécaux(CF)..... | 34 |
| III.2.1.3. Présence d' <i>Escherichia coli</i> | 36 |
| III.2.1.4. Comparaison entre les résultats des concentrations en coliformes totaux et fécaux pour les plages situés dans la baie d'El-Djamila et les autres plages Algéroises..... | 37 |
| III.2.1.4. Recherche des vibrions..... | 37 |

| | |
|---|----|
| III.2.2. Analyse microbiologique du sédiment..... | 38 |
| III.2.2.1. Coliformes totaux (CT)..... | 38 |
| III.2.2.2. Coliformes fécaux..... | 38 |
| III.2.2.3. Recherche d' <i>E. coli</i> | 39 |
| III.2.2.4. Recherche des <i>vibrio</i> | 40 |
| III.3. Identification et évaluation de la résistance aux antibiotiques des bactéries isolées..... | 40 |
| III.3.1 Identification..... | 40 |
| III.3.2 Sensibilité aux antibiotiques des souches..... | 43 |
| Conclusion..... | 46 |
| Annexe. | |

Introduction

Le milieu marin représente un enjeu considérable en termes de développement socioéconomique. Ces dernières décennies, la pollution des océans à travers le monde est devenue un sujet de préoccupation croissante à l'échelle internationale.

Le littoral Algérien est de plus en plus affecté par l'activité humaine, plus de 60 % de la population se trouve près du littoral. Cette forte densité entraîne des agressions permanentes notamment par le déversement des rejets d'eaux usées domestiques et industrielles directement en mer sans traitement préalable. Ces derniers sont la source principale de la pollution microbiologique du milieu marin qui constitue une menace pour la santé publique lors de la baignade ou lors de la consommation des produits de la mer contaminés.

La zone côtière algéroise constitue le réceptacle de plusieurs types de pollution. Ces eaux usées sont chargées de matières organiques, matières en suspension, détergents ..., générant des pollutions microbiologiques et chimiques. **(LEM, 1998 ; Houma et al, 2004).**

Les antibiotiques utilisés en très grandes quantités en médecine humaine et vétérinaire, en agriculture et aquaculture pour traiter les maladies infectieuses, ainsi que comme facteurs de croissance, ont un impact sur l'environnement marin. En effet, les résidus de molécules actives exercent une pression de sélection sur les bactéries, créant ainsi un déséquilibre de l'écosystème marin et favorisent l'apparition de bactéries résistantes aux antibiotiques, qui pourraient atteindre l'homme par contact direct ou *via* la chaîne alimentaire **(Kada, 2012).**

En Algérie, plusieurs études épidémiologiques ont été réalisées en milieu clinique. Mais ce n'est que récemment que les études sur la résistance en milieu marin ont été réalisées **(Alouache et al, 2011)**. Ce phénomène s'inscrit dans un contexte écologique dont les conséquences sur la santé publique sont de plus en plus apparentes avec l'évolution de la multirésistance, l'implication des bactéries marines dans les infections et le risque que constitue le milieu marin en tant que réservoir de gènes de résistance **(Alouache et al, 2012).**

Dans ce travail, nous nous sommes intéressés à l'évaluation de la salubrité d'un certain nombre de plages soumises à différents niveaux d'apport anthropiques et à évaluer la résistance aux antibiotiques de certains coliformes isolés.

Dans ce cadre, notre étude a comporté les étapes suivantes :

- L'analyse microbiologique des sites d'étude.
- L'identification des souches sélectionnées.

- L'évaluation de la sensibilité des souches aux antibiotiques par l'antibiogramme.

Généralités

I. Généralités

I.1. Définition de la pollution marine

Selon l'ensemble de la communauté scientifique internationale (**GESAMP, 1984**), le terme de pollution marine est défini comme étant : « l'introduction par l'homme dans le milieu marin, y compris les estuaires directement ou indirectement des substances ou d'énergie pouvant entraîner des effets délétères tels que dommage aux ressources biologiques, danger pour la santé humaine, entraves aux activités maritimes (pêche), diminution de la qualité de l'eau de point de vue son utilisation et réduction de possibilités offertes dans le domaine des loisirs ».

I.2. Les différents types de pollution

Il existe deux principaux critères utilisés pour classer les polluants en milieu marin, la source (urbaine, industrielle et agricole) et la nature (chimique, biologique ou physique) (**Figure 1**).

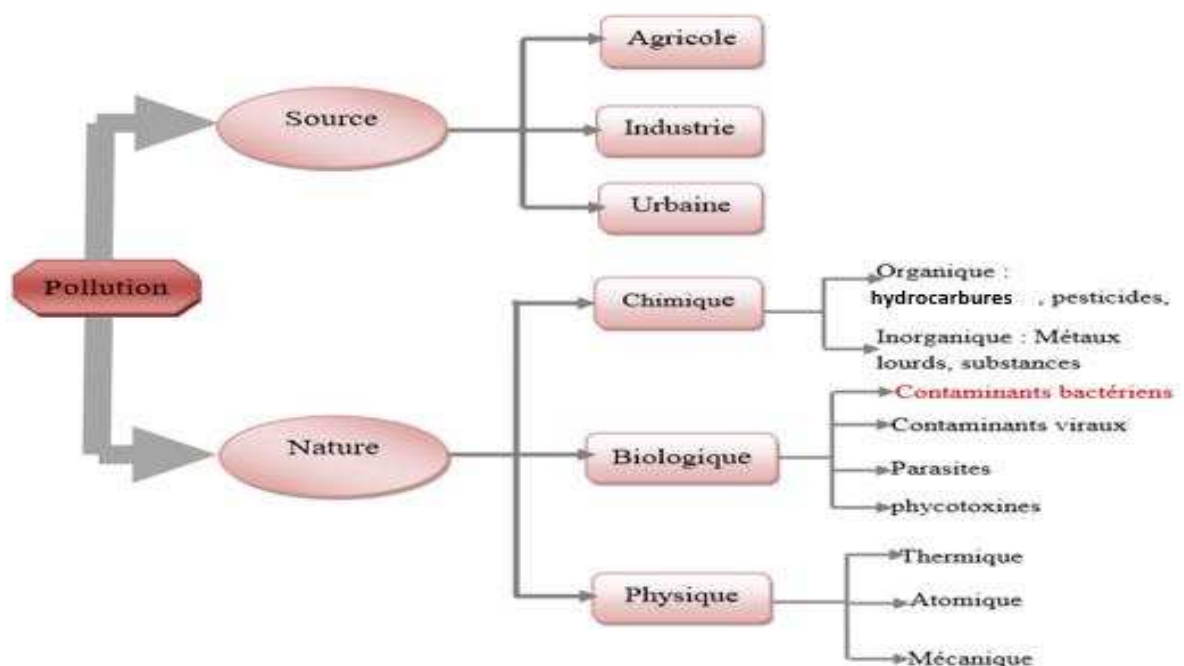


Figure 1 : Classification de la pollution marine (**Galaf et Ghannam, 2003**).

I.3. La pollution microbiologique

La pollution microbienne est principalement liée aux eaux usées urbaines. Ces dernières sont très chargées en coliformes, bactéries pathogènes, virus et parasites (**Haslay et Leclerc, 1993**).

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

I.4.Sources de la pollution microbiologique

Les sources potentielles d'apport de bactérie en milieu marin sont multiples (**Rodier, 1996**) :

- Les rejets des stations d'épuration.
- Les rejets individuels non accordés sur réseau d'évacuation des eaux usées.
- Les rejets des industries agroalimentaires.
- La mauvaise séparation des eaux usées et des eaux pluviales.
- Les épandages de lisiers par écoulement diffus.
- Les activités de loisir non raccordées aux stations d'épuration (camping...).
- Les bateaux au mouillage.

I.5.Les conséquences de la pollution

I.5.1.Conséquences sanitaires

Ce type de conséquence touche la santé de l'homme. Elles peuvent être liées à l'ingestion de l'eau et des fruits de mer, ou même par simple contact avec le milieu aquatique. Les conséquences sanitaires d'une pollution sont variables dans le temps et en fonction de l'usage de l'eau (**Gaujous, 1995**).

I.5.2.Conséquences écologiques

Elle provoque la dégradation du milieu biologique. Les conséquences écologiques se mesurent en comparant l'état du milieu pollué par rapport à ce qu'il aurait été sans pollution.

Elle est à considérer au travers de la réduction des potentialités d'exploitation du milieu telle que la pêche, l'aquaculture et le tourisme, ceci à court et à long terme (**Gaujous, 1995**).

I.5.3.Conséquences esthétiques

Il s'agit de conséquences perturbant l'image du milieu. Ce sont les conséquences les plus perceptibles par le grand public comme les bouteilles et les sachets en plastique (**Gaujous, 1995**).

I.5.4. Conséquences économiques

Les pertes des revenus du tourisme, tant national qu'international, dues à la pollution des eaux littorales et à la dégradation des aménités côtières peuvent être catastrophiques pour certaines économies locales, nationales et régionales (**Hebbar, 2005**).

Outre leur incidence sur la santé humaine, les épidémies dues à la pollution des eaux littorales et des produits marins représentent un grave revers pour les économies des régions touchées par exemple l'épidémie du choléra en Algérie en 2018 (**Ministère de la santé algérienne, 2018**).

I.6. Les paramètres physicochimiques :

I.6.1. Température

Il est important de connaître la température de l'eau avec précision, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des gaz ; des sels ; dans la détermination du pH (**Rodier et al, 1996**).

Une élévation de la température influence doublement la physiologie des espèces en augmentant le métabolisme d'une part et en réduisant la solubilité de l'oxygène d'une autre part. (**Billard, 2005**).

I.7. Les paramètres microbiologique :

I.7.1. Germes témoins de contamination fécale

I.7.1.1. Coliformes totaux

Le terme de « coliformes » ne correspond pas à une définition microbiologique stricte. Sous ce terme est regroupé un certain nombre d'espèces bactériennes appartenant en fait à la famille des *Enterobacteriaceae* et qui partagent certaines caractéristiques biochimiques. La définition suivante a été adoptée par l'Organisation Internationale de Standardisation (ISO). Le terme « coliforme » correspond à des organismes en bâtonnets, non sporogènes, Gram négatifs, oxydase négatifs, facultativement anaérobies, capables de croître en présence de sels biliaires ou d'autres agents de surface possédant des activités inhibitrices de croissance similaires, et capables de fermenter le lactose (et le mannitol) avec production d'acide et d'aldéhyde en 48 heures, à des températures de 35 à 37 °C. Le dénombrement de ces organismes à 35-37 °C est souvent désigné sous l'expression de « dénombrement des coliformes totaux ». Ainsi, les coliformes constituent-ils un rassemblement assez hétéroclite du point de vue taxonomique. Mais leur

étude est traditionnelle et les renseignements donnés par cet examen sont d'une certaine utilité dans le domaine de la santé publique.

Les coliformes comprennent entre autres les genres : *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Yersinia*, *Serratia*. (Rodier et al, 2005).

I.7.1.2. Coliformes fécaux ou « coliformes thermo-tolérants »

Le terme **Coliformes fécaux** correspond à des coliformes qui présentent les mêmes propriétés (caractéristiques des coliformes) après incubation à la température de 44 °C.

Le groupe des coliformes fécaux comprend entre autres les espèces suivantes :

Citrobacter freundii, *Citrobacter diversus*, *Citrobacter amalonaticus*, *Enterobacter aerogenes*, *Enterobacter cloacae*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Klebsiella oxytoca*, *Moellerella wisconsensis*, *Yersinia enterocolitica* (Rodier et al, 2005).

L'intérêt de la détection de ces coliformes, à titre d'organismes indicateurs, réside dans le fait que leur survie dans l'environnement est généralement équivalente à celle des bactéries pathogènes et que leur densité est généralement proportionnelle au degré de pollution produite par les matières fécales (CEAEQ, 2000).

Ils dénotent normalement une pollution fécale récente car ils ne se propagent pas dans le milieu marin. Ils sont donc considérés comme de bons indicateurs. Cependant, la principale difficulté qui s'attache à leur emploi, est justement leur survie relativement courte en eau de mer, ce qui peut exiger un recours à des indicateurs supplémentaires (PNUE/OMS, 1977).

I.7.1.3. *Escherichia coli*

Est une bactérie appartenant à la famille des *Enterobacteriaceae*, habituellement mobiles (flagelles péritriches), anaérobie facultative avec un métabolisme respiratoire. En conditions d'anaérobies elle fermente le glucose via la fermentation acide mixte (Singleton, 2002).

Elle produit de l'indole à partir de tryptophane à $44^{\circ}\pm 0.2$. *Escherichia coli* ne fait pas partie de la flore microbienne du sol et des eaux, mais de celle de la partie terminale du tube digestif de l'homme et des animaux à sang chaud (Rodier et al, 2005).

I.7.2. Intérêt hygiénique de la recherche des coliformes dans l'eau

Les coliformes sont intéressants car un très grand nombre d'entre eux vivent en abondance dans les matières fécales des animaux à sang chaud et de ce fait, constituent des indicateurs fécaux de la première importance. Par ailleurs, leur résistance aux agents antiseptiques, et notamment au chlore et à ces dérivés, est voisine de la résistance des bactéries pathogènes vis-à-vis desquelles ce type de traitement est instauré ; ils constituent donc des indicateurs d'efficacité de traitement (Rodier *et al*, 2005).

I.8. Les antibiotiques

I.8.1. Définition d'un antibiotique

A l'origine, le terme antibiotique qualifiait toute substance naturelle ou synthétique, capable même à très faible concentration d'inhiber (effet bactériostatique) ou de tuer (effet bactéricide) les microorganismes (Singleton, 1984).

De nombreux paramètres sont à prendre en considération pour définir le spectre d'action d'un antibiotique. Le spectre d'un antibiotique est la liste de toutes les espèces bactériennes sur lesquelles il agit. Le spectre est propre à chaque antibiotique et peut varier dans le temps suite à l'apparition de résistance bactériennes (Singleton, 1984).

- La Concentration Minimale Inhibitrice (CMI) correspond à la concentration minimale d'antibiotique permettant d'inhiber totalement la multiplication bactérienne (bactériostase) après 18 à 24 heures de contact à 37 C°.
- La Concentration Minimale bactéricide (CMB) est la plus faible concentration permettant de détruire 99.9% des bactéries après 18 à 24 heures de contact.
- La CMI et CMB sont caractéristiques d'un antibiotique pour une souche donnée.
- ❖ Quand le rapport CMB/ CMI= 1 l'antibiotique est dit « bactéricide absolu »
- ❖ Quand le rapport CMB/ CMI est proche de 1 l'antibiotique est dit « bactéricide »
- ❖ Quand le rapport CMB/ CMI=2 l'antibiotique est dit « bactériostatique »

I.8.2. Mode d'action des antibiotiques

Leur classification selon le mode d'action nous permet de déterminer cinq mécanismes d'action qui peuvent toucher soit la structure bactérienne, soit une fonction métabolique (Colmen *et al*, 1994) ; il s'agit de :

- Action sur la paroi bactérienne : bêta-lactamine.
- Action sur la structure de la membrane plasmique : gentamicine.
- Action sur la synthèse protéique : aminosides, macrolides, lincosamides, chloramphénicol, tétracycline.
- Action sur les acides nucléiques : Quinolones.
- Interférence avec le métabolisme de la bactérie : exemple sulfamides.

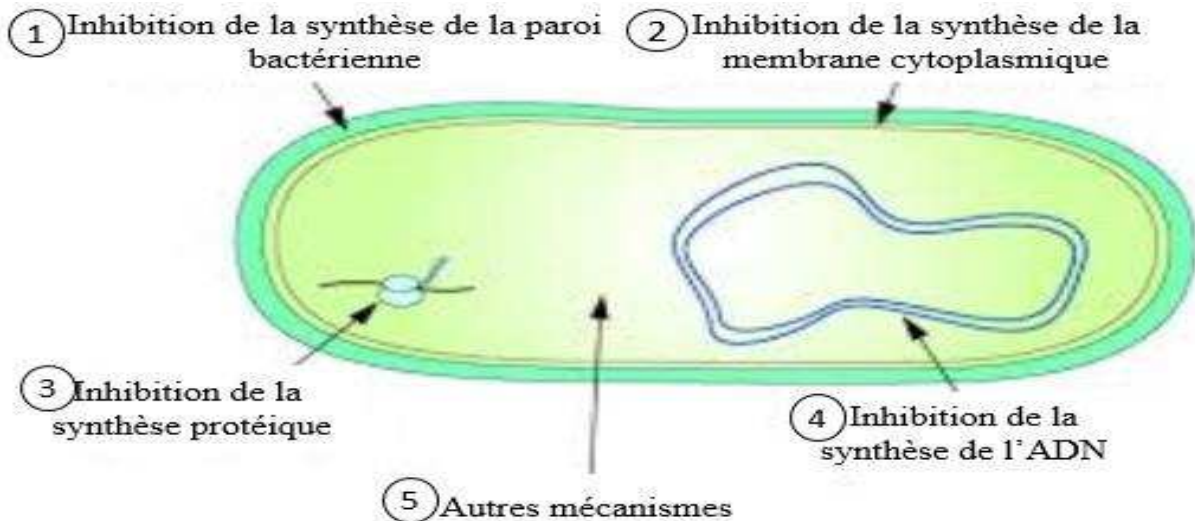


Figure 2: Mécanismes d'action des antibiotiques (Singleton ; 1984).

I.8.3. La résistance aux antibiotiques

La capacité d'un micro-organisme à résister aux effets des antibiotiques apparaît suite à une mutation génétique aléatoire ou à un échange de gènes de résistances entre des bactéries (transformation génétique, transduction et conjugaison). Si une bactérie est porteuse de plusieurs gènes de résistance pour différents antibiotiques, elle est nommée multi résistante.

La généralisation de la résistance à toute une population de bactéries est générée par une sélection naturelle, dû à une exposition prolongée de cette population à l'antibiotique. (Doublet, 2004).

I.8.3.1 Résistance naturelle :

C'est une résistance intrinsèque c'est-à-dire propre à toute la souche d'une même espèce bactérienne. La détermination génétique de cette résistance est chromosomique, On parle alors, de caractère sauvage de la souche. Cette résistance est stable héréditaire (Jarlier, 1997). C'est

le cas de *Klebsiellapneumoniae* qui est résistante naturellement à l'amoxicilline et ticarcilline par la production d'une pénicillinase bas niveau et de *Citrobacterfreundii* et *Enterobactercloacae* qui possèdent une céphalosporinase inductible qui leur confère la résistance aux pénicillines et céphalosporines de 1^{ère} et de 2^{ème} génération (Vedel,1994).

I.8.3.2.Résistance acquise :

C'est une résistance de certaines souches naturellement sensible à l'antibiotique. Elle se manifeste sous l'effet d'une pression de sélection et résulte soit d'une mutation, soit le plus souvent d'un apport de gènes par le biais de plasmides, transposons ou intégrons (Jarlier et al. 1988).

I.8.4.Mécanisme de résistance (Vedel, 1994 ; Bryskier, 1999)

Plusieurs mécanismes de résistance aux antibiotiques existent, il s'agit de :

- **L'inactivation de l'antibiotique par la synthèse d'enzyme bactérienne**

Les bactéries produisent des enzymes qui altèrent chimiquement l'antibiotique ; C'est le cas des bêta-lactamases hydrolysant les bêta-lactamines, les adénylases qui modifient la structure des aminosides ...ect.

- **Diminution de la perméabilité**

Il s'agit de l'inhibition de la pénétration de l'antibiotique dans la bactérie .Ce mécanisme existe naturellement chez certaines bactéries comme *Pseudomonas*, mais il peut surgir chez d'autre par des mutations entraînant des modifications quantitatives ou qualitatives des porines nécessaires pour la pénétration de l'antibiotique. La résistance dans ce cas est croisée à plusieurs familles d'antibiotiques (Bryskier, 1999).

- **Modification de la cible**

Il s'agit dans ce cas de la modification dans la structure ou le nombre des sites d'action de l'antibiotique. C'est le cas des PLP (protéine liant la pénicilline) pour les bêtalactamines.

- **Expulsion des antibiotiques : système d'efflux**

Les bactéries produisent souvent des protéines membranaires agissant comme des pompes moléculaires permettant d'expulser l'antibiotique vers l'extérieur et empêchent son accumulation à l'intérieur de la cellule. Ce mécanisme est rencontré dans le cas de la résistance aux tétracyclines, bêta-lactamines, quinolones ...etc. et il peut être croisé avec la résistance à d'autres agents antimicrobiens comme les métaux lourds.

I.8.5. La résistance aux antibiotiques dans l'environnement

La majorité des antibiotiques utilisés dans tous les domaines (médecine humaine et vétérinaire, agriculture, aquaculture) sont évacués dans l'environnement (**Zhang et al, 2009**). Ce qui rend leur taux dans les milieux aquatiques élevé (**Sarmah et al 2007, in Kada M., 2012**). Cependant à cause des effets des différents processus (adsorption, biodégradation, et de photolyse) que subissent les antibiotiques, leurs concentrations s'avèrent basses, donc leur risque de toxicité est minime (**Halling-Sorensen et al.1998**).

En revanche, le risque réside dans le potentiel de leur présence (**Castiglioni et al, 2008, in Kada M., 2012**). Cette dernière est favorisée par les apports des rejets domestiques. En réalité, les rejets domestiques apportent des concentrations importantes en bactéries résistantes, mais cela ne met pas en évidence le niveau de résistance qui dépasse celui retrouvé en clinique. L'environnement a un rôle prédominant dans le maintien et la dispersion de la résistance

(**Kummerer, 2004**).

L'un des problèmes sanitaires à propos de ce sujet souvent remontés, est l'échange génétique qui se produit par un transfert horizontal d'éléments mobiles (plasmides, transposons et intégrons) qui permet un partage des déterminants génétiques de la résistance entre les bactéries des différents habitats et qui peuvent être en contact permanent et renouvelé avec l'homme. Il s'agit d'un problème de santé publique (**Kummerer, 2004**).

La station d'épuration joue un rôle d'un réservoir des bactéries commensales humaines et animales où les organismes résistants aux antibiotiques et leurs déterminants persistent dans l'effluent final qui est rejeté dans l'environnement (**Davison, 1999**).

Les antibiotiques et les bactéries résistantes issus des milieux hospitaliers peuvent se retrouver dans différents compartiments : sols, sédiments, eaux usées, station d'épuration, lacs, eaux de surface et les eaux souterraines (**Figure 3**).

Ces dernières années, de nombreuses études ont été faites pour évaluer la prédominance des antibiotiques dans les effluents d'eau usée, eaux de surface et eaux souterraines, spécifiquement à de basses concentrations où ils peuvent encore être biologiquement efficaces (Amisha, 2008).

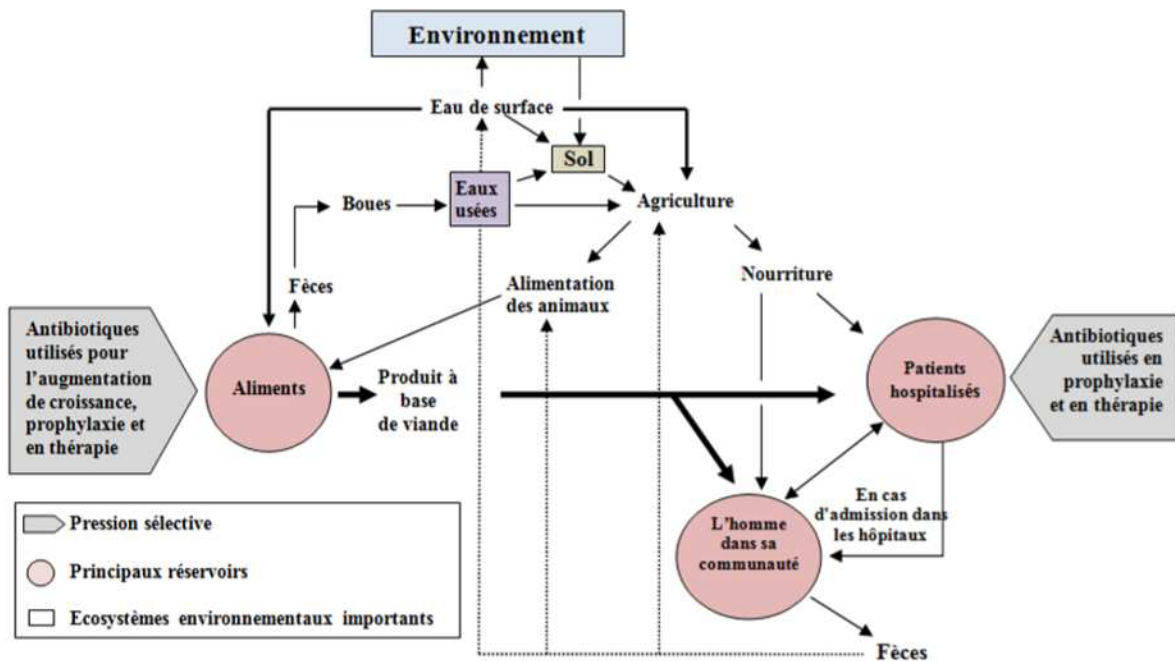


Figure 3: Parcours de la transmission des bactéries et des gènes de résistance aux antibiotiques dans l'environnement (witte, 2000, modifié in kada, 2012).

Matériel et méthodes

II. Matériel et méthodes

II.1. Présentation des sites d'étude

Cette étude a été réalisée au niveau des plages du littoral centre d'Algérie allant de Ain Taya (Flots bleus) à l'Est d'Alger jusqu'à l'embouchure de oued Mazafran à l'ouest.

II.1.1. Plage Flots Bleu (AinTaya)

Cette plage est située sur la commune d'AïnTaya, dans la wilaya d'Alger.

De type sableuse, la plage s'étale sur une longueur de 600 mètres et sur une largeur de 10 mètres. La baignade est autorisée (**Figure 4**). Les coordonnées géographiques sont :

3°18'23.526 " et 3°18'39.8988" Nord. 36°47'36.2328" et 36°47'26.0304" Est.



Figure 4 : Localisation de la zone d'étude plage flots bleu (Ain taya).

II.1.2. Plage Bateau Cassé

La plage Bateau Cassé est située sur la commune de Bordj El Kiffan dans la wilaya d'Alger.

La plage est de type sableuse et rocheuse. Elle s'étale sur une longueur de 757 mètres et sur une largeur de 50,5 mètres.

La baignade est autorisée (**Figure 5**). Les coordonnées géographiques sont :

3°13'1.4376 " et 3°13'27.3036" Nord. 36°46'7.5216" et 36°45'47.1644" Est.

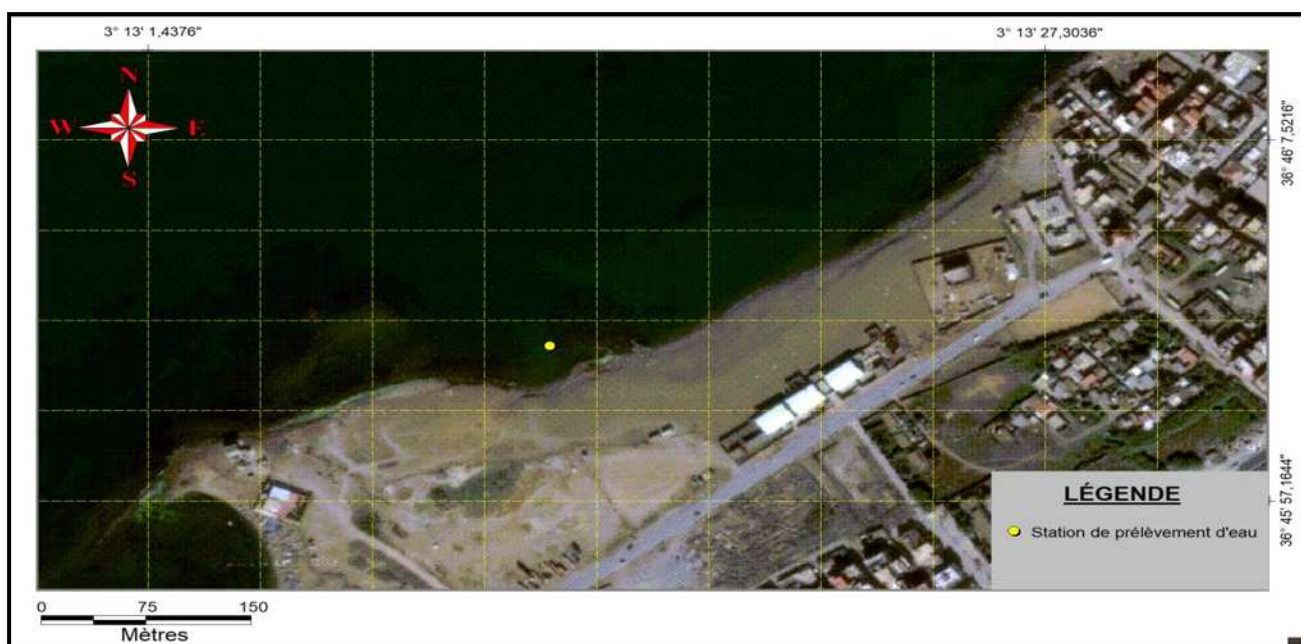


Figure 5 : Localisation de la zone d'étude plage Bateau Cassé.

II.1.3.Plage la Sirène

Cette plage est située dans la commune de Bordj-El Kiffan dans une zone urbaine où la baignade est autorisée. Elle s'étend sur une superficie de 325 m² et à environ 20 km à l'Est d'Alger. Elle est délimitée au nord par la mer Méditerranée, au sud par les communes de Bab Ezzouar et Dar el Beida, à l'Est par la commune de Bordj El Bahri, et par la commune de Mohammadia à l'Ouest (**Figure 6**). Les coordonnées géographiques sont :

3°10'37.74 " et 3°10'52.2876" Nord. 36°44'52.4112" et 36°44'44.6424" Est.

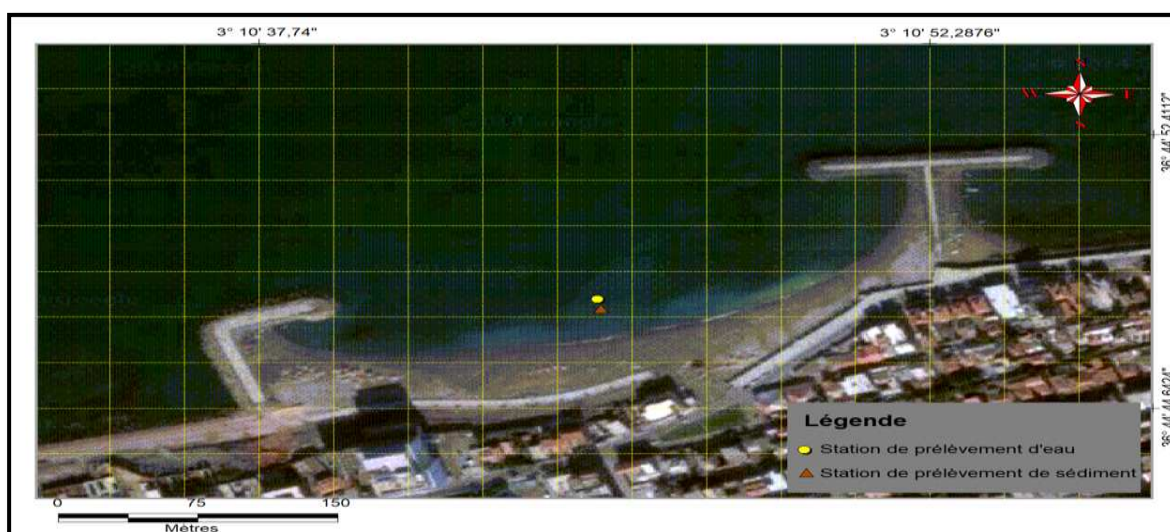


Figure 6: Localisation de la zone d'étude plage la Sirène.

II.1.4. La baie d'El-Djamila

C'est une baie relativement fermée se situant à une trentaine de kilomètres à l'Ouest d'Alger et ayant presque 6Km de côte. Elle représente le quart oriental de la baie de Bou Ismail.

Il s'agit d'une côte sableuse basse dont le rivage est orienté Sud-Ouest Nord Est, limitée du côté Est par le RassAcrata et du côté Ouest par la presqu'île de Sidi Fredj (**Figure 7**).

Les coordonnées géographiques sont :

2°50'43.1952 " et 2°53'57.2136" Nord. 36°48'14.4324" et 36°45'45.4932" Est.

Plusieurs sites ont été choisis. Il s'agit de :

- **Plage Méditerranée (S1)** : Se trouvant à vingt kilomètres à l'ouest du centre-ville d'Alger. Elle mesure près de 150 mètres de long et la baignade y est autorisée.
- **Plage Fontaine (S2)** : Elle se trouve à 20 kilomètres du centre de la ville d'Alger. Elle mesure 250 mètres de long. La baignade y est autorisée.
- **Plage El-Bahdja (S3)** : C'est une très longue plage.
- **Plage Shératon (S4)** : C'est une plage privée de l'Hôtel Shératon, située à une vingtaine de kilomètres à l'ouest du centre-ville d'Alger.
- **Plage Moritti (S5)** : Cette plage se situe dans la commune de Stawali. Elle est de type sableuse et s'étale sur une longueur de 500 mètres et sur une largeur de 30 mètres. La baignade est autorisée.

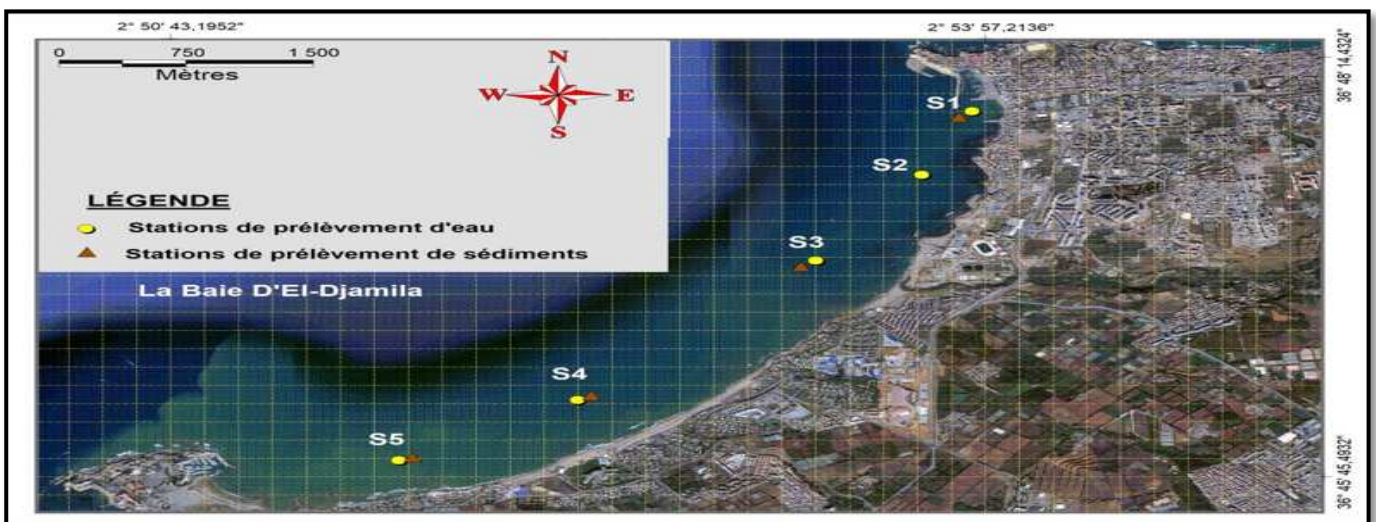


Figure 7: Localisation de la zone d'étude baie d'El-Djamila.

II.1.5. Plage Hôtel Riadh (Sidi- Fredj)

Cette plage est située au bord de l'Hôtel El Riadh dans la commune Staoueli wilaya d'Alger, un hôtel donnant une vue spectaculaire et panoramique sur la mer méditerrané via la plage de Sidi Fredj. Elle est constituée de sable fin. La baignade est autorisée (**Figure 8**). Les coordonnées géographiques sont :

2°51'4.5324 " et 2°51'14.2308" Nord. 36°45'39.024" et 36°45'32.5548" Est.



Figure 8: Localisation de la zone d'étude plage hôtel Riadh (Sidi- Fredj).

II.1.6. Plage Kheloufi I

C'est une plage qui s'étend sur un littoral sablonneux. Elle est constituée de sable fin à grossier et de galets. Elle reçoit les déversements d'Oued Mazafran qui se trouve à environ 300 mètres du point de prélèvement (**Figure 9**). Les coordonnées géographiques sont :

(2°48'28.76868" Nord et 36°41'24.050184" Est)

II.1.7. Embouchure d'Oued Mazafran : Plage Colonel Abbas

Le prélèvement a été effectué au niveau de l'embouchure du Oued Mazafran (2°47'22.263828 Nord. 36°42'2.993688" Est), qui est situé au niveau de la plage colonel Abbas. C'est une plage autorisée à la baignade, constituée de sable fin à grossier et de galets (**Figure 6**).



Figure 9: Localisation de la zone d'étude plage Colonel Abbas (Embouchure de Oued Mazafran) et plage kheloufi I.

II.2. Les prélèvements

Le prélèvement des échantillons d'eau et de sédiment, ainsi que la mesure du paramètre température (T) de l'eau ont été effectués à bord de l'embarcation uniquement au niveau de la baie d'EL Djamila, entre le 18 Février et le 4 Juin 2018.

11 stations ont été localisées pour le prélèvement d'eau et 7 stations pour le sédiment (**tableau 1**).

Tableau 1: La date et les stations de prélèvement d'eau et sédiment

| La plage | La date | Prélèvement |
|--|---------|---------------|
| Ain Taya (Flots bleu) | 18/02 | Eau |
| | 06/05 | |
| | 04/06 | |
| Bateau Cassé | 06/05 | Eau |
| | 04/06 | |
| Sirène | 18/02 | Eau/sédiment |
| | 06/05 | |
| | 04/06 | |
| Méditerranée(S1baie d'el-Djamila) | 18/04 | Eau/sédiment |
| | 14/05 | |
| Fontaine (S2 baie d'El-Djamila) | 18/04 | Eau |
| EL Bahdja(S3 baie d'El-Djamila) | 15/05 | Eau/sédiment |
| Sheraton (S4 baied'El-Djamila) | 18/04 | Eau/sédiment |
| | 15/05 | |
| Moritti(S5 baied'El-Djamila) | 22/04 | Eau /sédiment |
| | 04/06 | |
| Sidi-Fredj | 18/04 | Eau/sédiment |
| | 14/05 | |
| | 04/06 | |
| Kheloufi I | 18/04 | Eau |
| | 14/05 | |
| | 04/06 | |
| Colonel Abbas (Embouchure d'OuedMazafran) | 18/04 | Eau |
| | 04/06 | |

II.2.1.Prélèvement d'eau

Le prélèvement d'eau a été effectué à une distance d'environ 100m au large pour les sites de la baie El Djamila et à 1m de la côte pour les autres plages.

Au niveau de chaque station, le prélèvement d'eau a été effectué à une profondeur de 15 à 20 cm sous la surface de l'eau, à l'aide des flacons en verre préalablement stérilisés de 500 ml.

Un étiquetage précis est élaboré pour une aisance reconnaissance des stations avant le remplissage des flacons.

En effet, le flacon est tenu à la main près de la base et plongé dans l'eau en l'ouvrant dans l'eau, le goulot vers le bas, le flacon est pendu légèrement vers le haut pour dégager l'air (et pousser en avant) afin d'éviter toute contamination. Le flacon est fermé sous l'eau en prenant garde de ne pas le remplir entièrement pour permettre l'homogénéisation de l'échantillon. Tous les échantillons sont ensuite conservés dans une glacière transportable pour les analyses ultérieures au laboratoire.

II.2.2. Prélèvement de sédiment

Le prélèvement au niveau de la baie El Djamila a été effectué à l'aide d'une benne de type « Van Veen » attachée à une corde est jetée dans l'eau, avec les mâchoires ouvertes. Dès que le fond est atteint, le crochet qui maintient les mâchoires ouvertes est relâché. Au moment de la remontée, les mâchoires se referment et emprisonnent une quantité de sédiment superficiel. Sur le bateau, la benne est ouverte et le contenu en est collecté dans des sacs en plastiques stériles. L'échantillon étant étiqueté doit être aussitôt mis dans la glacière puis transporté au laboratoire.

Au niveau des plages, le prélèvement a été effectué manuellement.

II.3. Analyse physico-chimiques *in situ*

- Au niveau de chaque station de prélèvement, nous avons effectué la mesure *in situ* de la température.

II.4. Analyse microbiologique

L'objectif de notre étude est l'analyse de la qualité microbiologique des plages (eaux et sédiments) ainsi que l'évaluation de la résistance aux antibiotiques chez certains germes. Les paramètres recherchés sont les coliformes totaux, thermotolérant, *E.coli* et *Vibrio*.

II.4.1. L'analyse microbiologique de l'eau de mer :

II.4.1.1. Recherche des coliformes totaux et coliformes thermotolérants « fécaux » et *E.coli*

Dans notre étude nous avons opté pour la méthode de filtration sur membrane pour estimer la charge bactérienne dans la zone d'étude. C'est la méthode de concentration la plus utilisée au

II. Matériel et méthodes

laboratoire, pour sa facilité et sa reproductibilité. Elle consiste en une filtration de l'eau sur des membranes de porosité 0.45 μm susceptible de retenir

les bactéries avec un quadrillage en surface facilitant les dénombrements.

a) Matériel :

- Dispositif de filtration de marque « Sartoriusstedim » (**Figure10**)
- Bec-Bunsen pour garder tout au long de la manipulation la zone de travail stérile ;
- Boîtes de Pétri avec les milieux de culture Spécifiques pour les germes ;
- Membranes d'ester de cellulose, filtrantes, quadrillées et stériles (en emballage individuel) de porosité de 0.45 μm et de 47 mm de diamètre susceptibles de retenir les bactéries.
- Deux incubateurs (Etuves : une à 37 C° et l'autre à 44 C°) ;
- Pompe à vide ;
- Pincés stérilisées ;
- Micro-pipette et cônes stérilisées ;
- Flacons d'eau distillée stériles pour effectuer les dilutions



Figure 10 : Dispositif de filtration.

b) Mode opératoire :

- Stériliser le dispositif de filtration (avec de l'alcool et le bec-bunsen) ;
- Mettre en place le dispositif ;
- Mettre le filtre sur la grille ;
- Filtrer un volume d'échantillon (100 ml) ;
- Déposer le filtre sur le milieu de culture gélose au tergitol);
- Incuber les boîtes à la température adéquate 37°C pour les coliformes et 44°C pour les coliformes thermotolérants;

La composition de milieu de culture et des réactifs utilisés est consignée en **annexe 1**. Cette méthode conduit à un dénombrement des coliformes totaux et des coliformes thermotolérants. Le nombre de colonies trouvées sera exprimé en Unité Formant Colonie dans 100 ml d'eau analysée (UFC/100 ml). (**Figure 11**).

II. Matériel et méthodes

La recherche d'*Escherichia coli* a été effectuée parmi les colonies des coliformes fécaux, par la mise en évidence de la production de l'indole à 44°C dans des tubes contenant 9 ml d'eau peptonée exempte d'indole (EPE) et ceci après une incubation de 24h (Figure 12).

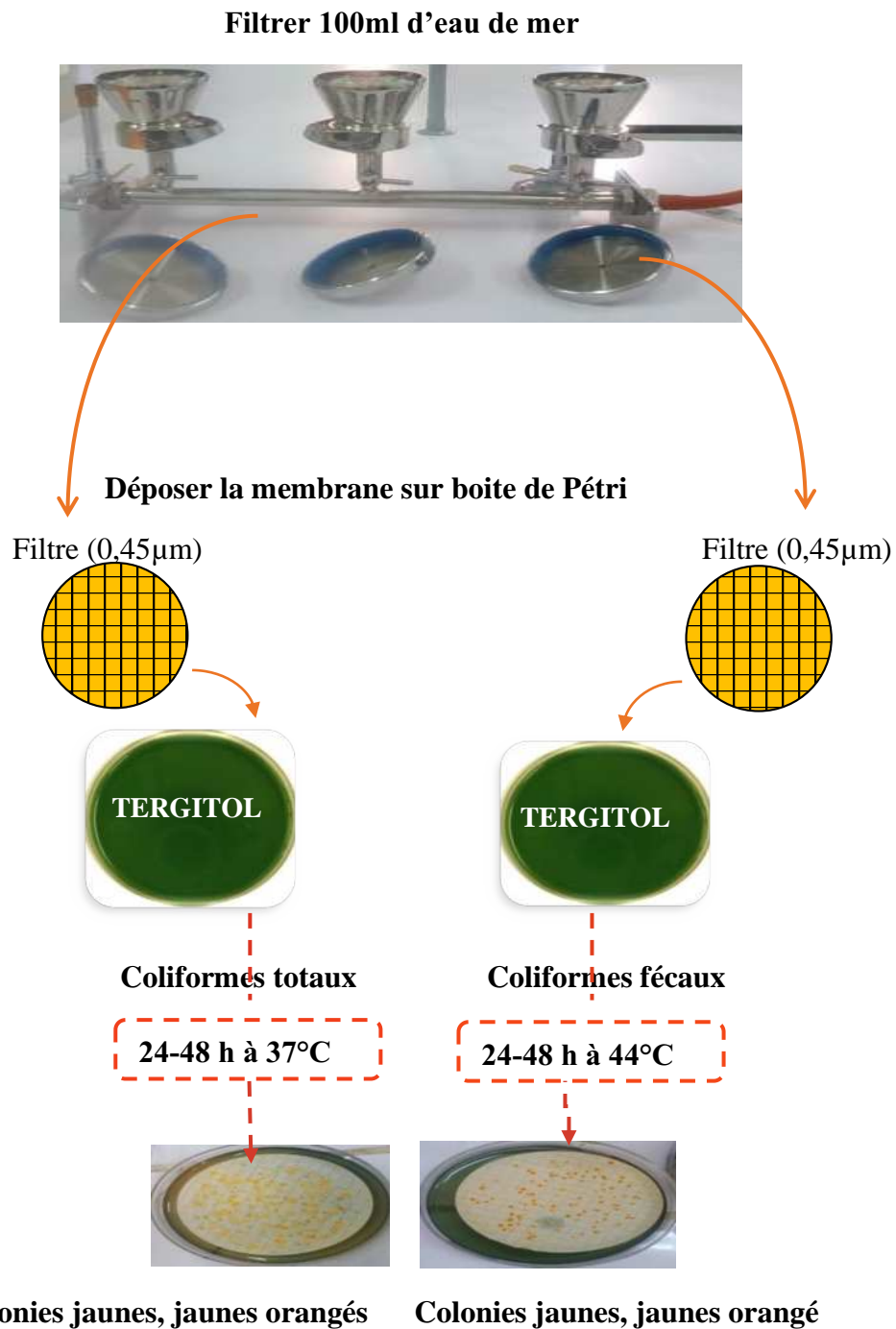


Figure 11 : Technique de dénombrement par filtration sur tergitol des coliformes totaux et coliformes thermotolérants.

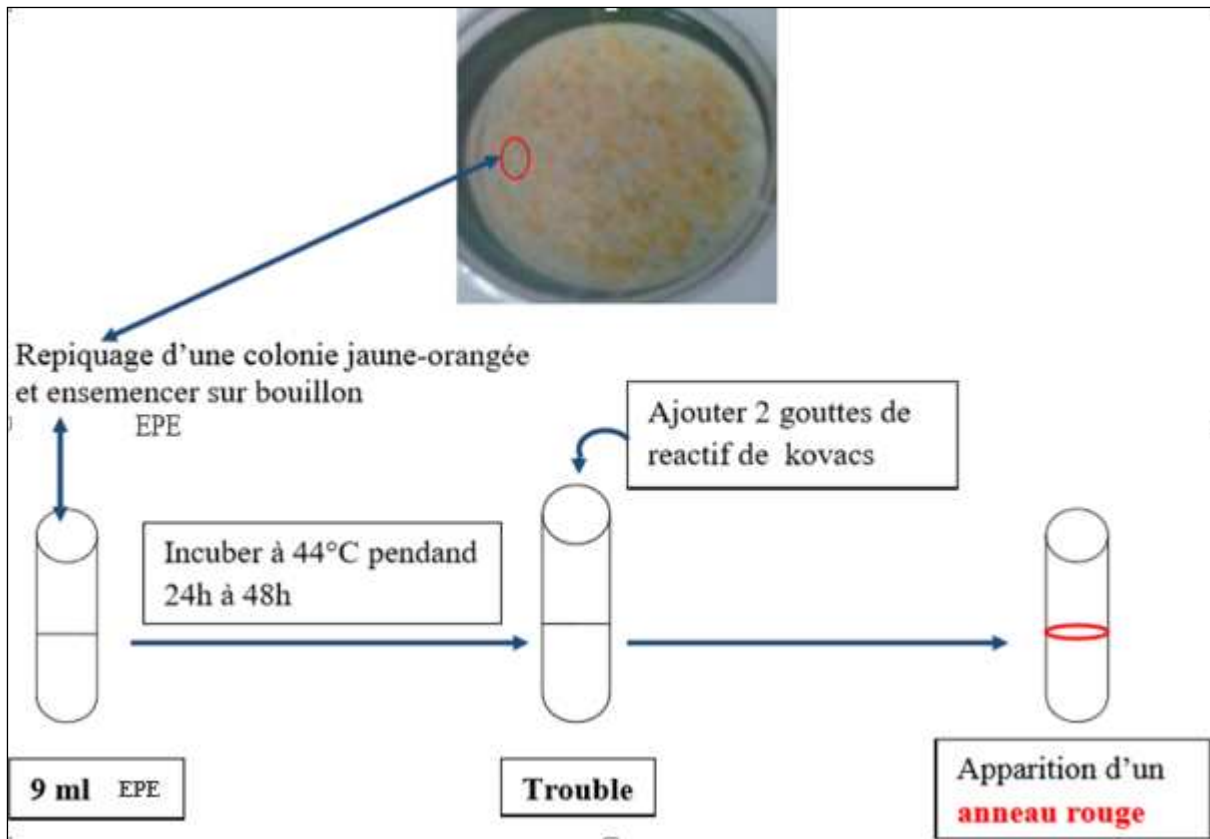


Figure 12 : Technique de recherche d'*E.coli*.

II.4.1.2. Recherche des vibrions

La recherche des *vibrio* a été effectuée dans un volume de 450ml d'eau de mer selon la méthode suivante :

- enrichi dans 50ml d'Eau Peptonée Alcaline (EPA) 10 fois concentrée
- après une incubation de 18-24h à 37°C, un isolement sur gélose TCBS (Thiosulfate-Citrate-Bile-Saccharose) a été effectué et en plus un deuxième enrichissement (1ml) a été effectué sur EPA simple concentré.
- Un autre isolement sur TCBS est également effectué à partir du 2^{ème} enrichissement.
- Lecture : les colonies jaunes ou vertes sur TCBS sont suspectées d'être *vibrio* (Figure 13)

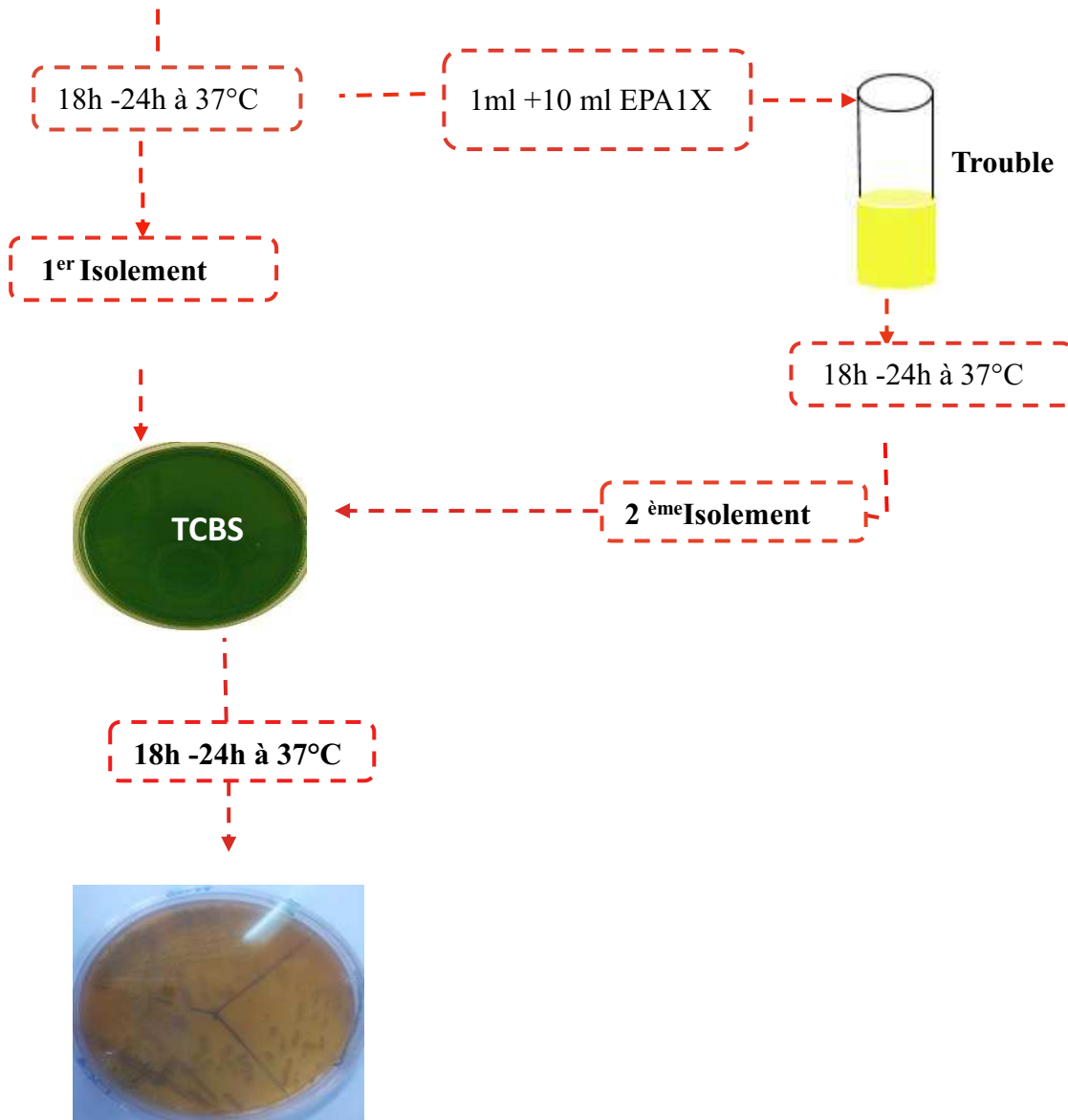
La confirmation des colonies suspectées a été effectuée par un certains nombres de tests biochimiques (coloration de Gram, test de la catalase, test de l'oxydase et galerie API 20 E), (Figure 14).

1^{ère} enrichissement



450 ml d'échantillon (Eau de mer)
+
50 ml EPA (10×concentré)

2^{ème} enrichissement



Colonies jaunes, vertes

Figure 13: Technique de recherche des vibrions.

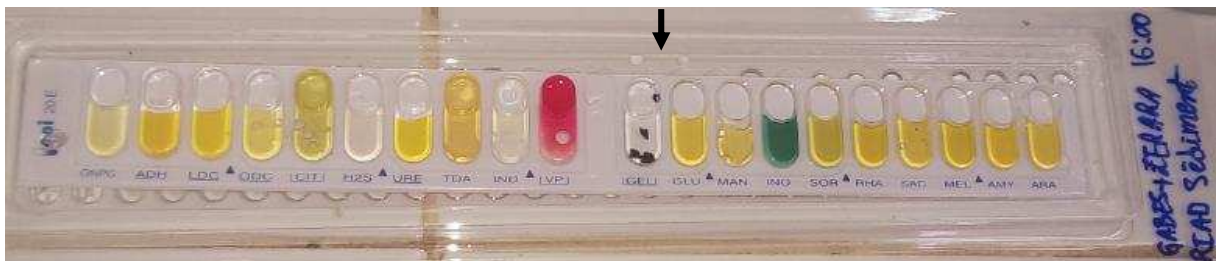
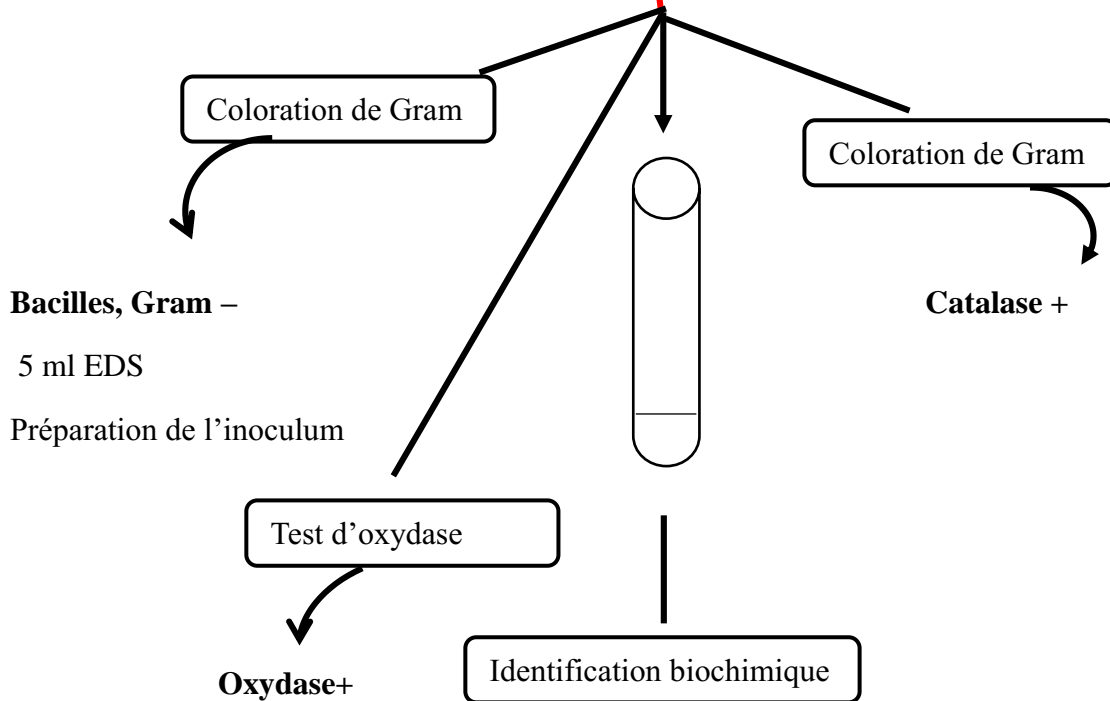
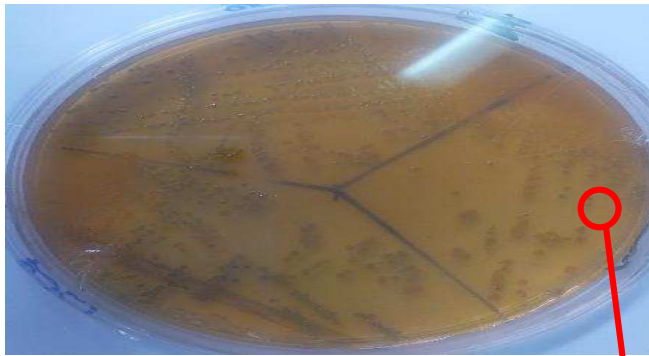


Figure 14 : Technique d'identification des vibrions.

II.4.2.L'analyse microbiologique du sédiment

II.4.2.1.Dénombrement des coliformes totaux, thermotolérants et *E.coli* par la méthode du nombre le plus probable (NPP)

Conformément à la norme NF T90-413, la numération des coliformes par la méthode des NPP est basée sur la propriété commune des coliformes pour fermenter le lactose tout en produisant du gaz dans une période de 24-48h, dans des tubes munis de cloches de Durham. La présence des germes recherchés se traduit par : un trouble dans toute la masse liquide, un dégagement de gaz dans les cloches et virage de couleur s'il y a présence d'indicateur de pH.

II.4.2.1.1.Dénombrement des coliformes totaux par la méthode des NPP

On prépare 3 séries de 3 tubes, chacun contenant 9 ml de bouillon lactosé bilié au vert brillant (BVBL) munis de cloche de Durham. Chacun des 3 tubes de la première série reçoit 1 ml de la dilution 10^{-1} (Solution mère). Les tubes de la deuxième et troisième série reçoivent respectivement 1 ml de la dilution 10^{-2} et 1 ml de la dilution 10^{-3} . L'ensemble des tubes ainsi préparé est incubé à 37°C pendant 24 à 48 heures (**figure 15**).

Le nombre caractéristique formé à partir des tubes de BVBL (trouble + gaz) sera lu dans la **table NPP. Annexe2**

II.4.2.1.2.Dénombrement des Coliformes thermotolérants et *E.coli*

Les tubes de BVBL positifs (trouble + gaz) à 37°C seront soumis au test de Mackenzie pour le dénombrement des coliformes thermotolérants et *E.coli* :

A partir de chaque tube BVBL+ à 37°C, un tube de BVBL et un tube d'EPE (Eau Peptonée Exempte d'indole) serontensemencés. Après une incubation de 24 à 48h à 44°C (**Figure 16**), la lecture sera comme suit :

- Apparition de trouble et gaz dans le BVBL indique la présence de coliformes thermotolérants.
- Apparition d'anneau rouge après l'ajout du réactif de Kovacs indique la présence d'*E.coli*.
- Un nombre caractéristique est déterminé pour chaque cas. L'établissement du nombre le plus probable a été effectué par la consultation de la table NPP(**Annexe2**)
- Les résultats sont exprimés en NPP dans 1 g de sédiment.

II. Matériel et méthodes

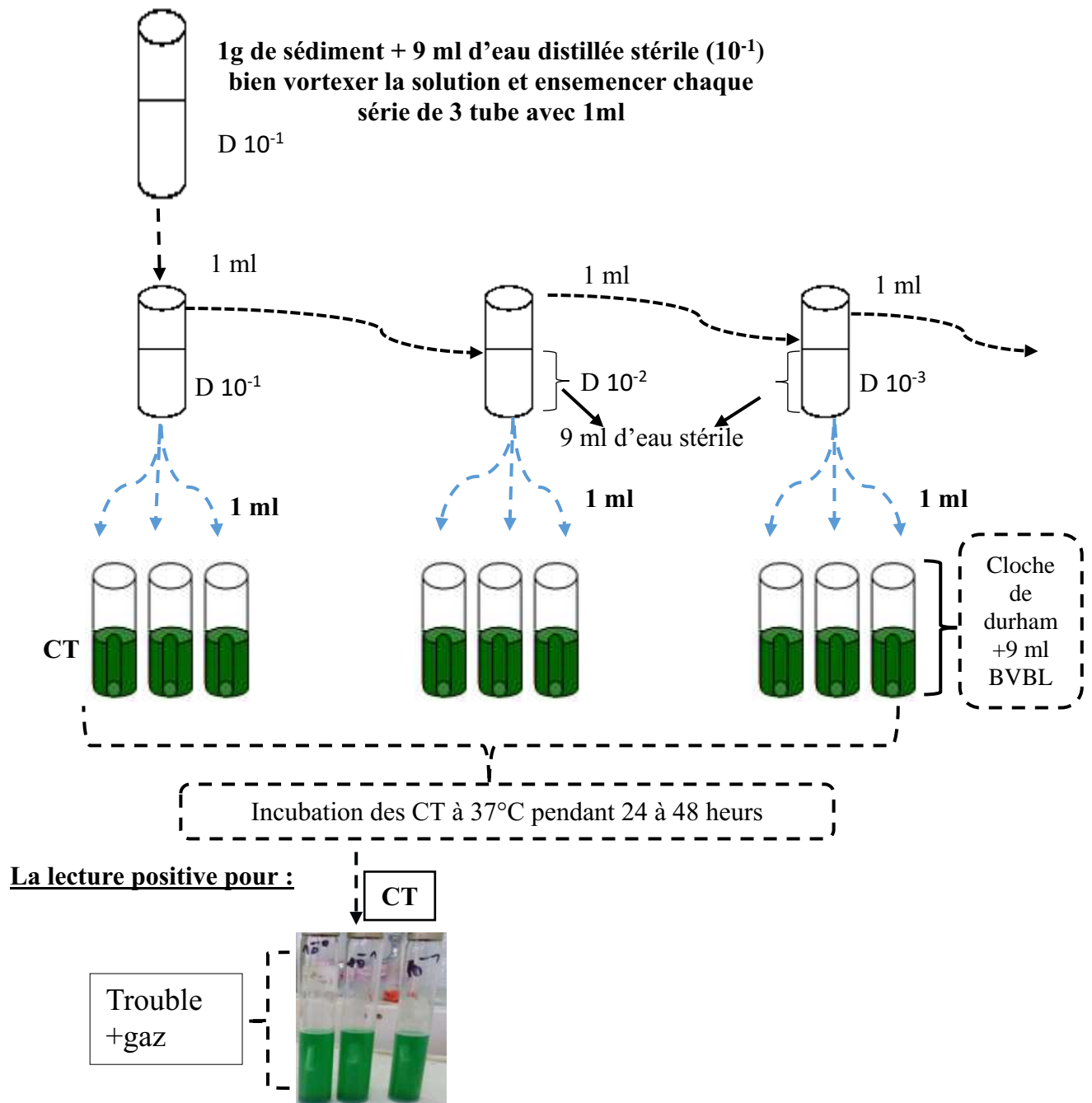


Figure 15 : Dénombrement des coliformes totaux par la méthode des NPP dans les sédiments.

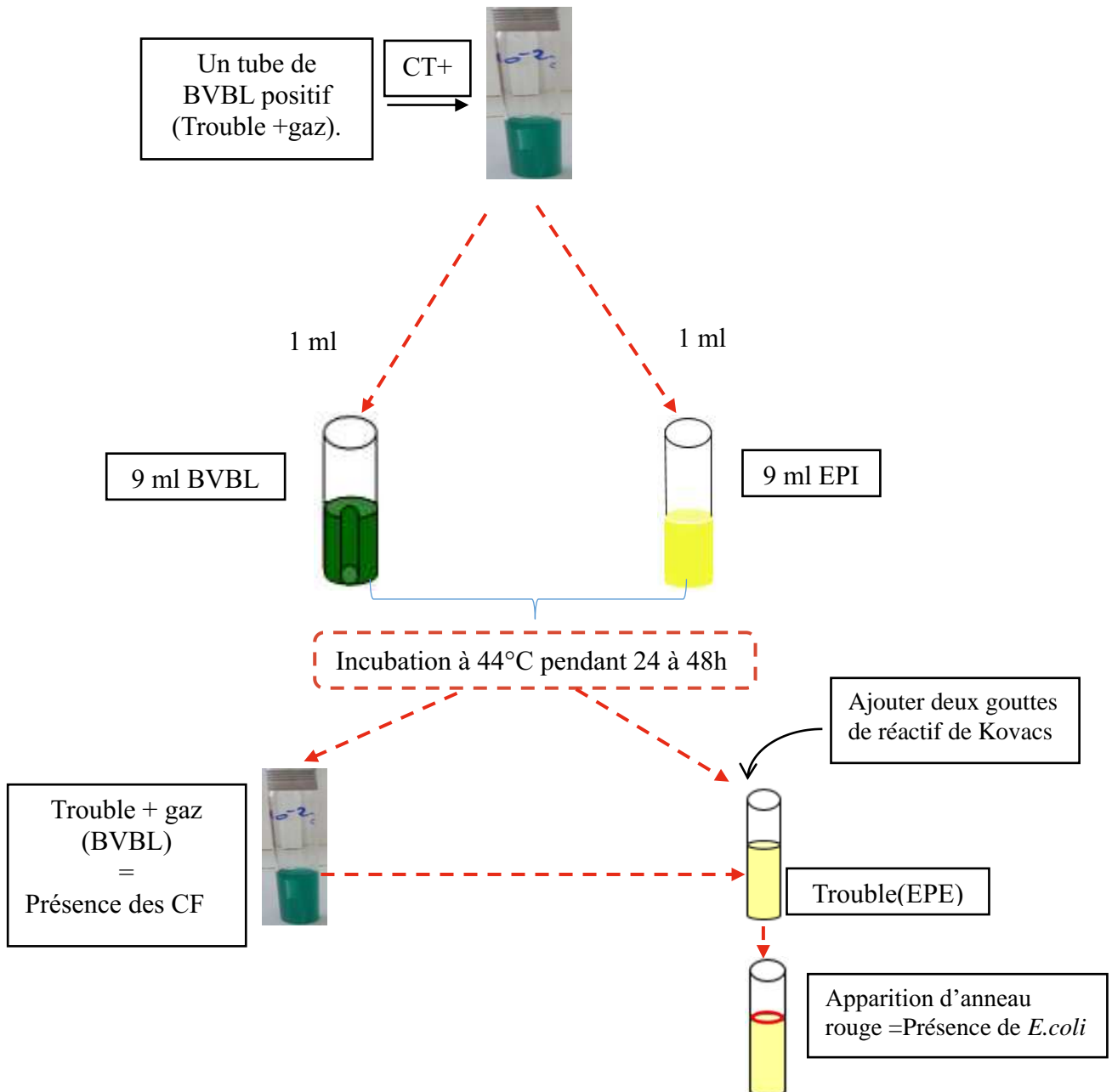


Figure 16 : Technique de recherche de coliformes fécaux et d'*E.coli* dans les sédiments.

II.4.2.2. Recherche des vibrions :

La recherche des vibrions a été effectuée dans 1g du sédiment selon la méthode suivante :

- Mettre 1 g du sédiment dans 9ml d'Eau Peptonée Alcaline (EPA) simple concentrée
- après une incubation de 18-24h à 37°C, un isolement sur gélose TCBS (Thiosulfate-Citrate-Bile-Saccharose) a été effectué
- Lecture : Après 24h d'incubation à 37°C, les colonies jaunes ou vertes sur TCBS sont suspectées d'être *vibrio* (**Figure 17**)

II. Matériel et méthodes

La confirmation des colonies suspectées a été effectuées par un certains nombres de tests biochimiques (coloration de Gram, test de catalase, test de l'oxydase et galerie API 20 E), (Figure 14)

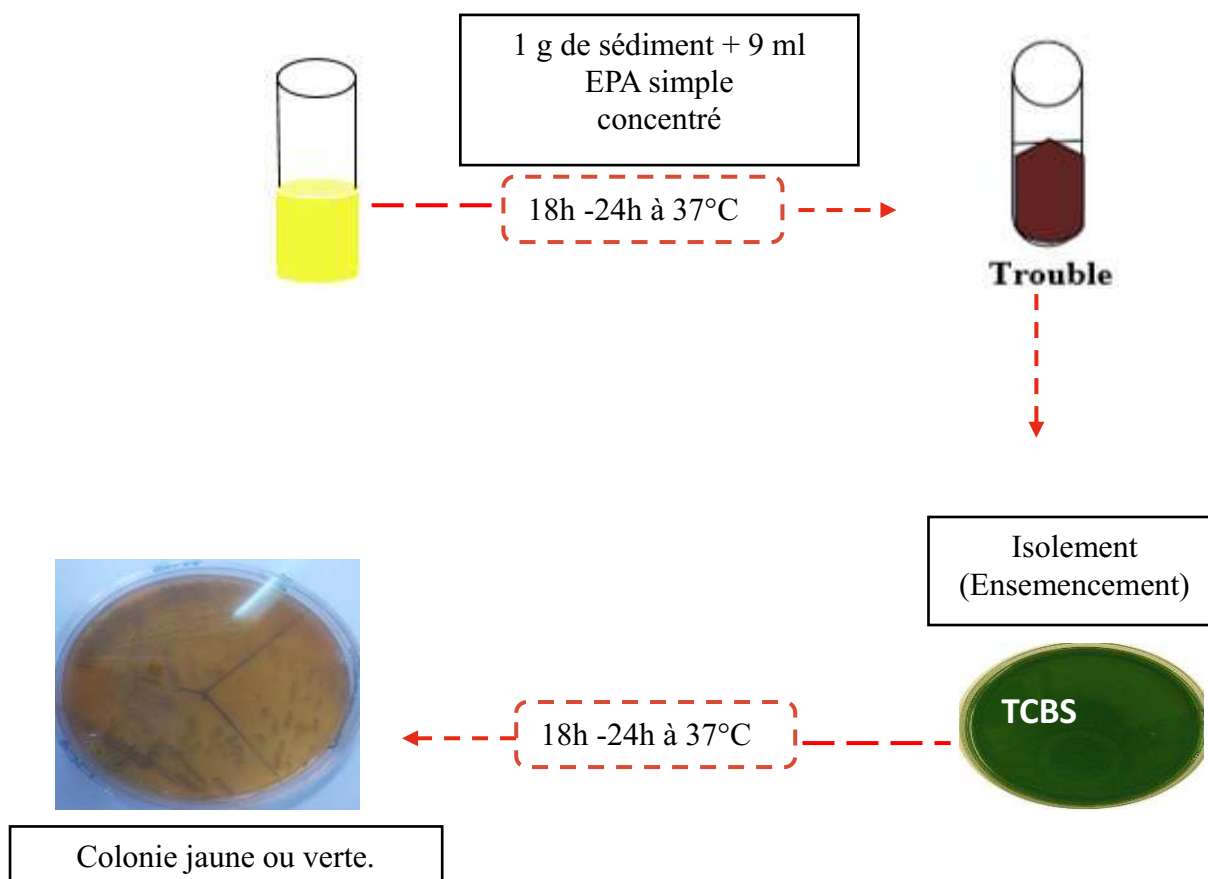


Figure 17 : Technique de recherche de vibrion dans le sédiment.

II.5. Technique de caractérisation et d'identification de quelques bactéries :

II.5.1. Coloration de Gram (Aspect microscopique)

Un frottis fixé à la chaleur et coloré pendant une minute avec une solution de violet de gentiane, Le frottis coloré est fixé avec une solution iodo-ioduré de Lugol, et il y est maintenu pendant une minute. Le frottis est ensuite décoloré avec l'alcool à 95% pendant quelques secondes jusqu'à élimination de l'excès du colorant puis rincé immédiatement avec l'eau du robinet. Le frottis est ensuite traité avec un colorant qui est une solution de fushine, rincé rapidement au robinet et séché. Après ce traitement, les cellules à Gram négatif apparaissent roses et les cellules à Gram positif apparaissent sous une couleur violette (Singleton et Saintsbury, 1984).

II.5.2. Test de la catalase

Cette enzyme catalyse la décomposition du peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) qui est produit par certaines réactions cellulaires et il est très toxique, donc c'est l'une des enzymes chargées d'éponger l'eau oxygénée par la dismutation (**Pelmont, 1993**). La réaction catalysée est la suivante :



Le test de la catalase consiste essentiellement à ajouter du peroxyde d'hydrogène à des bactéries : la présence de catalase donne lieu à l'apparition de bulles d'oxygène.

II.5.3. Test d'oxydase

Le test oxydase est réalisé par le dépôt d'un inoculum bactérien sur le disque d'oxydase. La présence du cytochrome oxydase se traduit par l'apparition d'une coloration violette.



II.5.4. Identification par la méthode des galeries API

a-Principe

La galerie API 20E est un système d'identification des bacilles à gram négatif. Elle comporte 20 tests biochimiques standardisés et miniaturisés. Les milieux desséchés sont réhydratés avec la suspension bactérienne à identifier. Les réactions produites pendant la période d'incubation se traduisent par des virages colorés spontanés ou révélés par l'addition de réactifs (Biomérieux).

b- Technique

Préparation de la galerie

Réunir fond et couvercle d'une boîte d'incubation et répartir de l'eau dans les alvéoles pour créer une atmosphère humide.

Déposer stérilement la galerie dans la boîte d'incubation

Préparation de l'inoculum

Ouvrir un tube d'eau distillée stérile

Prélever une seule colonie bien isolée sur milieu gélosé

Réaliser une suspension bactérienne faible

Inoculation de la galerie

Remplir les tubules et les cupules des tests du type CIT

Remplir les tubules des tests du type ADH et remplir la cupule avec de l'huile de paraffine, pour créer l'anaérobiose.

Remplir uniquement les tubules des tests restants

Incuber à 18 à 24 heures.

Remarque : il est important de veiller à ne pas créer de bulles lors de l'inoculation qui pourraient fausser le résultat. De plus l'apparition de bulles après incubation apportera un caractère d'identification supplémentaire (GAZ+).

c-Lecture de la galerie :

Réaliser les tests nécessitant l'addition de réactifs : Test VP, TDA, IND.

Après codification des réactions en un profil numérique, l'identification est obtenue on se référant à un catalogue analytique fourni par Biomérieux où l'identification est donnée avec un pourcentage et une appréciation (Biomérieux).

II.6.Étude de la résistance aux antibiotiques par Antibiogramme

a- Principe

L'étude de la sensibilité des souches aux antibiotiques a été réalisée par la méthode de diffusion en milieu gélosé (CASFM, 2018). Cette technique consiste à déposer des disques imprégnés d'antibiotiques à la surface d'un milieu de culture préalablementensemencé avec une dilution calibrée de la bactérie à tester. Un gradient inversement proportionnel à la distance par rapport aux disques s'établit dans la gélose. La croissance des bactéries dessine des halos d'inhibition au tour du disque. La croissance bactérienne s'arrête en présence de la concentration minimale d'inhibition autour du disque d'antibiotique (**Courvalin et al. 1985**).

b-Technique

- A partir d'une culture jeune (18-24h), préparer dans 5ml d'eau physiologique stérile une suspension bactérienne de 0.5McFarland (10^8 cellules /ml),
- Ajuster l'inoculum à 10^7 cellules/ml.
- Plonger un écouvillon stérile dans la suspension bactérienne de 10^7 cellules/ml.
- Ensemencer la boîte en frottant l'écouvillon sur la totalité de la surface gélosée et en tournant la boîte trois fois de 60° afin d'assurer une bonne distribution de l'inoculum.
- Appliquer les disques d'antibiotiques (**Tableau 2**) à l'aide d'une pince stérile selon le schéma de la **Figure (18)**
- Laisser diffuser pendant 15m minutes, à température ambiante,
- Incuber à $37C^\circ$ pendant 18-24h.

Tableau 2: Les différents antibiotiques en disque utilisés pour l'antibiogramme.

| Famille | Antibiotique | Charge (μg) | Abréviation |
|----------------------|---|--------------------------|-------------|
| Bétalactames | Ampicilline | 10 | AM |
| | Aztréonam | 30 | ATM |
| | Céfalexine (Céphalosporines de 1 ^{ème} génération) | 30 | CN |
| | Céfoxitine (Céphalosporines de 2 ^{ème} génération) | 30 | FOX |
| | Ceftazidime (Céphalosporines de 3 ^{ème} génération) | 30 | CAZ |
| | Cefotaxime(Céphalosporines de 3 ^{ème} génération) | 30 | CTX |
| Tétracyclines | Tétracycline | 30 UI | TE |
| Sulfamides | Triméthoprim | 5 | TMP |
| | Triméthoprim/Sulfaméthoxazol | 1.25/23.75 | SXT |
| Quinolones | Acide nalidixique | 30 | NA |
| Aminosides | Amikacine | 30 | AK |

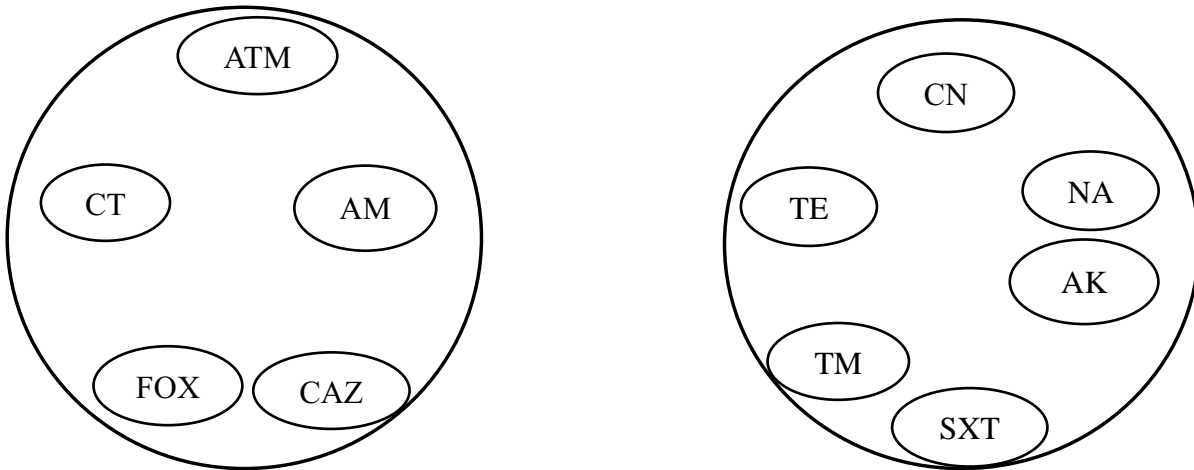


Figure 18 : Schéma de la disposition des antibiotiques.

c-Lecture

Mesurer avec précision les diamètres d'inhibition à l'aide d'une règle graduée et classer les bactéries dans l'une des catégories : sensible (S), intermédiaire (I) ou résistant (R) selon les valeurs critiques (**CA-SFM, 2018**).

Résultats et discussion

III. Résultats et discussions

Au cours de nos sorties, 11 stations ont été choisies pour le prélèvement d'eau et 6 stations pour le prélèvement du sédiment. Les résultats obtenus des différentes analyses physico-chimiques et bactériologiques (eau et sédiment), ont été comparés aux normes algériennes.

III.1. Paramètre température

Les valeurs de la température des eaux de surface révèlent une augmentation durant les mois de suivi pour toutes les stations, allant de 15 °C au mois de Février, à 24 °C au mois de Juin. Dans l'ensemble, les températures relevées sont saisonnières (**tableau 3**).

Tableau 3: Résultats de la température enregistrée in situ.

| Plage | Période | T(C°) |
|---|---------|-------|
| Kheloufi I | Mars | 15.6 |
| | Avril | 17.3 |
| | Juin | 22.9 |
| Sidi-Fredj | Mars | 15 |
| | Avril | 18.5 |
| | Juin | 24.2 |
| Colonel Abbas (Embouchure de OuedMazafran) | Mars | / |
| | Avril | 17.8 |
| | Juin | 22.9 |
| La Sirène | Février | 15.3 |
| | Mai | 17.1 |
| | Juin | 22.3 |
| Ain Taya | Février | 15.2 |
| | Mai | 17.8 |
| | Juin | 21.2 |
| Bateau Cassé | Février | / |
| | Mai | 17.5 |
| | Juin | 22.3 |
| Méditerrané | Avril | 16.3 |
| | Mai | 18.4 |
| Fontaine | Avril | 16.5 |
| | Mai | 17.8 |
| El-Bahdja | Avril | 16.6 |
| | Mai | 18.5 |
| Shératone | Avril | 16.7 |
| | Mai | 17.9 |
| Moritti | Avril | 17.5 |
| | Mai | 18.5 |

III.2. Analyse microbiologique

Les résultats d'analyses au niveau des différents sites pour les paramètres microbiologiques sont exprimés pour chaque germe considéré. Un suivi spatio-temporelle de ces germes est établi pour chaque site d'étude pour les deux matrices : eau et sédiment.

III.2.1. Résultats des analyses bactériologiques des échantillons d'eau

III.2.1.1. Coliformes totaux (CT)

A partir de la (**Figure19**), qui représentent les résultats des CT obtenus au cours de la période d'étude, On remarque des taux très élevés qui dépassent les normes Algériennes (valeur limite 10000 UFC/100 ml) pour certains sites, notamment le prélèvement de l'embouchure de Oued Mazafran (plage Colonel Abbas) avec un maximum de l'ordre de $19 \cdot 10^4$ UFC/100 ml au mois d'Avril et $7 \cdot 10^4$ UFC/100 ml au mois de juin, ce qui serait dû à la forte pluviométrie qui a augmenté le débit de l'oued qui a charrié des rejets et des eaux usées des communes voisines (tel que Kolea et Douaouda) pendant toute la saison hivernal et printanière (période pluvieuse jusqu'à le mois de mai).

Pour la plage Kheloufi I où on a enregistré une concentration des CT très élevée de l'ordre de 20000 UFC/100ml au mois d'avril et 60000 UFC/100 ml au mois de juin. Ce résultat serait dû à l'influence des apports de l'Oued Mazafran apporté par le courant (la plage n'est pas loin également de l'embouchure de Oued Mazafran), ramenant tout type de polluant et germes, vu l'énorme charge en CT dans l'embouchure de cet oued durant la même période.

En effet, même au visuel, un état catastrophique de cette plage (une eau trouble avec mauvaise odeur) a été constaté.

En ce qui concerne la plage la Sirène, une forte concentration en CT (72000 UFC/100 ml) a été constaté en mois de mai. Ce qui pourrait être dû aux rejets des eaux usées des habitations et éventuellement de l'Hôtel présent au bord de cette plage, vu la mauvaise odeur qu'on a ressenti durant la sortie ou à la remise en suspension due aux mauvaises conditions climatiques. Concernant les autres mois Février et juin on a enregistré des taux très faibles en CT (2500 UFC/100ml), conforme à la réglementation.

Par ailleurs, les concentrations enregistrées au niveau des plages Ain Taya (Flots bleus), et plage Riadh (Sidi-Fredj) ont été faibles durant toutes les sorties et conformes aux normes

Algériennes. Elles sont comprises entre les valeurs guides 500 et les valeurs limites 10000 UFC/100 ml, ce qui reflète la salubrité de ces deux plages.

La plage Bateau Cassée a présenté des valeurs élevées (7000 et 8000 UFC/100ml) mais qui restent conformes à la norme, malgré que cette plage reçoit les rejets de oued El-Hamiz.

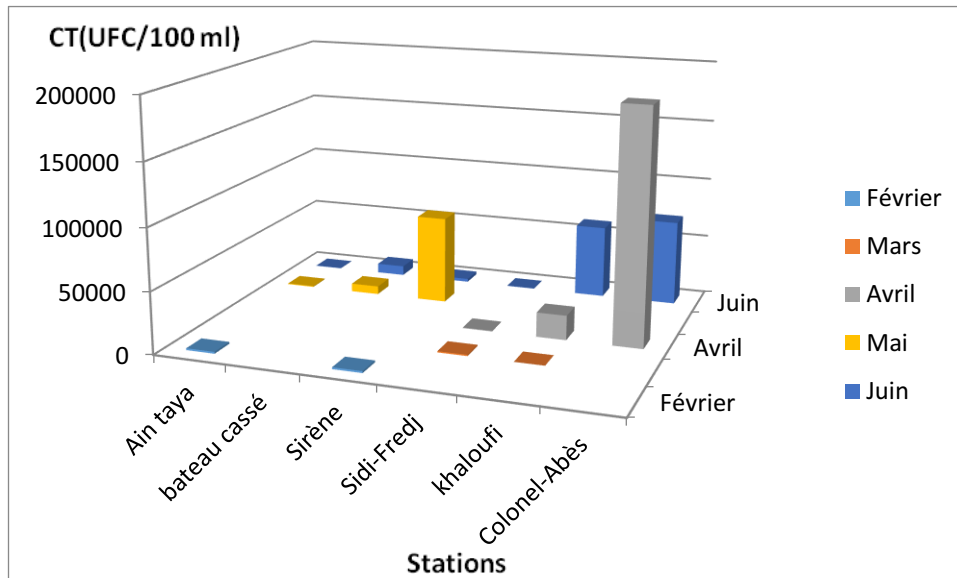


Figure 19: Variation de la charge en coliformes totaux au niveau des 6 plages étudiées.

Concernant les prélèvements effectués à environs 100m de la côte dans plusieurs sites de la baie El Djamila (**Figure 20**), seul le site El Bahdja a enregistré des valeurs qui dépassent largement la norme en vigueur (20000 UFC/100 ml et 38000 UFC/100 ml au mois d'avril et mai) (**Figure 19**), ce qui serait dû aux apports de Oued Béni Messous qui déversent différents rejets domestiques ,agricoles et d'élevages, ainsi que des rejets illicites dans cette plage.

Bien que les autres sites (Méditerrané, Moritti, Fontaine et Sheraton) sont susceptibles d'être influencés par des apports anthropiques, nous avons enregistré des concentrations faibles en coliformes totaux, comprises entre 150 et 2000 UFC/100 ml durant les deux mois d'avril et mai, ce qui démontre la préservation de ces sites.

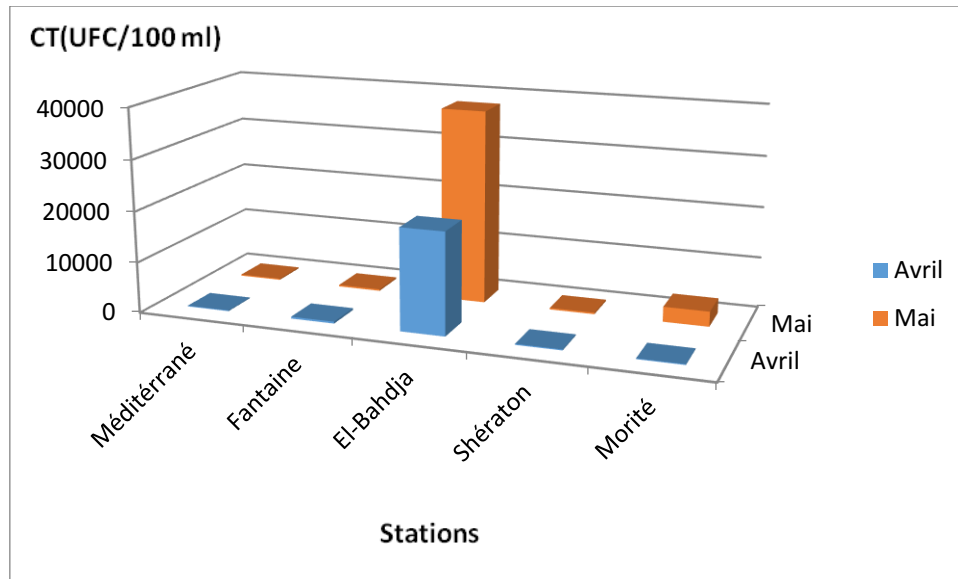


Figure 20: Variation de la charge en coliformes totaux au niveau des plages situées dans la baie d'El-Djamila.

III.2.1.2. Coliformes fécaux (CF)

Les résultats de la **figure 21** montrent que les valeurs mensuelles en CF dans les plages Colonel Abbas (Embouchure d'Oued Mazafran), Kheloufi I, la Sirène (en mois de mai), dépassent largement les valeurs impératives (2000 UFC/100ml) fixées par les normes Algériennes. On a enregistré un maximum de l'ordre de 22000 UFC/100ml au niveau de l'embouchure de Oued Mazafran dans la plage Colonel Abbas au mois de juin et 12000 UFC/100ml au mois d'avril. Cette présence massive traduit la forte contamination fécale avec un risque de présence de germes pathogènes, vu qu'on a trouvé des concentrations très élevés en CT dans cette embouchure durant cette période.

Aussi des taux plus élevés des coliformes fécaux sont enregistrés au niveau de la plage Kheloufi I, avec des valeurs comprises entre 9100 UFC/100 ml au mois de mars, 1800 UFC/100 ml et 3800 UFC/100 ml au mois de juin, ce qui confirme la mauvaise qualité de cette plage et le risque sur les baigneurs reste toujours présent, vu les taux très élevés en CT enregistrés dans cette plage durant la période de suivi.

En ce qui concerne la plage Sirène, un taux très élevés en CF a été enregistré au mois de mai, avec des concentrations faibles au mois de février et juin, cela serait dû aux mauvaises conditions climatiques de cette année qui ont favorisé la remise en suspension ainsi que les apports anthropiques.

Par contre on a remarqué une bonne qualité à acceptable des eaux des plages, Ain Taya (Flots bleu), Bateau Cassé et plage Riadh (Sidi-Fredj), avec un maximum de l'ordre de 300UFC/100 ml. Ces valeurs sont conformes aux normes Algériennes.

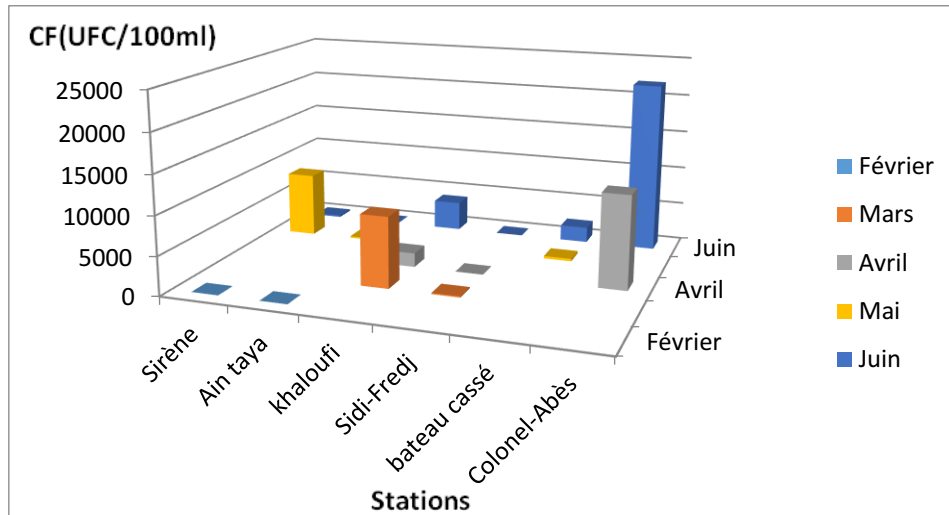


Figure 21 : Variation de la charge en coliformes fécaux au niveau de 6 plages étudiées.

Les résultats de la (**Figure 22**) montrent les concentrations en coliformes fécaux au niveau des plages situés dans la baie d'El-Djamila.

On a enregistré un maximum de 5600 UFC/100 ml au mois d'avril et 1640 UFC/100 ml au mois de mai au niveau de plage El -Bahdja, cela pourrait s'expliquer par les apports Oued Béni Messous, chargé de rejet d'origine domestique, agricole et d'élevage rejetés dans l'Oued sans aucun traitement préalable. C'est l'une des raisons que cette plage a été interdite à la baignade par le Gouvernement du grand Alger en Septembre 2009.

En ce qui concerne les autres plages de la baie d'El-Djamila : plage Méditerrané, Fontaine, Moritti, et Sheraton on a enregistré des concentrations très faibles en coliformes fécaux durant les deux mois d'Avril et Mai, comprise entre 150 UFC/100 ml et 320 UFC/100 ml, ces valeurs sont conformes aux normes Algériennes.

Ces résultats confirment la salubrité de ces plages, où on a vu durant les prélèvements des eaux claires, propres et aucun déversement visible n'a été observé.

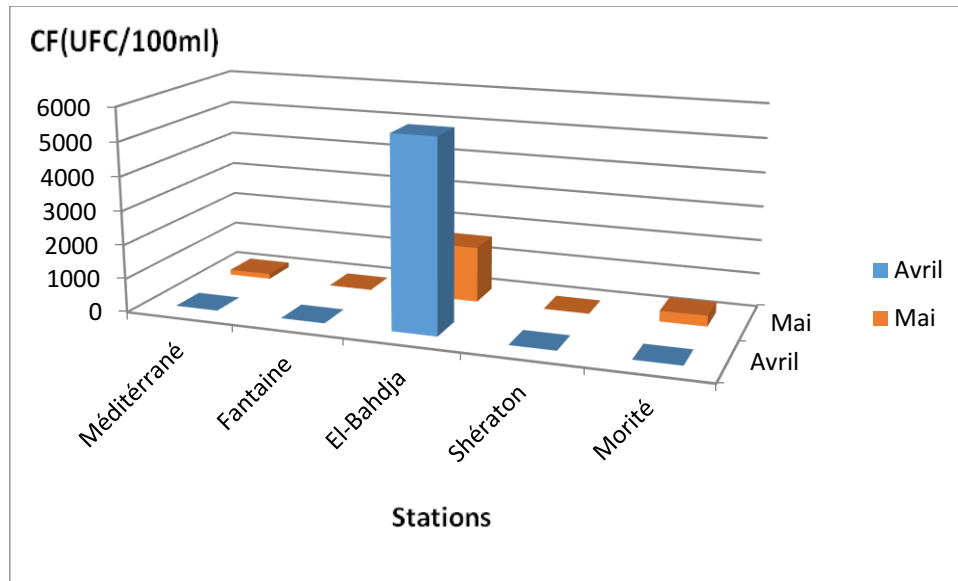


Figure 22 : Variation de la charge en coliformes fécaux au niveau des plages situées dans la baie d’El-Djamila.

III.2.1.3.Présence d’*Escherichia coli*

Le **tableau 4** montre les résultats obtenus pour la recherche d’*E.coli* dans les sites d’études.

Tableau 4: Résultats obtenus pour la recherche d’*E.coli*.

A : Absence

P : Présence

| Plage/Mois | Février | Mars | Avril | Mai | Juin |
|-------------------|---------|------|-------|-----|------|
| Sirène | A | | | P | A |
| Flots bleu | A | | | A | A |
| Bateau Cassé | | | | P | P |
| Riadh(sidi-fredj) | | A | A | A | |
| Kheloufi I | | P | P | | P |
| Colonel Abbas | | | A | | P |
| El-Bahdja | | | A | P | |
| Méditerrané | | | A | P | |
| Fontaine | | | A | A | |
| Moritti | | | A | P | |
| Sheraton | | | A | A | |

La présence d’*E.coli* confirme la contamination fécale des plages ce qui les rends insalubre. Ce germe a été retrouvé en permanence dans la plage kheloufi I et ponctuellement dans les sites :

la sirène, Bateau Cassé et même à 100 mètre dans les sites de la baie d'El Djamila (El Bahdja, méditerrané et Moritti) durant le mois de mai et uniquement au niveau de la plage Bateau Cassé et à l'Embouchure de Oued Mazafran (Colonel Abbas) au mois de juin.

Cette grande contamination au mois de mai serait dû aux mauvaises conditions climatiques (forte pluviométrie) ce qui a engendré de forts débits des Oueds Mazafran pour la plage Kheloufi I et Colonel Abbas, Béni Messous pour la plage d'El -Bahdja et El-Hamiz pour la plage Bateau Cassé, ainsi qu'aux rejets urbains (habitations, hôtels...).

III.2.1.4. Comparaison entre les résultats des concentrations en coliformes totaux et fécaux pour les plages situés dans la baie d'El-Djamila et les autres plages Algéroises

Les résultats obtenus pour la recherche des coliformes totaux et fécaux et *E.coli*, dans les différents sites, montrent qu'au niveau de la baie d'El-Djamila, une seule plage (El-Bahdja) a été trouvée polluée par rapport aux autres plages (plage Méditerrané, Fontaine, Moritti, et Sheraton) qui sont de qualité acceptables.

Par contre on a confirmé d'après nos résultats la mauvaise qualité des 3 sites Algérois, celle de kheloufi I, la Sirène et au niveau de l'Embouchure de Oued Mazafran dans la plage Colonel Abbas.

Les plages Ain Taya (Flots Bleus), Bateau Cassé et El Riadh (Sidi-Fredj) sont de bonne qualité à acceptable.

Au cours des prélèvements et d'après les résultats obtenus, on a constaté également l'effet néfaste des déversements des oueds directement en mer et aussi les déversements des eaux usées, ce qui entraîne une dégradation des plages au cours du temps.

Concernant les plages Riadh (Sidi-Fredj), Sheraton, Fontaine et Flots bleu (Ain Taya), sont des plages propres et de bonne qualité vue la clarté de l'eau et les faibles concentrations en germes indicateurs de pollution CT, CF et l'absence d'*E.coli*.

III.2.1.5. Recherche des *vibrio*

Dans cette étude nous avons voulu recenser les différentes espèces de *Vibrio* existantes dans les eaux côtières algéroises. Après plusieurs enrichissements et repiquages sur milieu TCBS, aucune souche appartenant au genre *Vibrio* n'a été identifiée au niveau des sites d'étude, cela

serait probablement dû aux mauvaises conditions climatiques de cette année (hautes vagues, houle), les Vibrions sont des germes qui se stressent beaucoup.

III.2.2. Analyse microbiologique du sédiment

III.2.2.1. Coliformes totaux (CT)

D'après l'histogramme ci-dessous (**Figure 23**), il existe une variation des valeurs de coliformes totaux en fonction des stations de prélèvement, la plus grande valeur est enregistrée à la station EL-Bahdja avec une concentration de l'ordre de 750 CT/g au mois d'Avril, suivi de la Sirène 250 CT/g au mois de mai, Moritti 95 CT/g au mois de mai, et la plus faible au niveau des plages méditerranée et Sidi-Fredj avec des valeurs comprise entre 0.3 et 9 CT/g.

Il semblerait qu'une bonne partie des coliformes s'est adsorbés sur les sédiments fins. Il est actuellement admis que les concentrations bactériennes au niveau des sédiments pouvaient être 100 à 1000 fois plus élevées que celles des eaux de surface (**Irvine et Pettibone, 1993 ; in Alzieu et al, 1999**).

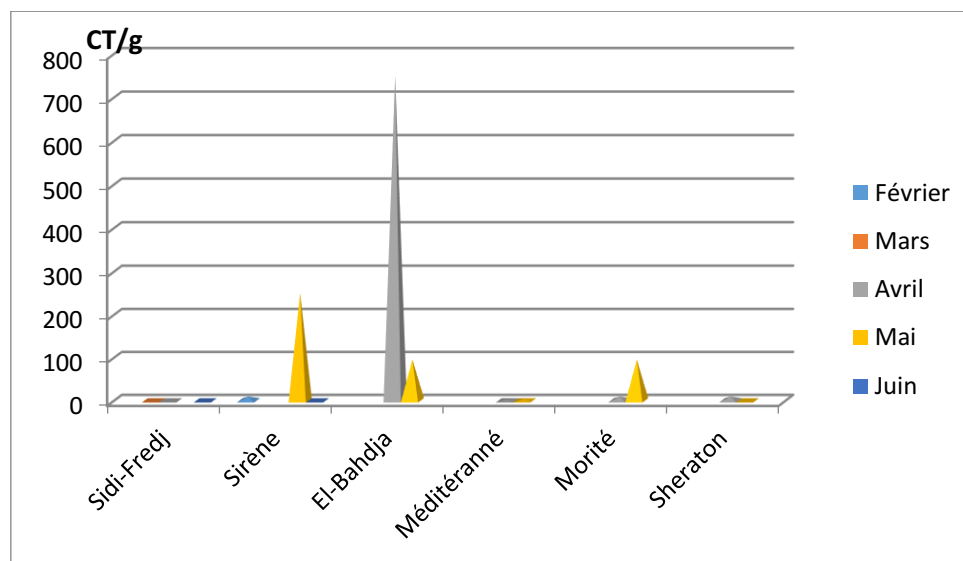


Figure 23 : Variation des concentrations des coliformes totaux (CT) dans le sédiment en fonction des stations.

III.2.2.2. Coliformes fécaux :

Concernant les coliformes fécaux, On a remarqué des teneurs assez faibles dans toutes les stations de prélèvement des sédiments, à l'exception de la station EL-Bahdja où on a enregistré un taux de 95 CF/g en mois de mai, cela pourrait s'expliquer par le fait que les courants de

sable et des eaux usées apportées par Oued Beni-Messouss sont très chargés en germes et se déversent directement dans cette zone (**Figure 24**).

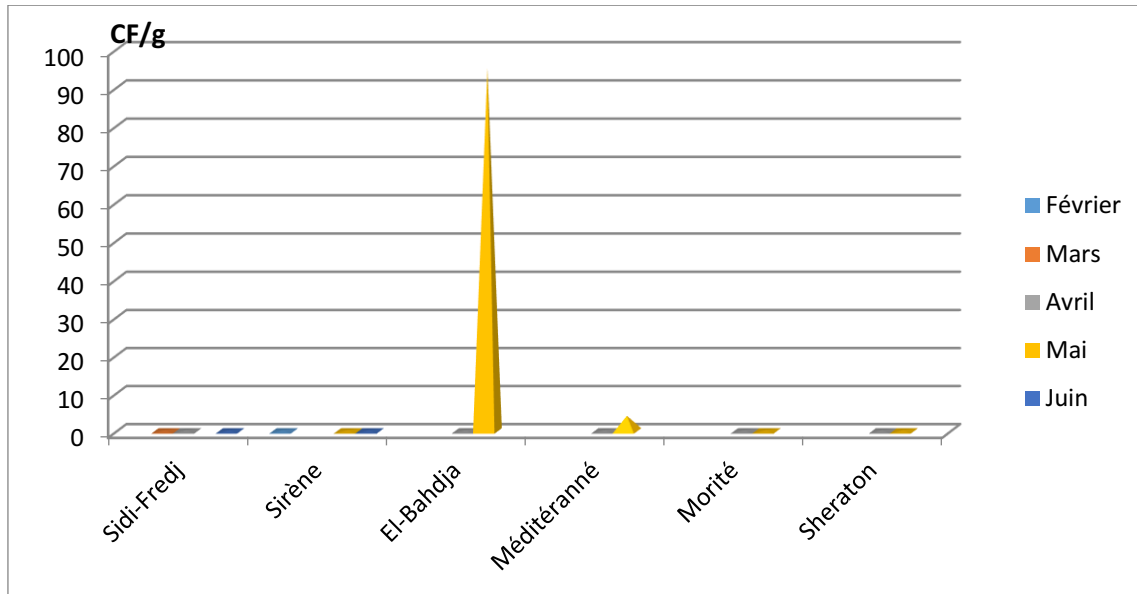
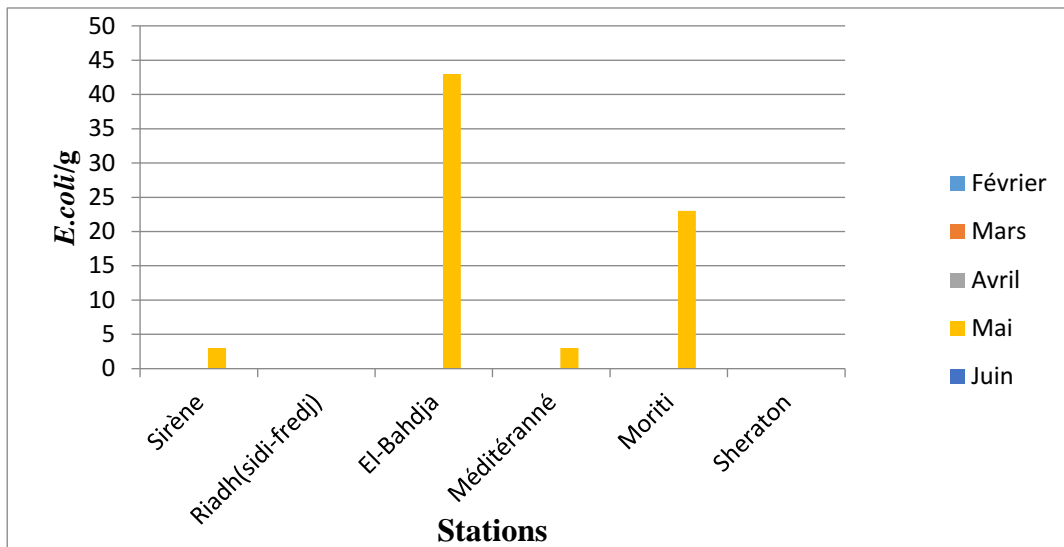


Figure 24 : Variation des concentrations des coliformes fécaux (CF) dans le sédiment en fonction des stations.

III.2.2.3. Recherche d'*E. coli*:

Concernant *E. coli*, un bon indicateur de contamination fécale des eaux, les résultats ont montré sa présence dans les prélèvements du mois de mai dans les sédiments de presque la totalité des sites (la Sirène, El-Bahdja, Méditerranée et Morité). Ceci pourrait s'expliquer par les forts apports anthropiques durant cette période (**Figure 25**).

Figure 25: Résultats de la recherche d'*E.coli* dans les sédiments.



III.2.2.4. Recherche des *Vibrio* :

Dans cette étude nous avons voulu recherché les différentes espèces de *Vibrio* existantes dans les sédiments des déférentes plages côtières algéroises. Après plusieurs enrichissements et repiquages sur milieu TCBS, aucune souche appartenant au genre *Vibrio* n'a été identifiée.

III.3. Identification et évaluation de la résistance aux antibiotiques des bactéries isolées.

III.3.1. Identification

Une collection de 25 coliformes isolés à partir de l'eau et du sédiment, a été mise en place pour l'évaluation de la résistance aux antibiotiques dans ces plages. L'identification de ces souches nous a permis de les assignées aux espèces : *Escherichia coli* (n=18,72%), *K. oxytoca* (n=2, 8%), *Raou. Ornithinolytica* (n=2, 8%), *K. pneumoniae* (n=1, 4%), *Citro.freundii* (n=1, 4%) et *Kluyveraspp* (n=1, 4%) (**Figure 26, figure 27, Tableau 5**).

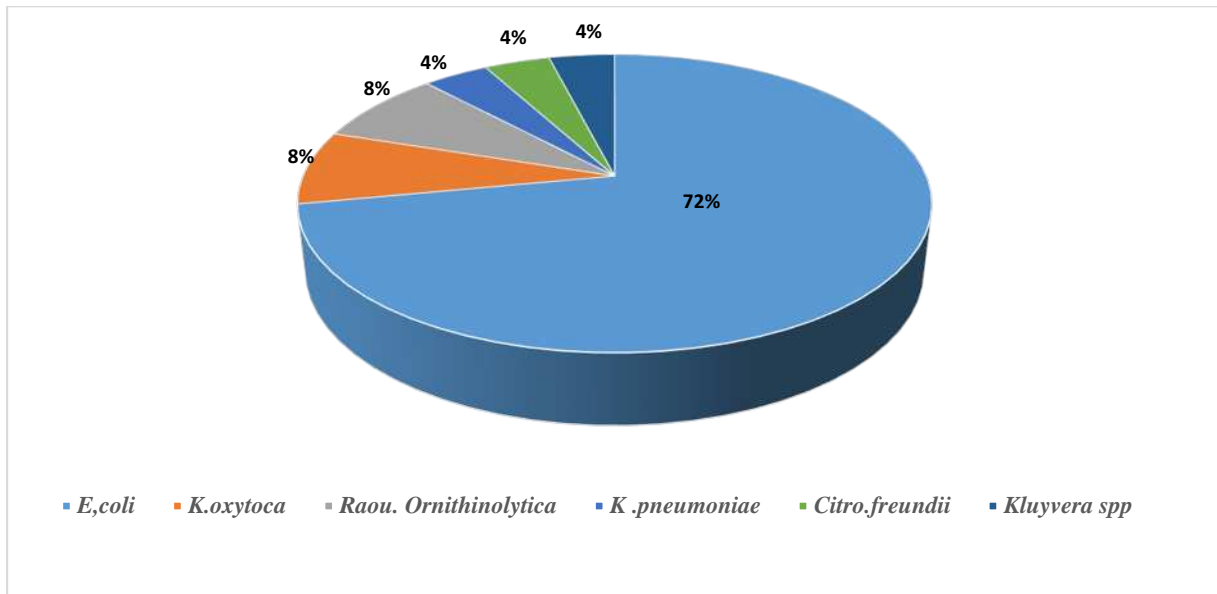


Figure 26: Répartition des 25 souches selon leur identification

D'après la **Figure 27** on a remarqué une variation des souches identifiées dans les différents sites avec des nombres élevés dans les plages : EL-Bahdja, Bateau Cassé et Moritti.

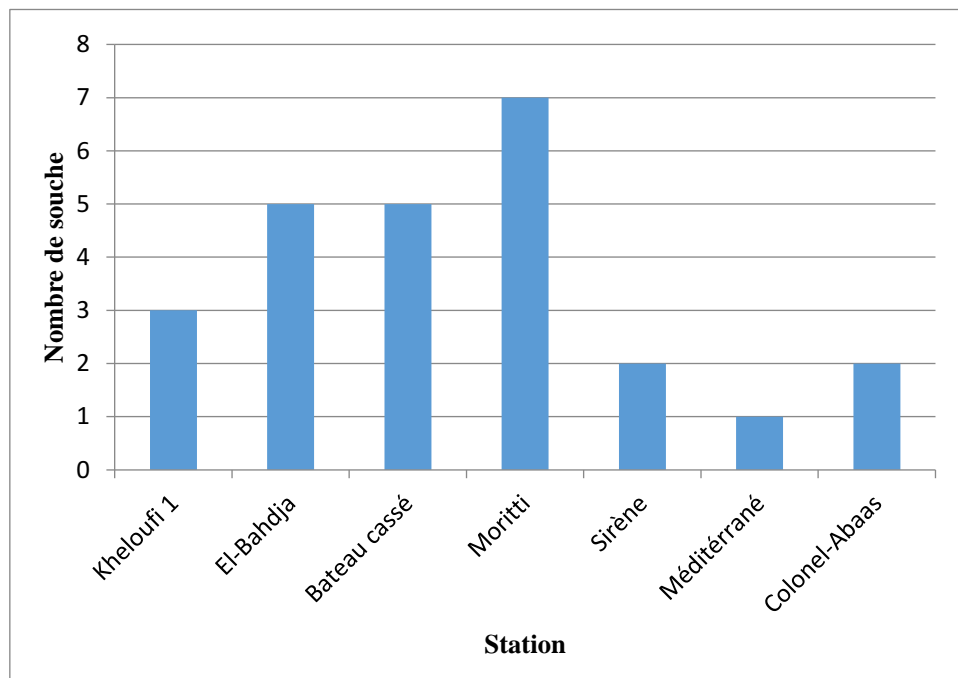


Figure 27 : Prévenance des souches identifiées

III. Résultats et discussions

Tableau 5 : Identification des souches.

| Souche | Site | Origine | Date | Code galerie | Identification |
|--------|----------------------------|---------|----------|--------------|----------------------------------|
| 1 | Kheloufi | Eau | 18 Avril | 5144572 | <i>E.coli</i> |
| 2 | Bateau Cassé | Eau | 06 Mai | 5344572 | <i>Kluyveraspp</i> |
| 3 | Bateau Cassé | Eau | 06 Mai | 5044572 | <i>E.coli</i> |
| 4 | Sirène | Eau | 06 Mai | 5144572 | <i>E.coli</i> |
| 5 | Sirène | Eau | 06 Mai | 5144542 | <i>E.coli</i> |
| 6 | El-Bahdja | Eau | 06 Mai | 5215773 | <i>K.pneumoniae</i> |
| 7 | Moritti | Eau | 06 Mai | 5255773 | <i>K. oxytoca</i> |
| 8 | Méditerranée | Eau | 06 Mai | 5144542 | <i>E.coli</i> |
| 9 | Moritti | Eau | 06 Mai | 1004572 | <i>Citro.freundii</i> |
| 10 | Moritti | Eau | 06 Mai | 5044572 | <i>E.coli</i> |
| 11 | Moritti | Eau | 06 Mai | 5044552 | <i>E.coli</i> |
| 12 | Moritti | Eau | 06 Mai | 7144572 | <i>E.coli</i> |
| 13 | Moritti | Eau | 06 Mai | 5355773 | <i>Raou. Ornithinolytica</i> |
| 14 | Moritti | Eau | 06 Mai | 5355773 | <i>Raou. Ornithinolytica</i> |
| 15 | El-Bahdja | Eau | 06 Mai | 5144572 | <i>E.coli</i> |
| 16 | El-Bahdja | Eau | 06 Mai | 5044552 | <i>E.coli</i> |
| 17 | El-Bahdja | Eau | 06 Mai | 5044552 | <i>E.coli</i> |
| 18 | El-Bahdja | Eau | 06 Mai | 5255773 | <i>K.oxytoca</i> |
| 19 | Bateau Cassé | Eau | 04 Juin | 7144572 | <i>E.coli</i> |
| 20 | Bateau Cassé | Eau | 04 Juin | 5144572 | <i>E.coli</i> |
| 21 | Kheloufi | Eau | 04 Juin | 5044552 | <i>E.coli</i> |
| 22 | Bateau Cassé | Eau | 04 Juin | 5144572 | <i>E.coli</i> |
| 23 | Kheloufi | Eau | 04 Juin | 7044552 | <i>E.coli</i> |
| 24 | Embouchure d'Oued Mazafran | Eau | 04 Juin | 7144572 | <i>E.coli</i> |
| 25 | Embouchure d'Oued Mazafran | Eau | 04 Juin | 5144572 | <i>E.coli</i> |

Plage Bateau Cassé :



Kluyvera spp(N=1)

Plage EL-BahdjaetMoritti :



K.oxytoca (N=2)

Moritti



Citro.freundii(N=1)

Plage Moritti :



Raou. Ornithinolytica (N=2)

plageKheloufi, Bateau Cassé, Sirène, Méditerranée, Moritti, El-Bahdja, et Colonel Abbas :



E.coli (N=18)

N= Nombre d'espèces

Figure 28 : Illustration des espèces identifiées par galerie API 20E dans les différents sites.

III.3.2. Sensibilité aux antibiotiques des souches

La sensibilité aux antibiotiques des (25) souches testées a été étudiée par la méthode de diffusion en milieu gélosé. Les résultats sont représentés dans la **figure 29** et le **tableau 6**.

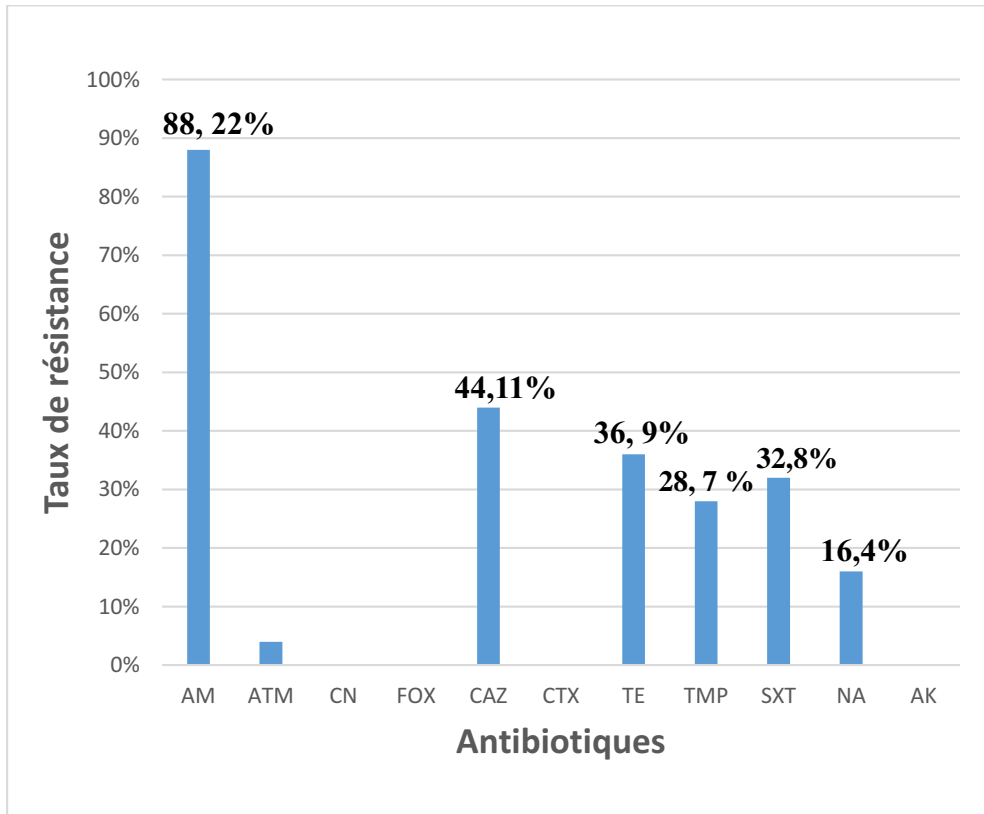


Figure 29: Taux de résistance aux antibiotiques des 25 coliformes isolés à partir des sites d'étude.

III. Résultats et discussions

Tableau 6 : La sensibilité des 25 souches identifiées aux antibiotiques.

| Souches ATB Φ mm Des souches | Boîte 1 | | | | | Boîte 2 | | | | | | Site | Date |
|---------------------------------------|--------------------|---------|---------|-----------|---------|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|-----------|---------------|-------|
| | AM | ATM | FOX | CAZ | CTX | CN | TE | TMP | SXT | NA | AK | | |
| | <=19 R Et >19 S | 26 -21 | 19-15 | 22- 19 | 20-17 | 17- 14 | 20- 23 | 18-15 | 14- 11 | 19- 14 | 16- 13 | | |
| S1 <i>E.coli</i> | 0 R | 24 I | 20 S | 18 R | 32 S | 22 S | 0 R | 0 R | 0 R | 0 R | 22 S | Kheloufi | Avril |
| S2 <i>Kluyveraspp</i> | 0 R | 32 S | 20 S | 19 I | 22 S | 23 S | 20 S | 26 S | 24 S | 24 S | 24 S | Bateau Cassé | Mai |
| S3 <i>E.coli</i> | 0 R | 32 S | 21 S | 17 R | 30 S | 22 S | 19 R | 26 S | 24 S | 24 S | 25 S | Bateau Cassée | Mai |
| S4 <i>E.coli</i> | 13 R | 33 S | 22 S | 20 I | 33 S | 21 S | 22 S | 25 S | 23 S | 24 S | 22 S | Sirène | Mai |
| S5 <i>E.coli</i> | 15 R | 30 S | 23 S | 21 I | 32 S | 20 S | 20 S | 20 S | 22 S | 20 S | 20 S | Sirène | Mai |
| S6 <i>K.pneumoniae</i> | 0 R | 39 S | 22 S | 20 S | 35 S | 24 S | 0 R | 22 S | 24 S | 22 S | 26 S | El-Bahdja | Mai |
| S7 <i>K.oxytoca</i> | 0 R | 36 S | 20 S | 20 I | 34 S | 24 S | 20 S | 24 S | 20 S | 25 S | 27 S | Moritti | Mai |
| S 8 <i>E.coli</i> | 0 R | 33 S | 20 S | 19 I | 33 S | 23 S | 21 S | 24 S | 23 S | 25 S | 25 S | Méditerranée | Mai |
| S 9 <i>Citro.freundii</i> | 0 R | 34 S | 20 S | 20 I | 34 S | 24 S | 20 S | 22 S | 22 S | 22 S | 36 S | Moritti | Mai |
| S 10 <i>E.coli</i> | 26 S | 36 S | 22 S | 20 I | 32 S | 24 S | 0 R | 26 S | 26 S | 0 R | 24 S | Moritti | Mai |
| S 11 <i>E.coli</i> | 0 R | 35 S | 21 S | 18 R | 35 S | 22 S | 0 R | 0 R | 0 R | 15 I | 26 S | Moritti | Mai |
| S 12 <i>E.coli</i> | 0 R | 36 S | 22 S | 22 S | 34 S | 20 S | 22 S | 0 R | 0 R | 26 S | 26 S | Moritti | Mai |
| S 13 <i>Raou. Ornithinolytica</i> | 0 R | 20 R | 16 I | 17 R | 30 S | 22 S | 36 S | 20 S | 16 S | 18 I | 26 S | Moritti | Mai |
| S 14 <i>Raou. Ornithinolytica</i> | 0 R | 34 S | 20 S | 20 S | 32 S | 24 S | 20 S | 20 S | 20 S | 20 S | 22 S | Moritti | Mai |
| S 15 <i>E.coli</i> | 0 R | 32 S | 20 S | 16 R | 30 S | 24 S | 20 S | 28 S | 22 S | 20 S | 22 S | El-Bahdja | Mai |
| S 16 <i>E.coli</i> | 0 R | 34 S | 22 S | 22 S | 32 S | 20 S | 22 S | 0 R | 0 R | 26 S | 26 S | El-Bahdja | Mai |
| S 17 <i>E.coli</i> | 0 R | 30 S | 20 S | 22 S | 20 S | 22 S | 0 R | 27 S | 21 S | 0 R | 21 S | El-Bahdja | Mai |
| S 18 <i>K.oxytoca</i> | 0 R | 34 S | 22 S | 20 I | 32 S | 24 S | 20 S | 20 S | 20 S | 24 S | 24 S | El-Bahdja | Mai |
| S 19 <i>E.coli</i> | 0 R | 34 S | 20 S | 18 R | 32 S | 23 S | 22 S | 25 S | 21 S | 22 S | 25 S | Bateau Cassé | Juin |
| S 20 <i>E.coli</i> | 0 R | 34 S | 18 I | 18 R | 31 S | 21 S | 21 S | 23 S | 21 S | 24 S | 24 S | Bateau Cassé | Juin |
| S 21 <i>E.coli</i> | 0 R | 34 S | 18 I | 17 R | 32 S | 23 S | 0 R | 0 R | 0 R | 0 R | 23 S | Kheloufi | Juin |
| S 22 <i>E.coli</i> | 0 R | 34 S | 20 S | 18 R | 32 S | 24 S | 0 R | 34 S | 0 R | 24 S | 28 S | Bateau Cassé | Juin |
| S 23 <i>E.coli</i> | 0 R | 34 S | 21 S | 18 R | 32 S | 21 S | 0 R | 0 R | 0 R | 21 S | 22 S | Kheloufi | Juin |
| S 24 <i>E.coli</i> | 0 R | 34 S | 20 S | 18 R | 30 S | 22 S | 22 S | 24 S | 23 S | 24 S | 24 S | Colonel Abbas | Juin |
| S 25 <i>E.coli</i> | 0 R | 34 S | 21 S | 17 R | 32 S | 21 S | 22 S | 0 R | 0 R | 23 S | 23 S | Colonel Abbas | Juin |

R=Résistante

S=Sensible

I=Intermédiaire

III. Résultats et discussions

Les résultats montrent une résistance totale à l'ampicilline (n =88,22 %), à CAZ (n =44,11 %), et TE (n=36,9 %) suivi du TMP (n=28,7 %) et SXT (n=32,8%), et faible à l'acide nalidixique (n=16,4%) et l'aztréonam (n= 4,1%) et une sensibilité aux autres antibiotiques (CTX, FOX, CN et KA).

D'après la lecture interprétative de l'antibiogramme, nous avons constaté que la souche *K. pneumoniae* présente un profil naturel à l'exception de la résistance aux TE. *Kluyvera. spp*, *K.oxytoca*, *Citro.freundii* et *Raou.Ornithinolytica* présentent un profil de résistance naturel (CASFM, 2018).

Concernant les espèces *d'E.coli*, la moitié des souches ont présenté un profil de résistance naturel. Cependant, l'autre moitié a présenté des résistances aux TE, TMP, SXT en plus de CAZ et NA chez certaines souches. Ces *E.coli* résistantes ont été retrouvées dans les plages kheloufi I, embouchure d'Oued Mazafran, EL- Bahdja, Bateau Cassée et Moritti, ce qui montre l'impact des apports anthropiques sur l'environnement. Mêmes conclusions ont été rapportées par (Alouache et al ,2012).

Conclusion

L'objectif principal de notre étude est l'évaluation de la salubrité d'un certain nombre de plages soumises à différents niveaux d'apports anthropiques (de la plage Flots bleus (Ain taya) passant par des plages de la baie d'EL-Djamila jusqu'à l'embouchure de Oued Mazafran (Plage Colonel Abbas) ainsi qu'à évaluer la résistance aux antibiotiques de certains coliformes isolés. Pour ce faire, 08 sorties ont été effectuées pour une période allant du 18 Février au 4 juin de l'année en cours.

Pour l'analyse de l'eau, 11 stations ont été choisies contre 6 stations pour l'analyse du sédiment.

Les résultats des analyses microbiologiques (coliformes totaux et fécaux) ont révélé que les plages : Sirène, EL-Bahdja, Kheloufi I et l'embouchure d'Oued Mazafran (Plage Colonel Abbas) sont de mauvaise qualité, ce qui a été confirmé par la présence d'*Escherichia coli*, germe incriminé dans des problèmes sanitaires alimentaire ou liés à la baignade.

Dans certaines plages : la plage Moritti. Méditerranée et Bateau Cassé..., la présence d'*Escherichia coli* a été ponctuellement notée bien que les normes des eaux de baignades ont été respectées, cela montre que la qualité de ces eaux doit être surveillée. Les autres plages ont été de qualité acceptable.

L'étude de la résistance de quelques souches aux antibiotiques dans les différentes plages a montré une variation de sensibilité.

D'après la lecture interprétative de l'antibiogramme, nous avons constaté que la souche *K. pneumoniae* présente un profil naturel à l'exception de la résistance aux TE. *Kluyveraspp*, *K. oxytoca*, *Citro. freundii*, et *Raou. Ornithinolyticap* présentent un profil de résistance naturel (CASFM, 2018).

Concernant les espèces *d'E.coli*, la moitié des souches ont présenté un profil de résistance naturel. Cependant, l'autre moitié a présenté des résistances acquises aux TE, TMP, SXT en plus de CAZ et NA. Ces *E.coli* résistantes ont été retrouvées pour la majorité, dans les plages de qualité microbiologique insuffisante, ce qui montre l'impact des apports anthropiques sur l'environnement.

A la lumière de ces résultats, nous pouvons dire que les apports anthropiques ramenés par les oueds ont un impact néfaste sur la qualité des eaux de baignade ce qui les rend insalubres et

favorise également le maintien et la dissémination de la résistance des bactéries dans l'environnement.

En perspectives et en continuité de ce travail il serait intéressant de :

- Continuer à contrôler la qualité des eaux de ces plages
- Déterminer les mécanismes impliqués dans la résistance aux antibiotiques

Références bibliographiques

Références bibliographiques

A

- **ABER, A. (2010)** .L'évaluation de la résistance aux antibiotiques chez les bactéries à Gram négatif isolées au niveau de la ferme piscicole marine ONDPA Cap Djinet de Boumerdes. Mémoire d'ingénieur en sciences de la mer. Aquaculture. Alger : ENSSMAL.
- **ALIOUI, I., ZEBILA, I. (2013)**. Evaluation de la résistance à l'antibiotique chez les coliformes isolés à partir de la moule (*Mytilus galloprovincialis*). Mémoire d'ingénieur en sciences de la mer. Aquaculture. Alger : ENSSMAL, 45p.
- **ALOUACHE, S. (2012)** .Prévalence et caractérisation de la résistance aux agents antimicrobiens chez les bacilles à Gram négatif isolés de l'environnement. Thèse de doctorat. USTHB. 100p
- **ALOUACHE, S., KADA, M., MESSAI, Y., ESTEPA, V., TORRES, R., BAKOUR, R. (2012)** .Antibiotic Resistance and Extended-Spectrum β -Lactamases in Isolated Bacteria from Seawater of Algiers Beaches (Algeria). *Microbes Environ* **27**(1): 80–86.
- **AMISHA, D. C. (2008)**. Antibiotics in Water Treatment : The Role of Water Quality Conditions on their Fate and Removal during Chlorination and Nanofiltration. Thèse de doctorat. Institute of Technologie, Georgia .
- **ARLET, G. et PHILIPPON, A. (2006)**. Les nouvelles bêta-lactamases à l'aube du troisième millénaire. *Revue française des laboratoires* **352** ; 41-55.

B

- **BACHARI, F., BELKESSA, R., KHOUIDER, A., BACHARI, N. (2004)**. Etude corrélative des paramètres physico-chimiques et des données satellitaires IRS1C pour caractériser la pollution aquatique. *Revue des sciences de l'eau*. Alger ,40p
- **BENBAHRIA, I., NOUASRIA, Z. (2016)**.Analyse microbiologique de la moule *Mytilus galloprovincialis*. Mémoire d'ingénieur en sciences de la mer. Aquaculture. Alger : ENSSMAL, 49p.
- **BERKANE, D., ZIAN, B. (2010)**. Effets du traitement des eaux usées sur la résistance aux antibiotiques au niveau de la station d'épuration de Boumerdes. Mémoire d'ingénieur en sciences de la mer. Environnement. Alger : ENSSMAL, 60p.
- **BILLARD, R. (2005)**. Introduction à l'aquaculture. *Ed Lavoisier Tec & Doc, Paris*.235p
- **BOUAZIZ, T., DJERRAI, N. (2010)**.Etude des caractéristiques physicochimiques et bactériologiques des eaux de mer et des sédiments dans le port de plaisance « Sidi Fredj »,

en vue d'une immersion. Mémoire d'ingénieur en sciences de la mer. Environnement. Alger : ENSSMAL, 78p.

- **BRYSKIER, A. (1999)** .Antibiotique agent antibactérien et antifongique. Edition Ellipses : 436-440p.

C

- **CA-SFM., (2018)**. Comité de l'antibiogramme de la société française de microbiologie.
- **CASTIGLIONI, S., K. MILLER, B. P. BURNS, E. ZUCCATO, D. CALAMARI, ET B. A. NEILAN. 2008**. Novel homologs of the multiple resistance regulator marA in antibiotic-contaminated environments. Water research.
- **CAVALLO, J.D., FABRE, R., JALHI, F., RAPP, C., et GRRABE, E (2004)** . β -lactamases (béta-lactamantibiotics).EMC-Maladies infectieuses 1 :129-202.
- **CEAEQ., (2000)**. Recherche et dénombrement des coliformes fécaux ; méthode par filtration sur membrane. Centre d'expertise en analyse environnementale, Gouvernement du Quebec, 24p.
- **CHARLIER, P. et al. (1998)**. Résistance bactérienne aux béta-lactamines. Médecine/Science.14 :544-55.
- **COLMEN K., ATHALYE M., CLANCEY A., DAVISON M., PAYNE D.J., PERRY C.R., CHOPRAL. (1994)**. Bacterial resistance mechanisms as therapeutic.
- **COURVALIN, P., GLODSTIEN, F., FILLIPPON, A. et SIROT, J. (1985)**. L'antibiogramme, 1^{ère} édition. MCP édition Paris.

D

- **DAVISON, J. (1999)**. Genetic exchange between bacteria in the environment. Plasmid.
- **DELLARRAS, C. (2003)**. Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux.269p.
- **DOUBLET, B. (2004)**. Caractérisation des éléments génétiques du gène de résistance au florofénicolflor cher *Salmonella enterica* et *Escherichia coli*. Thèse de doctorat. Université de Tours.

G

- **GALAF, F., GHANNAM, S. (2003)**. Contribution à l'élaboration d'un manuel et d'un site web sur la pollution du milieu marin. Mémoire de troisième cycle. Institut agronomique et vétérinaire Hassan II Rabat. 101p.
- **GOUJOUS, D. (1995)**. La pollution des milieux aquatiques Aide-mémoire. *Ed Lavoisier Tec & Doc, Paris.220p.*

H

- **HALLING-SORENSEN, B., NORS NIELSEN, S., LANZKY, P. F., INGERSLEV, F., HOLTEN LIITZHOF, H. C., et JORGENSEN, S. E., (1998).** Occurrence, fate and effects of pharmaceutical substances in the environment – a review. *Chemosphere*.
- **HASLAY, C., LECLERC, H. (1993).** Microbiologie des eaux d'alimentation. Technique & Documentation, *Ed Lavoisier. Paris* : 495 p.
- **HEBBAR, S. (2005).** A role for Fas in the stabilization of motor neuron branches during pruning in *Drosophila*. *Revue*, 70p.

J

- **JACOBY, G.A., et MEDEIROS, A.A. (1991).** More extended-spectrum β -lactamase. *Antimicrob. Agents. Chemother.* 35 :1697-1704.
- **JARLIER, V., NICOLAS, M., FOURNIER, G., PHILIPPON, A. (1988).** Extended broad-spectrum β -lactamases conferring transferable resistance to newer β -lactam agents in Enterobacteriaceae: hospital prevalence and susceptibility patterns. *Infection Des.* 4(10) :143-149.
- **JOLY B., REYNAUD A. (2003).** Entérobactéries : systématiques et méthodes d'analyses. Edit. Techniques et Documentation. Paris. 356p.

K

- **KADA, M. (2012).** Détection de la résistance bactérienne aux antibiotiques dans l'environnement marin, influence des apports anthropiques. Thèse de Magister. Environnement marin. Alger : ENSSMAL, 20-21 p.
- **KUMMEMER, K. (2004).** Resistance in the environment. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. 54. p. 311-320.

L

- **LATEEF, A., OLOKE, J.F., GUEGUIN KANA, E.B. (2005).** The prevalence of bacterial resistance in clinical food, water and some environmental samples in southwest Nigeria. *Environmental Monitoring and assessment* 100. p. 59-69.
- **LEVINE, M. M., EDELMAN, R. (1984).** Enteropathogenic *Escherichia coli* of classic serotypes associated infant diarrhoea: epidemiology and pathogenesis. *Epidemiol. Rev.* 6. p. 3151.
- **LEVY, S.B., MILLER, R.V. (1989).** Horizontal gene transfer in relation to environmental release of genetically engineered microorganisms. *Gene transfer in the environment*. McGraw-Hill Publishing Company, New York. p. 405-420.

- **LIVERMORE, D.M. (1995)** . β -lactamases in laboratory and clinical resistance **.In: Heritage J., 1999.**

N

- **NIKAIDO, H. (1992)** .Porens and specific channels of bacterial outer membranes, *Mol.Microbial*, 6(4) :435-442.

P

- **PATHAK, S.P., GOPAL K. (2005)**. Occurrence of antibiotic and metal resistance in bacteria from organs of river fish. *Environmental Research*. 98. P. 100-103.
- **PELMONT, J. (1993)**. Bactéries et environnement. *Ed EDP sciences* ,1254p.
- **PERRETEN, V., SCHWARZ, F., CRESTA, L., BOEGLIN, M., DASEN, G., TOUBER M. (1997)**. Antibiotic resistance spread in food. *Nature*. 389: 801-802.

R

- **RODIER, J., BZIN, C., BROUTIN, J.P., CHAMBON, P., CHAMPSAUR, H., ET RODI, L. (2005)**. L'analyse de l'eau, eau naturelle, eaux résiduelles, eau de mer. Ed DUNOD, 1383p.
- **RODIER, J. et al. (1996)**. Analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. *Ed. Dunod, Paris* : 1983 p.

S

- **SARMAH, A. K., MEYER, M. T., et BOXALL, A. B. A. (2006)**. A global perspective on the use, sales, exposure pathways, occurrence, fate and effects of veterinary antibiotics (VAs) in the environment. *Chemosphere*.
- **SINGLETON, P. et SAINSBURY, D. (1984)**. Bactériologies. Ed. MASSON, 158p.
- **SINGLETON, P. (2002)**. Bactériologie. Ed Masson, Paris. 158p.

T

- **TEUBER, M. (1999)**. Spread of antibiotic resistance with food- borne pathogens. *Cell. Mol. Life Sci*. 56. p. 755-763.

V

- **VEDEL, G. (1994)**. La lecture interprétative facteur de maîtrise de l'antibiogramme. *Spectra Biologie*. 16. p.8-31.

- **VEDEL, G. (1997)** : La lecture interprétative facteur de maîtrise de l'antibiogramme spectro biologie. 16 : 31-38.

W

- **WITTE, W. (2000)**. Ecological impact of antibiotic use in animals on different complex microflora environment. Int J Antimicrob Agents.

Z

- **ZHANG, Y., CARL, F.M., CARL, S., et CHUANWU, X.I. (2009)**.Waste water treatment contributes to selective increase of antibiotic resistance among *Acinetobacterspp.*(Science of the Total Environnement).

Annexes

Annexes

Annexe 1

Milieu de culture

Principe

Un milieu de culture doit satisfaire à toutes les exigences nutritives des micro-organismes :

- Apport de la source d'énergie, de carbone et d'azote ;
- Besoins en ions minéraux, en facteurs de croissance ;
- pH et force ionique voisins de la valeur optimum ;

Il peut se présenter sous forme liquide ou solide, par addition d'agar ou gélose, de gélatine, d'œuf entier coagulé ou de Gel de silice.

Procédure :

- Mesurer la masse nécessaire de poudre et d'éventuels additifs,
- Mettre les poudres en suspension dans un volume de diluant inférieur au volume nécessaire,
- Chauffer pour dissoudre si nécessaire en agitant (à ébullition en général),
- Ajouter le complément de diluant,
- Ajuster le pH par addition de NaOH ou HCL à 0.1 mol.dm^{-3} à l'aide d'un pH-mètre, sauf si le fabricant indique le contraire,
- Conditionner, en prenant garde à la solidification d'un milieu contenant de l'agar et en respectant les contraintes de volumes pour certains milieux,
- Stériliser, éventuellement à l'autoclave ou par filtration, assez rapidement après la fabrication.

La composition des milieux de culture utilisés

➤ Gélose lactosée au TTC et au Tergitol

| Composition | Quantité (g /l) |
|---------------------|-----------------|
| Peptone | 10 |
| Extrait de levure | 6 |
| Extrait de viande | 5 |
| Lactose | 20 |
| Bleu de bromothymol | 0.05 |
| Agar | 12.75 |

- pH : 7.2 ± 0.2
- Stérilisation à l'autoclave : 15 minutes à 115 ± 1 C°

➤ Gélose thiosulfate-citrate-bile-saccharase (TCBS)

| Composition | Quantité (g/l) |
|-----------------------|----------------|
| Peptone | 10 |
| Extrait de levure | 5 |
| Citrate de sodium | 10 |
| Chlorure de sodium | 10 |
| Thiosulfate de sodium | 10 |
| Bile de bœuf | 8 |
| Citrate de fer | 1 |
| Saccharose | 20 |
| Bleu de bromothymol | 0.04 |
| Bleu de thymol | 0.04 |
| Agar | 14 |

- pH : 8.6 ± 0.2
- Stérilisation à l'autoclave : 121 C° pendant 15 minutes.

➤ Eau peptonée salée alcaline (EPA)

| Composition | Quantité (g/l) |
|-------------|----------------|
| Peptone | 40 |
| NaCl | 60 |

- pH : 8.6
- Stérilisation à l'autoclave : 15 minutes à 121 C°.

➤ **Bouillon lactosé bilié au vert brillant (BLBVB)**

| Composition | Quantité (g/l) |
|---------------|----------------|
| Peptone | 10 |
| Lactose | 10 |
| Bile | 20 |
| Vert brillant | 0.013 |

- pH : 7.4
- Autoclaver à 121 C° pendant 15 minutes.

Annexe 2

Tableau 7 : Table NPP (d'après la norme ISO 7218 :1996(F) pour 3 x 1 g (ml)

| Nombre de résultats Positifs | | | NPP | Catégories lorsque le nombre d'essais de mesures est 1 pour le lot considéré | Limite de confiance | | | |
|------------------------------|---|---|-------|--|---------------------|------|------|------|
| | | | | | > 95% | >95% | >99% | >99% |
| 0 | 0 | 0 | <0.30 | | 0,00 | 0,94 | 0,00 | 1,40 |
| 0 | 0 | 0 | 0.30 | 3 | 0,01 | 0,95 | 0,00 | 1,40 |
| 0 | 1 | 0 | 0.30 | 2 | 0,01 | 1,00 | 0,00 | 1,60 |
| 0 | 2 | 0 | 0.61 | 0 | 0,12 | 1,70 | 0,05 | 2,50 |
| 0 | 3 | 0 | 0.62 | 3 | 0,12 | 1,70 | 0,05 | 2,50 |
| 1 | 0 | 0 | 0.94 | 0 | 0,35 | 3,50 | 0,18 | 4,60 |
| 1 | 0 | 1 | 0.36 | 1 | 0,02 | 1,70 | 0,01 | 2,50 |
| 1 | 0 | 2 | 0.72 | 2 | 0,12 | 1,70 | 0,05 | 2,50 |
| 1 | 1 | 0 | 1.1 | 0 | 0,4 | 3,5 | 0,2 | 4,6 |
| 1 | 1 | 1 | 0.74 | 1 | 0,13 | 2,00 | 0,06 | 2,70 |
| 1 | 2 | 0 | 1.1 | 3 | 0,4 | 3,5 | 0,2 | 4,6 |
| 1 | 2 | 1 | 1.1 | 2 | 0,4 | 3,6 | 0,2 | 4,6 |
| 1 | 3 | 0 | 1.5 | 3 | 0,5 | 3,8 | 0,2 | 5,2 |
| 2 | 0 | 0 | 1.6 | 3 | 0,5 | 3,8 | 0,2 | 5,2 |
| 2 | 0 | 1 | 0.92 | 1 | 0,15 | 3,50 | 0,07 | 4,60 |
| 2 | 0 | 2 | 1.4 | 2 | 0,4 | 3,5 | 0,2 | 4,6 |
| 2 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0,5 | 3,8 | 0,2 | 5,2 |
| 2 | 1 | 1 | 1.5 | 1 | 0,4 | 3,8 | 0,2 | 5,2 |
| 2 | 1 | 2 | 2.0 | 2 | 0,5 | 3,8 | 0,2 | 5,2 |
| 2 | 2 | 0 | 2.7 | 0 | 0,9 | 9,4 | 0,5 | 14,2 |
| 2 | 2 | 1 | 2.1 | 1 | 0,5 | 4,0 | 0,2 | 5,6 |
| 2 | 2 | 2 | 2.8 | 3 | 0,9 | 9,4 | 0,5 | 14,2 |
| 2 | 3 | 0 | 3.5 | 0 | 0,9 | 9,4 | 0,5 | 14,2 |
| 2 | 3 | 1 | 2.9 | 3 | 0,9 | 9,4 | 0,5 | 14,2 |
| 3 | 0 | 0 | 3.6 | 0 | 0,9 | 9,4 | 0,5 | 14,2 |
| 3 | 0 | 1 | 2.3 | 1 | 0,5 | 9,4 | 0,3 | 14,2 |
| 3 | 0 | 2 | 3.8 | 1 | 0,9 | 10,4 | 0,5 | 15,7 |
| 3 | 1 | 0 | 6.4 | 3 | 1,6 | 18,1 | 1,0 | 25,0 |
| 3 | 1 | 1 | 4.3 | 1 | 0,9 | 18,1 | 0,5 | 25,0 |
| 3 | 1 | 2 | 7.5 | 1 | 1,7 | 19,9 | 1,1 | 27,0 |
| 3 | 1 | 3 | 12 | 3 | 3 | 36 | 2 | 44 |
| 3 | 2 | 0 | 16 | 0 | 3 | 38 | 2 | 52 |
| 3 | 2 | 1 | 9.3 | 1 | 1,8 | 36,0 | 1,2 | 43,0 |
| 3 | 2 | 2 | 15 | 1 | 3 | 38 | 2 | 52 |
| 3 | 2 | 3 | 21 | 2 | 3 | 40 | 2 | 56 |
| 3 | 3 | 0 | 29 | 3 | 9 | 99 | 5 | 152 |
| 3 | 3 | 1 | 24 | 1 | 44 | 99 | 3 | 152 |
| 3 | 3 | 2 | 46 | 1 | 9 | 198 | 5 | 283 |
| 3 | 3 | 3 | 110 | 1 | 20 | 400 | 10 | 570 |
| Autres valeurs | | | >110 | | | | | |

Résumé

Les résultats des analyses microbiologiques ont révélé que les plages : Sirène, EL-Bahdja, Khaloufi I et l'embouchure d'Oued Mazafran sont de mauvaise qualité, ce qui a été confirmé par la présence d'*Escherichia coli*. Par ailleurs les plages Morité, Méditerranée, et bateau cassé sont de qualité acceptable.

Concernant l'étude de la résistance aux antibiotique, nous avons constaté que la souche *K. pneumoniae* présente un profil naturel à l'exception de la résistance aux TE. *Kluyveraspp K.oxytoca*, *Citro.freundii*, et *Raou. Ornithinolytica* présentent un profil de résistance naturel.

La moitié des espèces d'*E.coli* ont présenté un profil de résistance naturel, cependant, l'autre moitié a présenté des résistances acquises.

Mots clés : Analyse microbiologique, Embouchure, qualité, résistance, antibiotique.

Abstract

The results of the microbiological analyzes revealed that the beaches: Sirène, EL-Bahdja, Khaloufi I and the mouth of Oued Mazafran are of poor quality, which has been confirmed by the presence of *Escherichia coli*. Moreover Morité, Méditerranée and bateau cassé are of acceptable quality.

Regarding the study of antibiotic resistance, we found that the strain *K. pneumoniae* has a natural profile with the exception of resistance to TE. *Kluyveraspp K.oxytoca* ,, *Citro.freundii*, and *Raou. Ornithinolytica* exhibit a natural resistance profile.

Half of the *E. coli* species showed a natural resistance profile, however, the other half exhibited acquired resistance.

keywords: Microbiological analysis, Mouth, quality, resistance, antibiotic.

ملخص

كشفت نتائج التحاليل الميكروبيولوجية أن الشواطئ: سيران ، البهجة ، الخلوفي ، وفم واد مزعفران ذات نوعية رديئة ، وهو ما أكده وجود إشيريشيا القولونية. علاوة على ذلك ، تتمتع كل من باتو شاطئ و كاسي موريتي و مدتيراني بالجودة المقبولة. فيما يتعلق بدراسة مقاومة المضادات الحيوية ، وجدنا أن السلالة كلبيسلا بنمونيا لديها ملف تعريف طبيعي باستثناء مقاومة TE.

كلوفيرا ، كلبيسلا ، أكستوكا ستغو فغوندي ، و غاونيلا أغنتليكا لديها ملف مقاومة طبيعية

أظهر نصف أنواع بكتيريا *E. coli* مقاومة طبيعية، إلا أن النصف الآخر أظهر مقاومة مكتسبة.

الكلمات الرئيسية

التحليل الميكروبيولوجي ، المعبرة ، الجودة ، المقاومة ، المضادات الحيوية.