

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



ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE
DEPARTEMENT DE L'ENVIRONNEMENT

Mémoire de projet de fin d'étude pour

L'obtention de diplôme d'ingénieur en Génie de l'environnement

THEME

*Contrôle de qualité des eaux de
baignade de la côte Algéroise*

Présentée par : Melle OUNNAS Samiya

Présentée devant le jury :

Présidente : Mme N.BELHANECHÉ	professeure, ENP
Examineur : Mr A.CHERGUI	MCA, ENP
Promotrice : Mme Y. DJEMAI ZOUGHLACHE	MAA, ENP
Co promotrice : Mme K.HAKEM	Chef de service, HURBAL

Promotion : juin 2014

Remerciements

le fond prime sur la forme normalement, ainsi je souhaite tout d'abord remercier madame Naima BELHANECH ainsi que monsieur Abdel Malek CHERGUI pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de juger mon travail.

Alors la tâche est difficile et en même temps devient salvatrice en bout de course voire même un exutoire. Et la course fut longue croyez-moi...C'est ici la seule tribune libre de ce manuscrit alors je vais en profiter car les remerciements outre le côté protocolaire doivent être sincères.

C'est d'une façon peu commune (à ma façon) que va débiter cette série de remerciements qui me tiennent à cœur vous vous en doutez. Il y a beaucoup de gens qui comptent dans ma vie et la liste est désormais enrichie par les rencontres occasionnées lors cette fabuleuse aventure.

Je tiens tout d'abord à remercier ma promotrice, docteur DJEMAI ZOGHLACHE, pour son inlassable énergie, ses encouragements indispensables, son aide précieuse et son optimisme à toute épreuve. Je lui suis reconnaissante de m'avoir donné la magnifique opportunité de réaliser cette thèse, de m'avoir donné la chance de progresser et d'enrichir ma recherche par ses commentaires très justes lors de nos intéressantes discussions. Je remercie également madame HAKEM Karima qui, en tant que chef de service, m'a accueillie durant cette étude au niveau de l'établissement HURBAL.

Je la remercie aussi pour sa rigueur dans l'exercice de son métier et son humanité qui ont marqué à jamais mon parcours d'étudiant.

Je remercie monsieur FARAH Kamel le chef de section de stérilisation au niveau de HURBAL, qui a grandement facilité mon travail de recherche sans jamais perdre sa bonne humeur.

Dédicace

Au nom d'ALLAH, le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux
Louange à ALLAH qui, par sa grâce, nous a permis de réaliser ce travail
Que la paix et les Bénédiction d'ALLAH soient éternellement sur le
Prophète MOUHAMED (PSL) ainsi que sur sa famille et ses valeureux
Compagnons.

Je dédie cet humble travail ;

A la mémoire de mes deux très chers et regrettés grands pères, qui me
souhaitaient toujours la réussite et qui me manque tant.

A mon très cher **Papa** et très cher **Maman** pour toute l'aide morale et toute
l'affection qu'ils m'ont apportée durant tout le parcours de mes études,

A mes très chers frères et sœurs **Amina, Houria, Mahmoud, Moussa et Omar**

Au petit **Sadjed**

A mes oncles **Ali, Abdel Kader et Muamar**

A mes cousines **Sara et Hamida**

A mes meilleurs amis : **Aicha, Fatima, Amina, Fatima, Nassima, Imene et Sara**

Et mes collègues **Meriem (mimi) , Imene ,Abdel ghani (ghano) ,Fatima et
Rahim**

Ainsi que tous mes amis avec lesquels J'ai partagé les meilleurs moments de
l'université.

Et à moi aussi

Liste des tableaux

Tableau n°1: caractéristiques idéales d'un bio-indicateur de contamination fécale selon Rose et al. (2004) modifié par Garcia-Armisen et Servais (2.....	5
Tableau n°2 : tableau modifié d'après Delarras (2003) et Servais et al. (2006).....	15
Tableau n° 3 : Avantages et inconvénients des méthodes disponibles pour la détection des indicateurs (modifié d'après Pletschke <i>et al.</i> (2006).....	34
Tableau n°4 : Normes de la qualité des eaux de baignade.....	35
Tableau n°5 : classement des plages	36
Tableau n° 6: résultats du dénombrement des germes témoins pour la station Réghaia plage	57
Tableau n° 7 : calcul des fréquences correspondantes à chaque concentration en germe témoin pour la station de Réghaia	57
Tableau n° 8 : concentrations en germes témoins et leurs numéro d'ordre pour la station de Réghaia	58
Tableau n°9 : résultats de dénombrement des germes témoins pour la station les ondines	59
Tableau n° 10 : Résultats en de dénombrement des germes témoins pour la station : les ondines	59
Tableau n°11 : (calcul des fréquences correspondantes à chaque concentration en germe témoin).....	59
Tableau n° 12 : Résultats de dénombrement de germes témoins pour la Plage : Alger plage : commune Bordj Elbahri	48

Tableau n°13 : Résultats de dénombrement de germes témoins pour la Station la frégate : commune Bordj Elbahri	48
Tableau n°14 : Résultats de dénombrement de germes témoins pour la Station Station la sirène : commune Bordj ELkifan	50

Liste des figures

Fig. n°1 : Photographies (laboratoire) de colonies d'Escherichia coli sur milieu TTC – tergitol7. (Colonies orangé typiques).....	8
Fig. n°2 : photographies (laboratoire) de colonies d'Enterococcus faecalis sur milieu Bile Esculine Agar (le halo noir est typique de l'hydrolyse de l'esculine).....	10

Fig. n°3 : vibrion cholerae.....	13
Figure n° 4 : Photo de prélèvement sur site (HURBAL).....	17
Fig. n° 5 : Dispositif de filtration	20
Fig. n°6 : milieu de Tergitol coulé sur les boites de pétri.....	21
Fig. n° 7 : Schéma de la recherche des coliformes totaux et fécaux par la méthode des membranes filtrante.....	23
Fig. n° 8 : Schéma de la recherche des streptocoques fécaux par la méthode des membranes filtrantes.....	25
Fig. n° 9 : La recherche des salmonelles.....	27
Fig. n°10 : Schéma de la recherche des vibrions	29
Fig. n° 11 : Lames après la coloration de Gram	31
Fig. n°12 : Réghaia plage : carte	40
Fig. n° :13 : Répartition des coliformes totaux pendant 2 mois pour la station de Réghaia.....	61
Fig. n° :14 : Répartition des coliformes fécaux pendant 2 mois pour la station de Réghaia).....	61
Fig. n° :15 répartition des streptocoques fécaux pendant 2 mois pour la station de Réghaia.....	62

Fig n° 16 : carte des plages de la commune de Bordj Elbahri.....	43
Fig. n° 17 : répartition des coliformes totaux pendant 2 mois pour la station les ondines.....	62
Fig. n°18 : Répartition des coliformes fécaux pendant 2 mois pour la station les ondines.....	63
Fig. n° 19 : Répartition des streptocoques fécaux pendant 2 mois pour la station les ondines.....	63
Fig. n° 20 : Droite de distribution log normale des coliformes fécaux : $\text{LnCF}=1.346\text{LnF}-1.148$ avec $R^2=0.870$).....	42
Fig.n° 21 : Droite de distribution log normale des coliforme.....	42
Fig. n° 22 : Droite de distribution log normale des streptocoques fécaux.....	44
Fig. n° 23 : droite de distribution log normale des coliformes fécaux : $\text{LnCT}=0.716\text{LnF}+4.716$ avec $R^2= 0.948$).....	45
Fig. n° 24 : droite de distribution log normale des coliformes fécaux : $\text{LnCF}=1.593\text{LnF}+0.652$ avec $R^2= 0.978$).....	46
Fig. n° :25 droite de distribution log normale des streptocoques fécaux : $\text{Ln CF}=3.48\text{LnF}-9.349$ avec $R^2=0.958$).....	47

Fig n°26: Collecteur des eaux pluviales (Plage Ondines Nord).APPL.....47

Fig. n °27 : Collecteur des eaux pluviales (urbaine et pluviale) (Plage Ondines Sud).APPL.....48

Fig. n° 28:Collecteur des eaux pluviales (Alger Plage); (Eaux urbaines et pluviales).APPL.....49

Fig. n°29 : Collecteurs des eaux pluviales (Eaux pluviales et urbaines) Plage La Frégate. APPL.....50

Fig n°30 : Important rejet se diverssant sur la mer (plage sirène 2).....51

Fig n°31 : rejet de station d'elevage , (plage sirène 1).....51

Abréviations utilisées

CF=coliformes fécaux

CT=coliformes totaux

E. coli : *Escherichia coli*

FM = filtration sur membrane

IF = immunofluorescence

L = litre

M = mol L⁻¹ = molaire

mg = milligramme

min = minute

mL = millilitre

NPP = nombre le plus probable = MPN = most probable number

ONPG = orthonitrophényl- β -D-galactopyrannoside

SF=streptocoques fécaux

UFC= unité formant colonie

VBNC = viable but non culturable = VNC = viable non cultivable

Table des matières :

I. Introduction générale :.....	2
II- Rappel sur le contrôle de qualité des eaux de baignade marines :	4
II.1. la baignade :	4
II.2. Caractéristiques de l'eau de mer :.....	4
III- Rappel sur les indicateurs de contamination fécale :	6
III.1. Notion d'indicateur biologique ou bio-indicateur :.....	6
III.2. Germes de contamination fécale :	8
III.3. Germes pathogènes :	13
IV. Les maladies transmissibles par les eaux de mer :.....	16
V .1. Prélèvement et conservation des échantillons :.....	21
V.2. Matériels et méthodes :.....	22
VI.1 Introduction :	35
VI.2. Normes de la qualité des eaux de baignades utilisées :.....	35
VI .3.Traitement des données par le modèle de Gauss :.....	38
VI.4. Résultats :.....	39
VI . 4 .2.Discussion :	48
VI.4.3. Résultats de l'étude des plages non traitées par méthode statistique.....	50
VII. Conclusion :.....	54
Références bibliographiques	
Annexe	

I. Introduction générale :

L'eau est un élément indispensable à la vie sur terre. La terre, dont 71 % de la surface est occupée par les océans et les mers, est majoritairement couverte par des eaux salées (97,2 % de l'hydrosphère terrestre). La part représentée par les eaux douces n'est que de 2,8 % et seule une infime fraction est exploitable par l'Homme. Quelle que soit son origine, marine ou continentale, l'eau sert à la fois de ressource (apports alimentaires, loisirs, usages industriels et agricoles...) mais aussi de cadre environnemental ou patrimonial (habitat) et supporte un certain nombre d'usages et d'activités humaines.

Dans ces environnements marins, la composante microbienne est diversifiée ; elle est représentée par des virus, des bactéries, des protozoaires, des algues unicellulaires ou encore des champignons microscopiques qui en interagissant entre eux et avec leur environnement jouent un rôle majeur dans le fonctionnement de ces écosystèmes. Cependant, ces écosystèmes peuvent contenir des micro-organismes qui sont susceptibles de provoquer des maladies plus ou moins graves chez l'Homme. (Julia Baudart , Nathalie Paniel).

Ainsi les environnements aquatiques exploités par l'Homme et pour l'Homme – qu'ils soient marins ou continentaux – sont assujettis à une haute surveillance de leur qualité microbiologique. Les maladies transmises par l'eau constituent l'un des problèmes de santé majeur des pays en voie de développement. En effet, les nombreuses épidémies signalées depuis 2000 montrent que les agents pathogènes transmis notamment par l'eau potable demeurent un problème récurrent. Ainsi, les diarrhées infectieuses liées à l'eau provoquent à elles seules chaque année 3 millions de décès dans le monde selon l'OMS (Organisation mondiale de la santé). Ces problèmes sanitaires n'échappent pas aux pays membres de l'OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques).

Le littoral algérois apparaît comme un ensemble de baies où les caractéristiques physiques et chimiques diffèrent en relation avec l'importance des apports et des activités urbaines et agricoles : Le contrôle de la qualité des eaux de baignade a notamment pour objectif de promouvoir le développement durable de certaines activités économiques telles que le tourisme. Mais aussi pour la protection et la préservation de l'environnement et des écosystèmes littoraux.

Dans le présent travail, on est s'intéressé essentiellement à étudier la qualité des plages du littoral algérois pour des raisons de prévention contre les contaminations par les rejets donc pour lutter contre les maladies transmissibles par l'eau de mer et contre les épidémies , étant donnée que cette dernière affecte la qualité de l'eau elle lui même et aussi c'est l'homme usager du littoral en qualité de baigneur ou de consommateur le

Introduction générale

plus affecté .ce qui cause de grande pertes à l'économie du pays et l'apparition surtout de l'épidémie durant la saison estivale qui s'étale en Algérie la mi juin jusqu'à la fin de septembre .

En Algérie un établissement(EPIC) lié directement à la wilaya est chargé étudier la qualité des eaux du littoral c'est : L'hygiène urbaine d'Alger (HURBAL) qui a plusieurs rôle ;

En plus du control de la qualité des eaux de mer il offre aux Algérois leur droit à un milieu salubre, cette équipe ne se limite pas aux tâches quotidiennes, mais œuvre pour la mise en place de procédés les plus appropriés pour la préservation de la santé publique, Ainsi HURBAL améliore la qualité de ses prestations par l'intégration des produits les plus performants en matière de dératisation, démoustication et désinfection.

HURBAL, premier établissement public en Algérie regroupant les services de prévention en milieu urbain.

Ainsi nous avons étudié la qualité de l'eau de mer de quelque plage, qui sont choisies parmi les plages dont le suivi est effectué depuis plusieurs années par le laboratoire.

A cet effet , le présent mémoire sera divisé en deux parties :

- Une partie théorique qui regroupe les généralités sur les différents paramètres de l'étude
- Une partie expérimentale : qui se compose de deux volets :
 - Recherche des germes de contamination fécale (coliformes Streptocoque fécaux, vibrions et salmonelles)
 - Traitement des donnés par une méthode analytique statistique par le modèle de Gauss

Ce mémoire débute par une introduction qui donne la problématique et se termine par une conclusion qui synthétise les résultats obtenus.

II- Rappel sur le contrôle de qualité des eaux de baignade marines :

II.1. la baignade :

Définition

Selon la réglementation française ,sera considérée comme eau de baignade,« toute partie des eaux de surface dans laquelle la commune s'attend à ce qu'un grand nombre de personnes se baignent et dans laquelle l'autorité compétente n'a pas interdit la baignade de façon permanente. Ne sont pas considérés comme eau de baignade : les bassins de natation et de cure ; les eaux captives qui sont soumises à un traitement ou sont utilisées à des fins thérapeutiques ; les eaux captives artificielles séparées des eaux de surface et des eaux souterraines » (site web n° :1)

La baignade constitue une activité de récréation très répandue et appréciée, ne nécessitant aucune prédisposition et n'ayant pas de contre-indication physique, cependant, comme toute activité liée à l'eau, des risques existent, dont les plus évidents sont l'insolation, la noyade, l'hydrocution, les animaux venimeux. Pour la sécurité des utilisateurs, la qualité chimique et biologique de l'eau entre également en ligne de compte car le contact avec le milieu peut être source de pathologies (contact dermique ou avec les muqueuses, ingestion). (Site web n° :2)

II.2. Caractéristiques de l'eau de mer :

II.2.1Caractéristiques physique

Température

Il n'est pas possible de définir des valeurs de recommandations précises à utiliser pour la baignade. La tolérance à la température de l'eau peut varier considérablement d'un individu à l'autre. Les usagers ne devraient pas s'adonner à des activités récréatives à des températures et pendant des durées pouvant entraîner une augmentation ou une baisse significatives de leur température corporelle centrale.

Les radiations

La pénétration de la lumière solaire dans les eaux de mer revêt une très grande importance, puisque les végétaux aquatiques ont besoin de l'énergie lumineuse pour réaliser la photosynthèse au dépend de gaz carbonique et les éléments biogènes. Il est important de signaler que les eaux de mer altèrent la composition spectrale de la

Partie Bibliographique

lumière

Il a été prouvé que ce facteur permettait l'activation de mécanismes de protection lors de la phase stationnaire de la croissance d'E. Coli en eau de mer (ROZEN & BELKIN, 2001).

Le PH

Au niveau des côtes algéroises, les valeurs de pH les plus basses (<8) sont observées exceptionnellement dans les stations recevant les apports d'eaux des oueds (El Harrach, El Hamiz et Mazafran). (APPL).

La viscosité

La viscosité de l'eau de mer, propriété très importante pour les animaux ou les végétaux qui flottent plus au moins passivement en son sein, est également proportionnelle à la température. (PERES 1976).

La turbidité

La turbidité peut faire obstacle à la quantification des indicateurs de contamination fécale. Lors du dénombrement des bactéries, on suppose que chaque colonie représente une cellule; cependant, il peut arriver qu'une colonie unique provienne d'une particule contenant plusieurs cellules bactériennes adsorbées à sa surface. On enregistrerait alors un nombre de cellules inférieur au nombre de cellules effectivement présentes. Ce phénomène conduirait également à une sous-estimation du nombre de bactéries obtenu à l'aide de la technique du nombre le plus probable (site n°3).

La turbidité de l'eau est causée par des matières colloïdales ou en suspension comme l'argile, le limon, les matières organiques ou inorganiques en particules fines, le plancton et d'autres organismes microscopiques (APHA et coll., 2005).

Dans les endroits tranquilles d'une plage de baignade ou de toute autre zone de loisirs aquatiques, des mesures de la turbidité au voisinage de 50 uTN soient suffisantes pour satisfaire à la plupart des usages récréatifs, y compris la baignade. (uTn : Unité de Turbidité Néphélométrique).

II.2.2. Caractéristiques chimiques

La salinité

Dans les mers bordières et surtout les mers continentales, qui ne sont reliées aux océans que par un détroit, la salinité peut aller de plus en plus de 42 g/l en certains cas (nord de mer rouge) à moins de 4g/l en d'autre (golf de la mer Baltique).

La salinité des eaux de mer varie de 30 à 40g de sel par litre d'eau de mer.

Dans les régions où l'évaporation l'emporte sur les précipitations et les apports d'eau douce, la salinité des eaux de mer augmente (mers chaudes, zone intertropicale) :

Partie Bibliographique

- Océans = 30 à 37 g par litre
- Méditerranée = 36 à 38g par litre
- Mer Rouge = 42 à 44g par litre
(Site web n° :4)

Oxygène dissous

Les valeurs de l'oxygène dissous mesurées dans l'ensemble des stations indiquent une légère différence entre deux périodes principales (estivale et hivernale).

Les valeurs les plus basses sont observées près de l'embouchure de l'oued Mazafran et de l'oued El Harrach ainsi que dans les stations qui sont influencées par les rejets urbains ou par des oueds de moindre importance (oued Béni-Messous, Rais Hamidou, oued El Hamiz, oued Reghaia et port d'Alger). (APPL)

Sédiment

En présence de sédiments (déchets végétaux, animaux, d'origine humaine...), les bactéries survivent mieux à un choc osmotique, cela grâce à la richesse en matière organique de ces sédiments (GHOUL et al .1990).

III- Rappel sur les indicateurs de contamination fécale :

III.1. Notion d'indicateur biologique ou bio-indicateur :

Le terme bio-indicateur se dit d'un organisme dont la présence ou l'absence, constitue une preuve nécessaire et suffisante, d'une pollution ou de l'effet d'une pollution. Ces bio-indicateurs constituent un outil d'évaluation de la qualité du milieu considéré tant d'un point de vue spatial que temporel. L'organisme sentinelle doit satisfaire certaines exigences pour se voir attribuer un tel statut. D'une part, il doit être représentatif du milieu où il vit ou au contraire avoir une large distribution (ubiquité), il doit montrer des variations quantitatives et qualitatives, sa mesure doit être rapide et facile avec un matériel minimal et rapide, ce qui sous-tend un faible coût d'investissement et de suivi. Dans le cas de la contamination fécale, les caractéristiques idéales d'un indicateur de pollution fécale, peuvent être définies par 7 critères décrits dans le tableau suivant (Tableau n° :1).

Partie Bibliographique

Tableau n° :1 : caractéristiques idéales d'un bio-indicateur de contamination fécale selon ROSE et al. (2004) modifié par Garcia-Armisen et Servais (2004).

Propriétés	Caractéristiques d'un bio-indicateur
Pathogénicité	Pas pathogène
occurrence	présents en même temps que les pathogènes, absent en absence de contamination fécale
survie	taux de survie similaire à celui des pathogènes
reproduction	ne reproduit pas dans les eaux naturelles
source	La seule source dans les eaux naturelles est la contamination fécale
Coût	méthodes de détection bon marché, rapides et facile à mettre en œuvre
inactivation	Inactivé par les différents traitements au même niveau que les pathogènes

Différents groupes de bactéries, sont utilisés comme indicateurs de contamination fécale dans différents pays et sous différentes juridictions. Les coliformes totaux et fécaux ont été très longtemps les principaux indicateurs de contamination fécale mais aujourd'hui, *Escherichia coli* et les entérocoques intestinaux sont reconnus comme plus appropriés pour évaluer le risque sanitaire associé aux diverses utilisations de l'eau (Edberg et coll. 2000; Fewtrell et Bartram, 2001).

Il est important de comprendre les potentialités et les limitations de ces différents indicateurs. Quelques caractéristiques des indicateurs les plus couramment utilisés sont présentées ci-dessous :

III.2. Germes de contamination fécale :

III.2.1 Coliformes totaux et fécaux :

- **Coliformes Totaux (CT)**

Selon ISO (organisation de standardisation internationale) les coliformes sont des Bacille a gram négatif, non sporulé oxydase -, aérobies ou anaérobie facultatifs capable de se multiplier en présence de sels biliaires ou d'autre agents de surface ayant des propriétés équivalente et capable et fermenter le lactose, avec production d'acides et de gaz en 48heure à une température de 35-37 °C (+0.5°C).

- **Coliformes Fécaux (CF)**

Aussi appelés Coliformes Thermo tolérants, les CF constituent un sous-groupe des CT , elles renferme toutes les espèces bactériennes faisant partie de la famille des *Enterobacteriaceae* qui sont aérobies ou anaérobies facultatives, à Gram négatif, asporulées, en forme de bâtonnet et produisant des colonies bleues en moins de 24 heures à 44,5°C sur une gélose m-FC contenant du lactose.

L'espèce caractéristique et principale des coliformes fécaux est *Escherichia coli*, mais d'autres souches de coliformes, telles *Citrobacter spp*, *Enterobacter spp* et *Klebsiella spp*, peuvent aussi se reproduire dans un milieu lactosé à 44,5°C.

(Gauthier et Archibald, 2001).

Les coliformes fécaux doivent également produire une réaction positive à l'épreuve de l'ONPG (enzyme b-galactosidase) et une réaction négative à l'épreuve de la cytochrome-oxydase. Donc la différence entre les coliformes totaux et fécaux c'est que la coliformes fécaux possèdent les mêmes caractères que les coliformes totaux mais sa croissance s'effectue en 44°C (Afnor 1994).

- ***Escherichia coli* :**

E. Coli a été identifié en 1885 par Theodor Esherich et est un membre de la famille *Enterobacteriaceae* - une grande famille de bactéries qui vivent dans l'intestin. De nombreuses études ont montré que cette espèce était généralement associée à une source fécale. Aujourd'hui *E. coli* est considéré comme le meilleur indicateur d'une contamination récente du milieu aquatique par du matériel fécal humain ou d'animaux à sang chaud (Edberg et al. 2000).

Ce genre ne comporte qu'une seule espèce *Escherichia coli*. Les souches immobiles et a gazogènes anciennement décrites comme *Alkalescens dispar* ne sont plus qu'un biovar de *Escherichia coli*.

Partie Bibliographique

Habitat :

Hôte normal de l'intestin et des animaux, c'est l'espèce aérobie la plus représentée dans le tube digestif. La présence de colibacilles ou espèces voisines dans l'eau est un témoin de contamination fécale (BAKHOUM I.2004, Becton Dickinson1999).

Caractères

Escherichia coli exprime les caractères généraux des entérobactéries. Il est en Outre :

- ❖ lactose +
- ❖ indole +
- ❖ Citrate -
- ❖ Acétoïne -
- ❖ H₂S- (souvent)
- ❖ Gaz +
- ❖ Uréase -

Pouvoir pathogène :

Il existe différents pathotypes d'*Escherichia coli* responsables d'infections intestinales :

- ❖ ETEC : Enterotoxinogen *Escherichia coli*, responsable de la « diarrhée des voyageurs » ou « turista » et des syndromes épidémiques dans les pays du tiers-monde ;
- ❖ EIEC : Enteroinvasive *Escherichia coli*, encore appelé *Escherichia coli* Shigella-like, responsable de syndromes dysentériques avec invasion de la muqueuse intestinale ;
- ❖ EHEC : Enterohaemorrhagic *Escherichia coli*, responsable de diarrhées sanglantes liées à la production de toxines ;
- ❖ EPEC : Enteropathogen *Escherichia coli*, responsable de gastro-entérites infantiles.

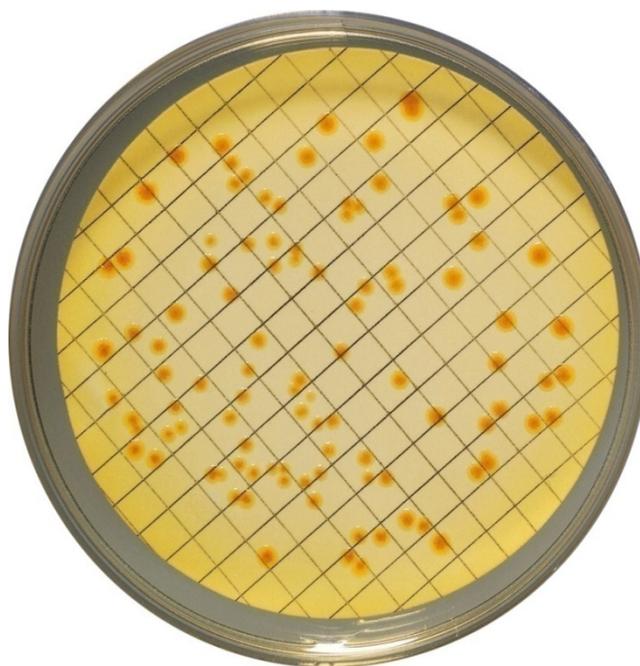


Fig. n°1 : Photographies (laboratoire) de colonies d'Escherichia coli sur milieu TTC -tergitol7. (Colonies orangé typiques). (Site web n°5)

III.2.2. les streptocoques fécaux :

Ce sont des cocci à gram positif ; les cellules peuvent être ovoïdes, sphériques ou rarement allongées en bâtonnets, et se divisent en un seul plan pour former des paires ou plus souvent des chaînettes. Ils sont dépourvus de cytochrome et de catalase. Le contenu en (G + C) est compris entre 33 et 42. (Avril J.L. - MONTEIL H, 2000).

• Habitat

Les streptocoques appartenant à la famille des *Streptococcaceae* sont retrouvés à l'état commensal sur la peau et les muqueuses sont des germes ubiquitaires.

Les Streptocoques du groupe D sont retrouvés dans l'intestin et ceux du groupe B dans les voies génitales. Dans la bouche on a les streptocoques non groupables appelés salivarius, sanguis, mitis, mutans ; qui donnent des dextrans jouant un rôle dans les caries dentaires. (VASSAUT, et coll -1986).

• Entérocoques Intestinaux

Ce groupe est aussi considéré comme un bon indicateur spécifique de la contamination fécale. Plusieurs études ont montré que l'abondance des entérocoques intestinaux était mieux corrélée à l'apparition de maladies gastro-intestinales chez les baigneurs fréquentant des plages aux eaux contaminées que l'abondance des CT ou CF (Cabelli et al., 1982, 1989 ; Ferley et al., 1989).

Le fait que les entérocoques intestinaux survivent plus longtemps dans le milieu naturel que les E. coli peut constituer un avantage de ce groupe si l'on cherche à identifier une contamination fécale ancienne (Edberg et al, 1997).

Partie Bibliographique

Une étude faite à oued elharrach a montré que ces germes persistaient longtemps dans les eaux usées surtout *E. faecalis var liquefaciens* si bien que cette variété n'était plus considérée comme un germe de contamination fécale mais plutôt comme germe ubiquitaire. (DJEMAI ZOGHLACHE, 1996).

- **Caractères généraux**

Le genre Entérocoques a été créé en 1984 par Schleifer et Klipper Balz (SCHLEIFER K.H., and KLIPPER-BÄLZ R. 1984), pour rassembler les espèces de streptocoques fécaux du groupe D, halophiles (culture en milieu contenant 6,5% de Na Cl) et capable de résister durant 30 minutes de chauffage à 60°C. Ce genre comprenait initialement deux espèces *Enterococcus faecalis* et *Enterococcus faecium* (SCHLEIFER, and KLIPPER-BÄLZ R. 1984).

Il inclut désormais 18 espèces proches par leurs caractéristiques biochimiques tel que structure du peptidoglycane, multiplication dans des conditions hostiles de culture, production de pyrrolidonyl aryl amidase par des structures, antigénique la plupart des espèces possèdent l'antigène du groupe D de Lancefield) et génétiques (analyse phylogénique des gènes codant les ARN 16s et 23s).

- **Habitat**

Les entérocoques font partie de la flore normale de l'intestin de l'homme et des animaux. Ils peuvent également coloniser la bouche, les voies respiratoires supérieures, le vagin ou la région périnéale (LEWIS, and ZERVOS. 1990, MURRAY. 1990.).

- **Caractères morphologiques**

Les entérocoques sont définis par une coloration de gram positive, un aspect ovoïde des cocci et une disposition préférentielle par paires ou courtes chaînettes après 18 heures de culture en milieu liquide.

- **Caractères cultureux**

Ils se distinguent des streptocoques par leur capacité à se multiplier dans des conditions hostiles à 10°C et à 45°C, en milieu hyper salé, en présence de 40% de bile et à pH de 9,6. Ils hydrolysent l'esculine en noircissant le milieu bile esculine.



Fig. n°2 : photographies (laboratoire) de colonies d'Enterococcus faecalis sur milieu Bile Esculine Agar (le halo noir est typique de l'hydrolyse de l'esculine) (Peirache ,2012)

- **Pouvoir pathogène**

Le pouvoir pathogène des entérocoques reste controversé. En effet, à côté de situations pathologiques indéniables (pyélonéphrites, endocardites, méningites), l'isolement d'un entérocoque dans les urines ou dans un prélèvement pluri -bactérien pose souvent un problème d'interprétation

Les infections communautaires à entérocoques sont essentiellement dues à *Enterococcus faecalis* (80 à 90% des cas) et à *Enterococcus faecium* (5 à 10% des cas). Il s'agit principalement d'infections urinaires basses, de pyélonéphrites, de bactériémies et d'endocardites (AXELROD P, TABLOT G.H. 1989).

Le risque de développer une infection à entérocoques est augmenté en cas de grossesse, de diabète ou d'immunodépression. Le plus souvent une procédure invasive destinée diagnostique ou thérapeutique (sondage urinaire exploration endoscopique par exemple) est l'élément responsable de la bactériémie. Les bactéries qui survivent dans le courant sanguin, se fixent sur les valves cardiaques à la faveur d'une cardiopathie préexistante. Les entérocoques représentent environ 10% des microorganismes responsables d'endocardites sur valves natives et 5 à 7% des microorganismes responsables d'endocardites, sur prothèse valvulaire

(BESNIERJ.M, et Coll , 1994)

Partie Bibliographique

Les infections néonatales constituent une entité pathologique bien distincte. Elles se caractérisent par une survenue précoce d'une bactériémie accompagnée d'une détresse respiratoire et d'une méningite

Chez les animaux, les entérocoques sont isolés de mammites, de pneumomes, de vaginites, d'endocardites, de septicémies, de conjonctivites, de blépharites...

Deux espèces ont un pouvoir pathogène particulier:

❖ ***Enterococcus durans***: qui provoque des diarrhées chez les poulains, les porcelets, les veaux, les chiots et les jeunes rats. Les bactéries adhèrent aux villosités des entérocytes, sans doute grâce à des structures de type fimbriae, elles ne semblent pas produire d'entérotoxines mais elles pourraient perturber l'activité enzymatique et provoquer un syndrome de malabsorption.

❖ ***Enterococcus hirae***: à l'origine d'un retard de croissance chez les volailles et de diarrhées chez les jeunes rats.

(BAVIKATTE et Coll . 1979).

III.3.Germes pathogènes :

III.3.1.Salmonella

- bacilles à Gram négatif ;
- immobiles ou mobiles grâce à une ciliature péritriche ;
- aérobies anaérobies facultatifs

- **Habitat**

Présents dans l'eau et dans diverses denrées alimentaires, les Salmonelles sont pathogènes, soit exclusivement pour l'homme (*Salmonella typhi*), soit exclusivement pour l'animal (*Salmonella abortus ovis*).

Chez l'homme, elles sont responsables de la fièvre typhoïde et de gastro-entérites. Chez l'animal, les tableaux cliniques sont variés : avortements chez différentes espèces, septicémies du jeune, entérites. (DENIS , DABERNATH, MONTEIL . AVRIL .1998)

- **Caractères**

La morphologie est celle des entérobactéries. Certaines souches Habituellement mobiles peuvent à l'isolement se présenter sous forme immobile. Les colonies mesurent en général 1,5 à 3 mm après 24 heures à 37°C et apparaissent lors de l'isolement sous forme S. Cependant on observe des colonies naines avec des sérotypes

Partie Bibliographique

pathogènes pour les animaux (*Salmonella abortus ovis*, *Salmonella typhi suis*) et exceptionnellement avec des sérotypes pathogènes pour l'homme.

La plupart des salmonelles sont :

- H₂S + (sauf paratyphi A)
- LDC +
- ONPG - (ONPG = ortho nitrophenyl -D Galactopyranoside .Il met en évidence la présence de Galactosidase qui scinde le lactose en glucose et galactose. L'ONPG en présence de Galactosidase donne l'ortho nitrophénol (jaune) et le galactose)
- Indole -
- CS variable
- Gélatine -
- Uréase et TDA -.

(PILET C et al -1979, 1987, BRENNER ,1981).

III.3.2.Vibrion

Le genre *Vibrio cholerae* est un genre typiquement aquatique et surtout marin. Si *Vibrio cholerae*, première espèce du genre décrite par Pacini en 1854, peut parfois être retrouvée en milieu marin (Munro et Colwell, 1996), il fait généralement exception à cette règle.

Les vibrios sont des bacilles, de forme incurvée, Gram-négatif, mobiles, anaérobies facultatifs. Leur croissance requiert la présence d'ions sodium.

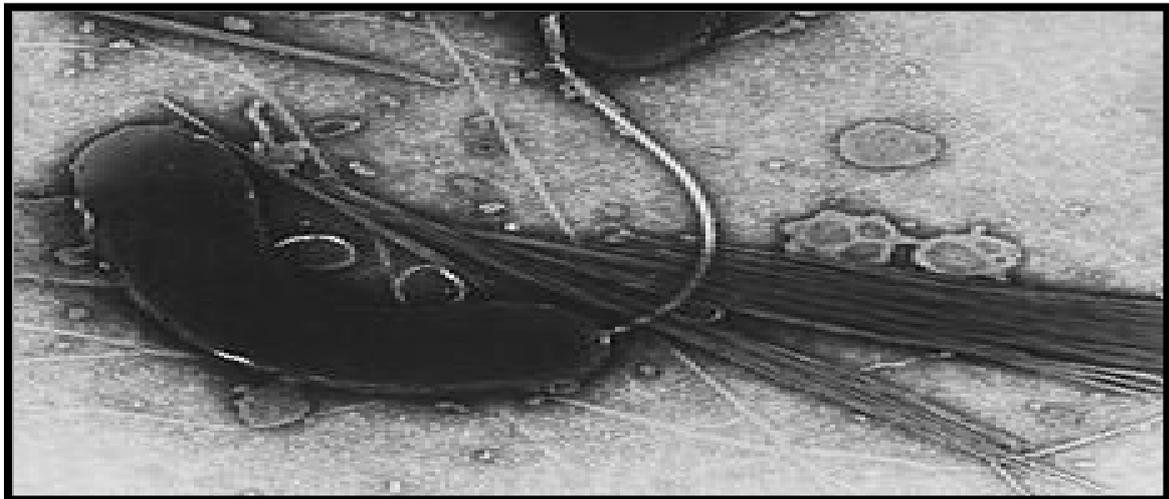


Fig. n°3 : vibrion cholerae(site web n°6) :

Partie Bibliographique

➤ **Habitat**

La bactérie *Vibrio cholerae* vit dans l'eau et a une grande capacité de survie environnementale. Elle tolère très bien la salinité mais ne se retrouve pas vraiment en mer mais plutôt dans les estuaires, les rivières et les nappes phréatiques et toutes les sources d'eau contaminées par des déjections humaines. La sueur, riche en vibrions, joue un rôle important dans les contaminations interhumaines surtout en zone tropicale sèche. (Site web n° :6)

➤ **Pouvoir pathogène**

Le choléra est une maladie exclusivement humaine avec pour seul réservoir, semble-t-il, l'être humain. Il touche les zones surpeuplées et défavorisées car l'absence d'hygiène hydrique et la dénutrition favorise la contraction de la maladie. Il touche les âges extrêmes de la vie et en particulier les enfants.

Le *Vibrio* est très contagieux car il contamine les selles massivement (jusque 10^8 vibrions par ml de selles), la diarrhée cholérique est très importante en volume, avec des pertes en eau qui peuvent atteindre 15 à 20 litres par jour occasionnant en même temps un déséquilibre ionique avec acidose et hypokaliémie. Le vibrion étant détruit dans l'estomac par l'acidité gastrique, il faut généralement des ingestions massives de vibrions pour forcer la barrière acide. L'incubation est en général rapide pour les sujets en état de sous-nutrition : l'absence d'acidité gastrique favorise l'infection. Selon la taille de l'inoculum les débuts des symptômes surviennent en quelques heures à quelques jours après la contamination.

Le mucus intestinal est détruit par une mucinase et il est possible qu'une exotoxine modifie la perméabilité vasculaire. Le vibrion n'a qu'une agressivité relative et l'éclosion de la maladie est fortement favorisée par un état de malnutrition ou d'irritation intestinale ; la maladie prend de ce fait une allure plus grave et plus épidémique dans les régions sous-développées.

La diarrhée est sans fièvre (au stade terminal, la température peut descendre sous la normale), violente, aqueuse légèrement turbide :

elle est dite en "eau de riz" et, à terme, provoque une sévère déshydratation et des troubles électrolytiques majeurs (fuite de chlore et une inhibition de l'absorption du sodium) qui vont être la cause de décès par collapsus cardio-vasculaire, celle-ci survenant selon l'état des patients, dans 25 à 50 % des cas ; si tous les soins nécessaires sont appliqués (ce qui est rarement le cas dans les pays les plus durement touchés), la létalité passe en dessous de 1 %.

Partie Bibliographique

La bactérie n'entre pas dans l'organisme et ne fait qu'y transiter, elle a un faible pouvoir invasif. Elle doit toute sa pathogénicité à son pouvoir toxique. Extrêmement mobile, comme la plupart des vibrions, elle se déplace très vite dans l'eau et s'y multiplie très vite. Elle est halotolérante et résiste bien aux variations de pH (en particulier alcalines). (Site web n°6)

Voir le tableau n° :2.

IV. Les maladies transmissibles par les eaux de mer :

Que ce soit de l'eau destinée à la consommation ou seulement récréative, de très nombreux microorganismes vivent dans les eaux douces et salées, et parmi eux certains sont identifiés comme pathogènes (Tableau n° :2).

Ces différents organismes et microorganismes touchent le plus fréquemment les sujets sensibles, les enfants (Prüss, 1998), les personnes âgées ou les immunodéprimés. Les eaux marines polluées peuvent véhiculer une multitude de pathogènes (virus, bactéries, protozoaires, helminthes (Henrickson et al., 2001) qui se manifestent sous différents symptômes comme des gastro-entérites, infections des yeux, nez et oreilles, ou encore par des affections de la peau (Turbow et al, 2008) (**Tableau n° :2**).

Tableau n°2 : tableau modifié d'après Delarras (2003) et Servais et al. (2006).

<i>Groupe de microorganismes</i>	<i>pathogènes</i>	<i>pathologies</i>
<i>virus</i>	Entérovirus (polio, echo, coxsackie)	Méningite, paralysies, fièvres, myocardie, problèmes respiratoires et diarrhée
	Hépatites A et E	Infection hépatiques
	Calicivirus humains	
	Norwalk virus	Diarrhée/ gastro-entérite
	Sapporo	Diarrhée/ gastro-entérite
	Rotavirus	Diarrhée/ gastro-entérite
	Astrovirus	Diarrhée
	Adenovirus	Diarrhée, infection oculaires et problèmes respiratoires

Partie Bibliographique

	reovirus	problèmes respiratoires et entériques
<i>Bactéries</i>	Salmonella	Fièvre typhoïde et diarrhée
	Shigella	diarrhée
	Campylobacter	Diarrhée (cause premières des intoxications alimentaires)
	Yersinia enterocolitica	Diarrhée
	Escherichia coli 0157 : H7 et certaines autres souches	Diarrhée risque de complications (urémie hémolytique) chez les enfants en bas âge
	Legionella pneumophila	Pneumonie et autres infections respiratoires
	Vibrio cholerae	Cholerae
<i>protozoaires</i>	Naegleria	Meningo-encéphalite
	Entamoeba histolytica	Dysentrie chronique
	Giardia lamblia	Diarrhée chronique
	Cryptosporidium parvum	Diarrhée sévère, mortelle, immunodéprimés
	Cyclospora	diarrhée
	Microspordies inciuant Entercytozoan spp, Encephalitozoan spp, septata spp, pleistophora spp, nosema spp	Diarrhée chroniques, affaiblissement, problèmes pulmonaires, oculaires, musculaux et rénaux.
	Plasmodium falciparum	Paludisme ou malaria
<i>cyanobacteries</i>	microcystis	Diarrhée par ingestion des toxines produites par ces organismes, la toxine microcystine est impliquée dans des lésions hépatiques)
	Anabaena	
	Aphanizomznon	

Partie Bibliographique

<i>parasites</i>	Ascaris lumbricoides (vers rond)	Ascariasis
	Sarcoptes scabiei (acarien)	Gale
	Schistosoma haematobium (vers plat)	schistomoses

- **Quelques méthodes utilisées dans le dénombrement des germes de contamination fécale**

Plusieurs méthodes sont utilisées pour dénombrer les germes indicateurs de pollution fécale en particulier la méthode de fermentation en tubes multiple ou NPP (nombre le plus probable), dont le principe consiste à ensemençer une série de tubes contenant le milieu adéquat pour la croissance du germe recherché.

- **ELISA (Enzyme-Labelled Immuno Assay)**

La méthode immuno-enzymatique **ELISA** (de l'anglais enzyme-linked immunosorbent assay, littéralement « dosage d'immunoabsorption par enzyme liée », c'est-à-dire dosage immuno-enzymatique sur support solide) est un examen de laboratoire. Cette méthode est principalement utilisée en immunologie pour détecter la présence d'un anticorps ou d'un antigène dans un échantillon.

Ce test entre dans le cadre plus général des **EIA** (enzyme immunoassays), dans lequel le dosage est couplé à une réaction catalysée par une enzyme qui libère un composant coloré suivi par une spectroscopie, par opposition aux **RIA** (radio immunoassays) dans lesquels l'anticorps est marqué par un radioélément et dont le dosage mesure un nombre de désintégrations par seconde.

L'ELISA est une technique biochimique utilisant un ou deux anticorps. L'un de ceux-ci est spécifique de l'antigène, tandis que l'autre réagit aux complexes immuns (antigène-anticorps) et est couplé à une enzyme. Cet anticorps secondaire, responsable du nom de la technique, peut aussi causer l'émission d'un signal par un substrat chromogène ou fluorogène.

L'ELISA pouvant être utilisé tant pour évaluer la présence d'un antigène que celle d'un anticorps dans un échantillon, c'est un outil efficace à la fois pour déterminer des concentrations sériques d'anticorps (comme pour le test HIV ou le virus du Nil), que pour détecter la présence d'un antigène. Il a également trouvé des applications dans l'industrie alimentaire, pour détecter des allergènes alimentaires, comme le lait,

Partie Bibliographique

les noix et les œufs. C'est un test simple, facile d'emploi et peu coûteux. Il est limité par la disponibilité en anticorps spécifique.(site web n°8)

➤ **Cytométrie en flux**

La **cytométrie en flux** (CMF) est une technique permettant de faire défiler des particules, molécules ou cellules à grande vitesse dans le faisceau d'un laser, en les comptant et en les caractérisant.

Il s'agit d'analyser les signaux optiques ou physiques émis par une particule coupant le faisceau lumineux d'un laser ou d'une lampe à arc. Les signaux mesurés sont essentiellement relatifs :

- aux propriétés optiques intrinsèques des particules ; ils correspondent aux phénomènes de diffusion lumineuse liés aux dimensions de la particule, à leur structure interne ou à l'auto-fluorescence de certaines cellules comme les végétaux, le phytoplancton, etc.
- aux propriétés optiques induites de fluorescence obtenues par des marquages spécifiques de structures ou de fonctions cellulaires.

La CMF offre une méthodologie rapide et simple à mettre en œuvre pour l'analyse du cycle cellulaire. Elle permet de suivre la distribution des cellules dans les différentes phases du cycle en fonction de divers stimulus ou de l'ajout de certaines drogues. Elle permet aussi de voir la présence de cellules avec des contenus anormaux d'ADN. (Site web n° 9).

➤ **Technique enzymatique rapide :**

Dès 1988, une équipe propose une méthode enzymatique rapide en milieu liquide sur 30 minutes pour la détection des coliformes totaux et fécaux à partir de leur activité β -D-galactoside (Berg et Fiksdal, 1988).

En 1994, Fiksdal *et al.* d'une part et Apte et Batley de l'autre, proposent une technique de détection rapide (25 minutes et 60 minutes respectivement) des bactéries fécales, *E. coli* par la mesure de l'activité enzymatique β -D-glucuronidase (Fiksdal *et al.*, 1994) et des coliformes fécaux par la β -D-galactosidase (Apte et Batley, 1994) dans les eaux côtières.

Cette nouvelle méthode permet de s'affranchir de l'étape de mise en culture. Une relation est mise en évidence entre la fluorescence émise et le nombre de coliformes fécaux (*Escherichia coli*) dénombrés par filtration sur membrane (Apte et Batley, 1994 ; Davies et Apte, 1996 ; Caruso *et al.*, 1998 ; Caruso *et al.*, 2000),

Partie Bibliographique

Voici une petite comparaison entre les méthodes traditionnelles et modernes (Tableau n°3)

Méthodes		Avantages	Inconvénients
Traditionnelles ou de culture	Filtration sur membrane (FM)	Etablis ; bonne sélectivité pour la croissance microbienne	Laborieux ; temps d'analyse long ; temps de réponse long ; sous-estimation de la population bactérienne à cause des organismes VNC
	Multitube fermentation (MTF)		
	Nombre le plus probable (NPP)		
Moléculaires	Immunodétection (IF, FISH, ELISA) ; Basée sur les acides nucléiques (PCR)	Réduction du temps d'analyse ; rapide ; sensible ; spécifique et sélectif ; détection des organismes VNC	Possibilité d'accrochages non spécifiques entraînant des faux positifs ; possibilité de bruit de fond ; difficulté de réalisation en routine ; onéreux ; exige un

(Tableau n° 3) Avantages et inconvénients des méthodes disponibles pour la détection des indicateurs (modifié d'après Pletschke *et al.* (2006) :

V.1. Prélèvement et conservation des échantillons :

Le linéaire côtier Algérois qui s'étend sur **97** Kms est constitué de **84** plages autorisées et interdites à la baignade. Le nombre de plages autorisées à la baignade a connu une importante augmentation; le nombre de plages autorisées est passé de **30** en 1999 à **42** en **2005** puis à **64** en 2011.

Aussi, le nombre de prélèvements augmente chaque saison. (APPL)
Dans des flacons stériles de verre ou de polypropylène à large ouverture, de capacité d'environ 250 ml, en laissant un espace d'air d'au moins 2,5 cm.



Figure n° :4 Photo de prélèvement sur site (HURBAL)

Les prélèvements sont effectués dans des conditions strictes d'hygiène. Les échantillons sont transportés vers Hurbal dans une glacière à une température de 4° C et à l'abri de la lumière où ils seront analysés dans les huit heures au maximum de conservation.

V.2. Matériels et méthodes :

V.2.1 Matériels :

V.2.1.1. Appareillage et verreries :

Etuve à 37° (Jouan, Prolabo).
Etuve à 44° (Prolabo).
Etuve à 22° (Jouan).
Bec bensen.
Autoclave.
Bain marie (Prolabo)
Réfrigérateur (Ariston).
Microscope photonique (Zeiss).
Pipettes graduées stériles (1,5 et 10 ml).
Pipettes pasteur.
Rampe de filtration

V.2.1.2 Milieux de culture et réactifs :

❖ Milieux solides :

Milieu TTC gélosé g L-1

Gélose de Slanetz et Bartley : milieu pour la numération des entérocoques.

Gélose Agar GNAB : milieu sélectifs destiné à l'isolement de vibrion cholera et autres vibrion entéro pathogènes.

Gélose à bile esculine Azide (BEA) :

❖ Milieux liquides :

Tubes contenant 9 ml d'eau physiologique.

Bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol (BCPL) double et simple concentration :

Eau peptonée alcaline (EPA) :

Bouillon au sélénite de sodium (SFB)

Résultats et Interprétations

Milieu Hektoen : un milieu sélectif permet tant l'isolement et la différenciation des entérobactéries pathogènes particulièrement utilisé pour la culture de Shigella.

Bouillon de Schubert .

V.2.2.Méthodes :

La méthode utilisée pour la recherche de tous les germes est la méthode de filtration sur membrane

- **Filtration sur membranes :**

Principe :

L'échantillon d'eau à analyser est filtré à Travers une membrane qui retient les micro-organismes. La membrane est ensuite placée sur un milieu gélosé. Durant l'incubation, des colonies se forment à la surface de la membrane.(dispositif fig. n°5) dont la porosité est de $0,45\mu$, Les avantages de cette méthode sont nombreux : facilité d'exécution, faible investissement de matériel, sensibilité ajustée par modulation du volume filtré. Cependant, bien qu'elle soit largement adoptée à travers le monde, cette technique nécessite une attente de 24 à 48 heures sans compter l'étape de confirmation. Le procédure est le même pour tous les germes, pour cela on a suivi les étapes suivantes :

Dilution des échantillons :

Préparer les séries de dilution en prélevant 1ml d'eau à analyser avec une pipette stérilisée(D-0) après avoir rigoureusement agiter l'échantillon et verser cette quantité dans un tube de culture propre et stérilisé contenant 90ml d'eau physiologique , de manière à obtenir 100ml correspondant à la première dilution(D-1). Dans notre cas nous avons effectué une seule dilution.

Agiter le tube à l'aide d'un agitateur électrique ou en le tournant par rotation du poignet. (OMS/ PNUE).

Filtration :

Avant de prendre des quantités adéquates à partir de l'eau de prélèvement ou à partir des dilutions, il faut remuer vigoureusement le flacon et les tubes pour une bonne représentative de la prise d'essai.



Fig. n° 5: dispositif de filtration

V.2.2. 1. Colimétrie :

✓ Principe :

La gélose utilisée pour la recherche des coliformes par la technique des membranes filtrantes met en évidence les deux catégories de coliformes : les coliformes totaux et fécaux, car elle permet aux colonies de coliformes de se développer préférentiellement au cours d'une incubation de 24h, et sous un aspect suffisamment caractéristique pour autoriser un diagnostic fortement présomptif.

Les coliformes caractérisent par la fermentation du lactose.

Utiliser un réservoir de filtration stérilisé pour chaque série de dilution.

✓ Filtration :

Verser doucement l'eau jusqu'à la graduation adéquate de 100ml.

Actionner la pompe à vide pour permettre le passage de l'eau à travers la membrane.

Débrancher le tuyau à vide.

✓ Mise en culture :

Retirer la membrane

La poser sur un milieu de Tergitol, dont l'épaisseur minimale est de 5 mm sans faire de bulles et sans retourner.

Résultats et Interprétations

Incuber à 37° pour les coliformes totaux et à 44° pour les coliformes fécaux pendant 24 heures.

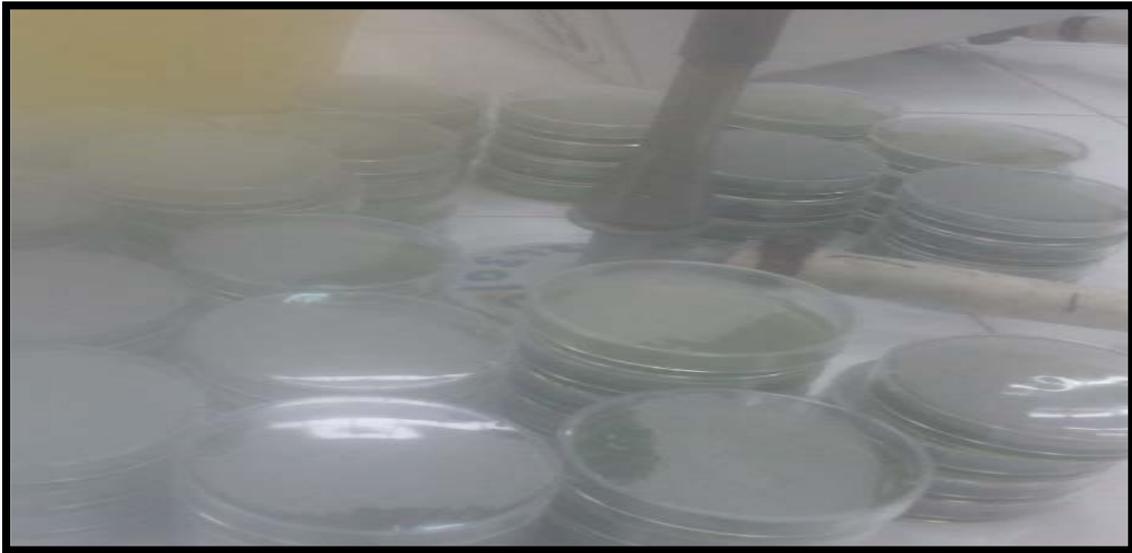


Fig. n°6 : milieu de Tergitol coulé sur les boites de pétri

✓ **Lecture et interprétation :**

Ne compter que les colonies qui se présentent sous formes de points rose à rouge foncé avec des reflets métalliques (mordorés), et dont la taille varie d'une tête épingle à celle d'une colonie bien formée. Si le nombre des colonies douteuses est plus grand que 10 pour cent du totale des colonies présente sur la membrane tester les colonies douteuses : par le test de bouillon BCPL pour la confirmation de la présence de coliformes totaux, par le test de Schubert pour la confirmation de la présence de coliformes thermo tolérantes et Escherichia coli.

✓ **Expression des résultats :**

Compter le nombre de colonies de coliformes sur chaque membranes après complète incubation et après rectification par les testes confirmatifs (même test utilisé pour la méthodes des NPP) si nécessaire .ne prendre en considération que les membranes présentes entre 20 et 200 colonies (totales des colonies incluant coliformes et non coliformes)

Exprimer les résultats en tant que coliformes pour 100 ml d'eau récolté en utilisant la relation suivante $N \text{ (UFC/100ml)} = \frac{\text{nombre de colonies de coliformes}}{\text{ml d'eau échantillonnée et filtré}} \times 100.$

On exprime le résultat par le nombre de coliformes totaux ou coliformes fécaux ou Escherichia coli par 100 ml d'eau récoltée. S'il n'ya aucun coliformes dans 100 ml d'eau, donner réponse (10 coliformes pour 100 ml).

Résultats et Interprétations

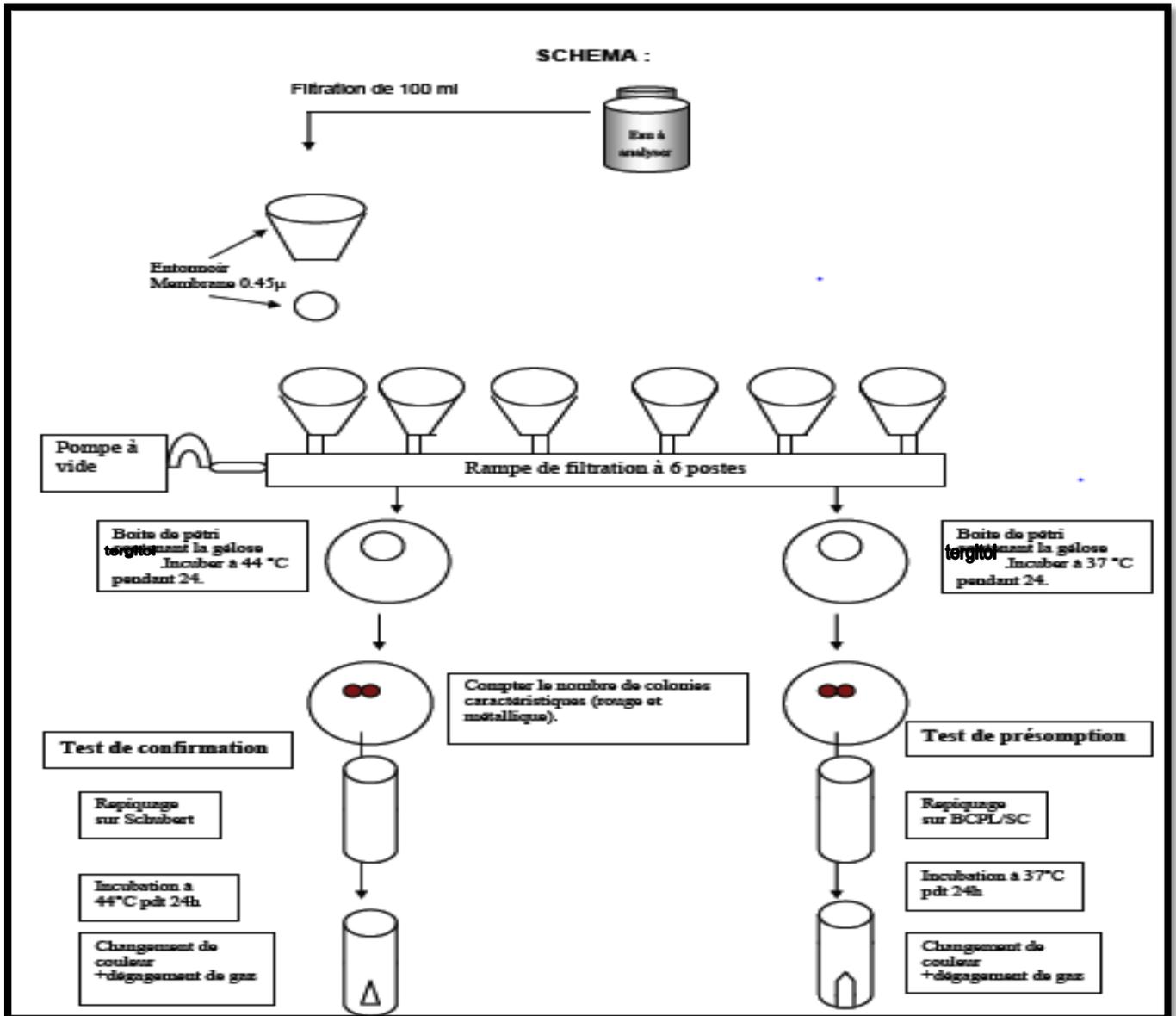


Fig. n° 7: Schéma de la recherche des coliformes totaux et fécaux par la méthode des membranes filtrante (poster HURBAL)

V.2.2.2 .Recherche des streptocoques :

La streptométrie par filtration est tout comme la colimétrie par filtration une méthode rapide, simple, normalisée (PNUE/OMS /1985).

Mode opératoire :

Après avoir appliqué les mêmes étapes, retirer la membrane à l'aide d'une pince stériles et la placer dans une boîte de pétri contenant la gélose de SLANETZ et BARTLY.

Lecture et interprétation :

Après 24h d'incubation, les streptocoques fécaux apparaissent sous formes de petite colonie rouge, marrons ou rose, lisse légèrement bombée.

Etant donné le caractère sélectif de la gélose SLANETZ ; ne pousseront théoriquement que les streptocoques fécaux.

Un test de confirmation consiste à prendre aseptiquement le filtre puis le déposer sur gélose BEA à incuber à 37° pendant 24h ; les colonies des streptocoques apparaîtront alors sous formes de petites colonies noires bombées et lisses :esculine positive.

Le nombre de colonies trouvées sera exprimé en UFC dans 100ml d'eau de mer.

Résultats et Interprétations

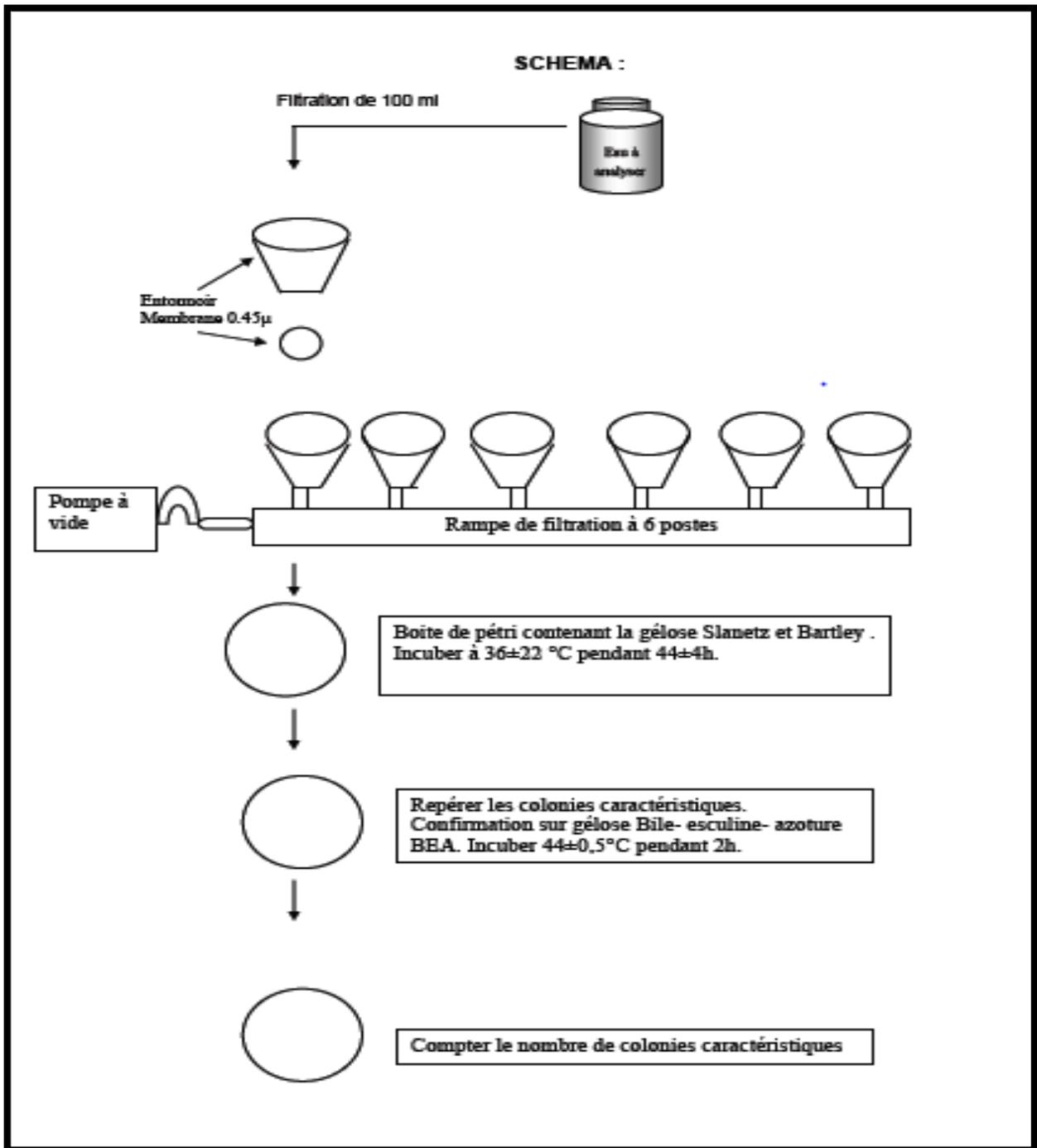


Fig. n° 8: Schéma de la recherche des streptocoques fécaux par la méthode des membranes filtrantes (poster HURBAL)

V.2.2.3. Recherche des bactéries pathogènes :

- **Recherche des Salmonelles :**

Mode opératoire :

❖ **Premier jour :**

Filtrer 1 L d'eau de mer.

Mettre le filtre dans un flacon contenant 100ml de bouillon sélénites cystéine.

Incuber les boites pétries à 37° pendant 16h a 24h.

❖ **Deuxième jour :**

D'une part : Enrichissement secondaire sur bouillon sélénites-cystéine en tubes à raison de 10ml par tube.

D'autre part : isolement sur gélose Hectoen(H1).

Dans les deux cas l'incubation se fait à 37° pendant 24h.

❖ **Troisième journée :**

D'une part, le bouillon sélénite-cystéine fera l'objet d'un isolement sur gélose Hectoen.

D'autre part la boite (H1) subira une lecture :

Des colonies jaune saumon : *Escherichia coli* *Citrobacter Freundi*, *Proteus vulgaris*.

Des colonies bleues ou vertes à centre noir : *proteus mirabilis*, *Salmonella sp* .

Des colonies bleuâtres ou vertes : *Shigella providenta*, *Proteus margani*, *Salmonella* à H2S négatif. Donc toutes colonies caractéristiques de salmonella subiront une identification morphologique et biochimique.

Résultats et Interprétations

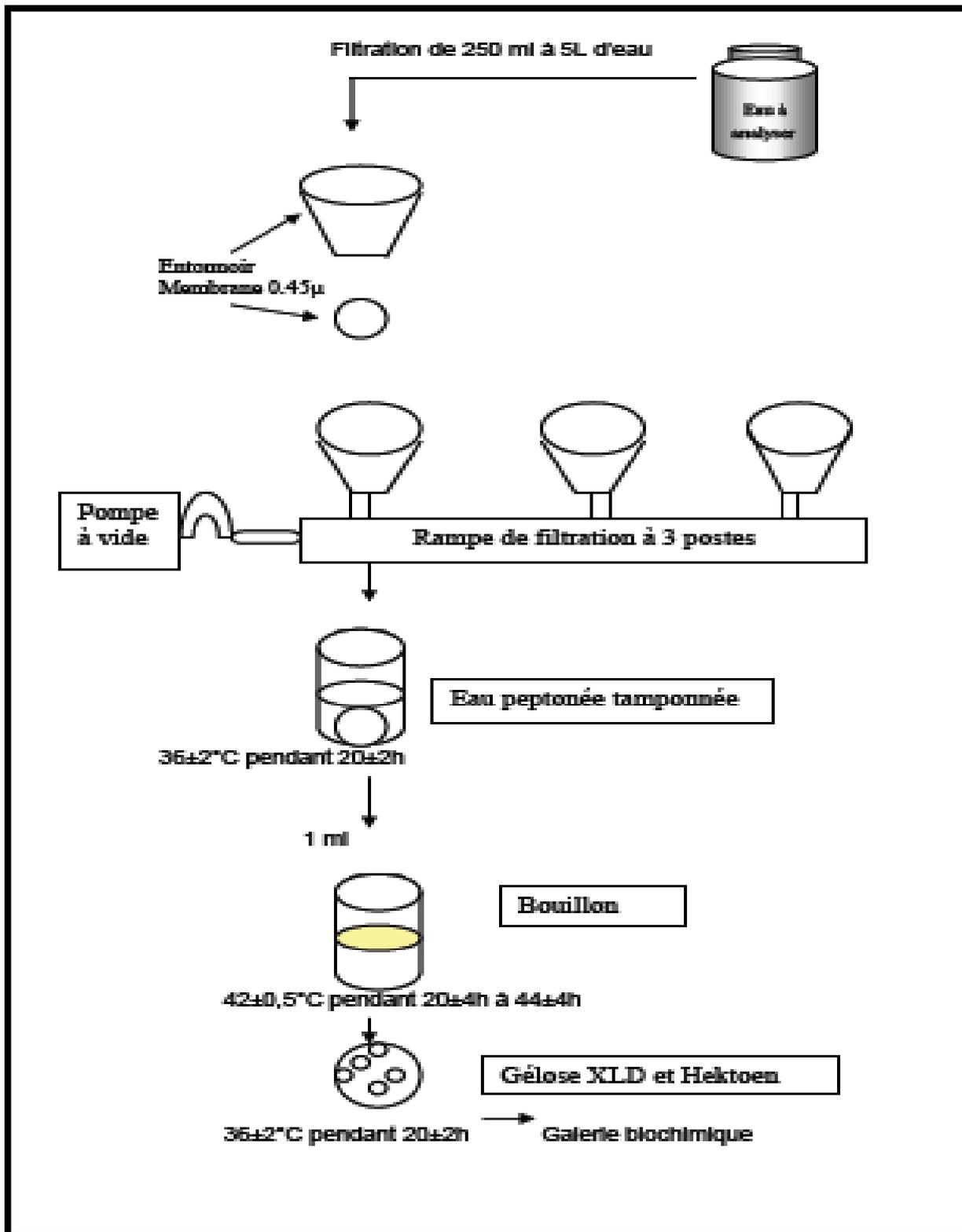


Fig. n°9 : recherche des salmonelles

Résultats et Interprétations

Principe :

Après enrichissement par passage en milieu hyper salé, et après isolement d'une part sur un milieu non sélectif, l'identification est basée essentiellement sur des épreuves immunologiques. (MOUFFOK, 2002).

Mode opératoire :

❖ Enrichissement primaire :

Il est basé sur les propriétés du vibron cholérique : Développement rapide en aérobiose stricte.

L'enrichissement s'effectue sur le milieu eau peptonnée alcaline 10 fois concentré réparti à raison de 50ml par flacon au quel est ajouté aseptiquement 450ml d'eau à analyser.

Ce dernier est incubé à 37° pendant 6h à 18h.

❖ Enrichissement secondaire et isolement :

A partir du flacon ensemencé :

Un nouveau milieu d'enrichissement (eau peptonnée alcaline simple concentration en tube à 37° ,16h à 24h.une gélose à ph9 (gélose nutritive alcaline et bilié (GNAB), en vue de rechercher le vibron colérique. L'incubation se fait pendant 24h.

Lecture et identification :

D'une part , le tube EPA fait l'objet d'un isolement sur GNAB , d'autre part la boîte de GNAB subira une lecture en tenant compte du faite que les vibrions cholériques se présentent le plus souvent sous forme de grosses colonies lisses et transparentes caractéristiques.

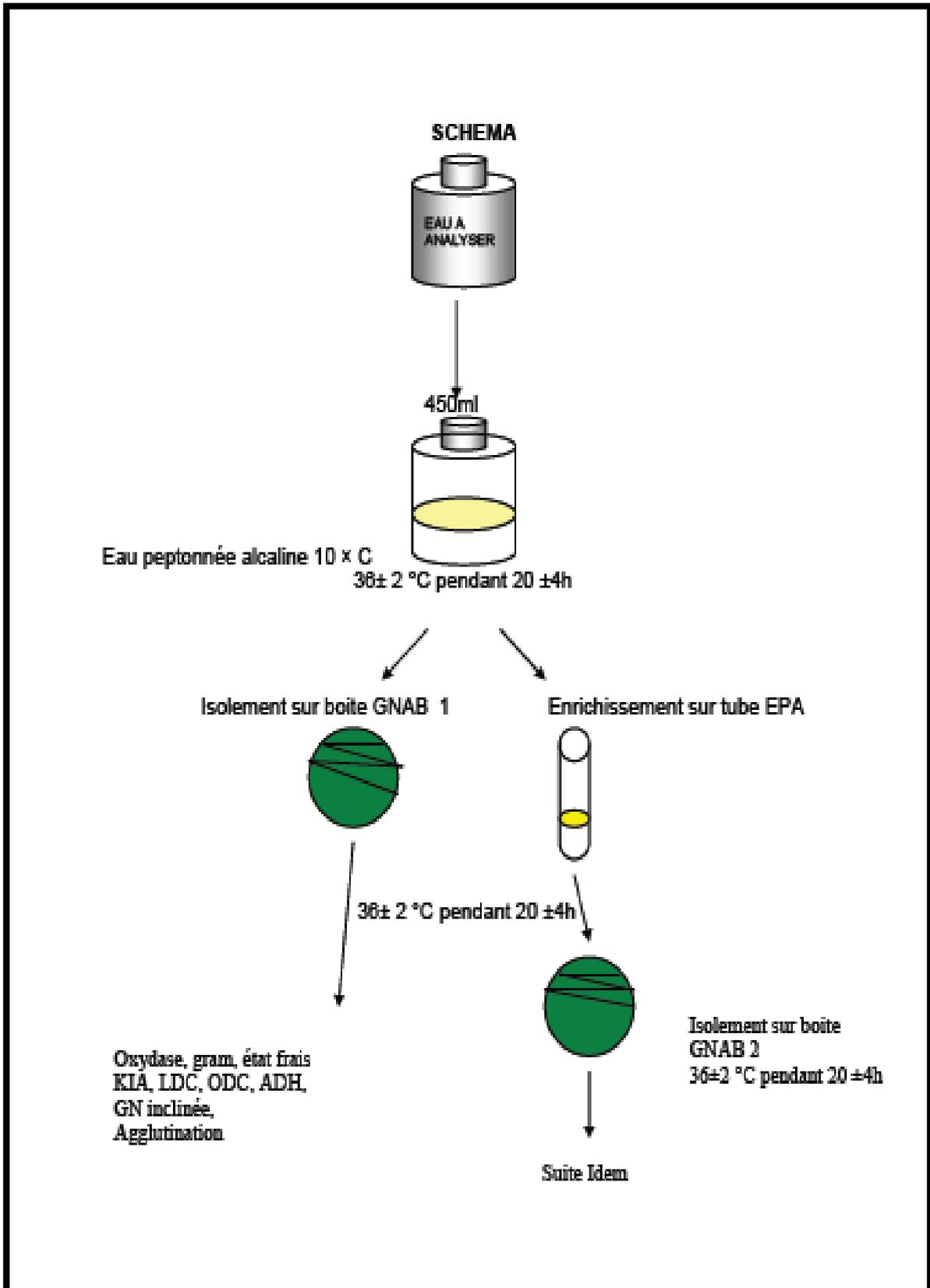


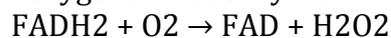
Fig. n°10 : Recherche de Vibrien :

V.2.2. Confirmation préliminaire des souches appartenant aux streptocoques :

V.2.2.1. La catalase :

❖ Rappels :

Certaines réactions métaboliques bactériennes aboutissent en aérobiose, à la production de peroxyde d'hydrogène (eau oxygénée). La réoxydation spontanée par l'oxygène du coenzyme FADH₂ en est la source essentielle :



H₂O₂ peut aussi être le produit de l'activité de la super-oxyde dismutase, l'ion super-oxyde résultant de l'action de l'oxygène sur diverses molécules organiques, ou pouvant être le produit de la chaîne respiratoire.

Le peroxyde d'hydrogène doit être éliminé, car c'est un poison cellulaire (il est d'ailleurs utilisé comme antiseptique).

Sa décomposition dans l'organisme microbien peut être réalisée soit par des peroxydases soit par la catalase. En absence de système enzymatique destructeur, la vie aérobie devient généralement

Impossible : les micro-organismes sont alors anaérobies strictes.

❖ Technique

- ❖ Dépôt de goutte d'eau oxygéné de volume de 10ml sur une culture pure se trouvant sur une boîte pétri gélosé

❖ Lecture

- Apparition de bulles, dégagement gazeux de dioxygène : **catalase +**
- pas de bulles : **catalase -** (site web n°7)

V.2.2.2. Coloration de gram :

Principe :

Par la coloration de gram, les bactéries gram+ sont colorées en violet, les bactéries gram- sont colorées en rose, ceci étant due à une différence de composition de la paroi, effectué à partir d'un frottis ou un étalement selon les étapes suivantes :

1. Réaliser un frottis ou un étalement
2. Fixer la préparation à la flamme sans dépasser 50-60° (brièvement supportable à la main) ce qui les sèche puis laisser refroidir la lame.
3. Immerger les lames dans une solution de cristal violet ou violet de gentiane pendant 60 secondes.
4. Lavage à l'eau en transvasant les lames ou sous le robinet.
5. Immerger les lames dans Lugol pendant 60 secondes en les agitant.

Résultats et Interprétations

6. Laver à nouveau à l'eau.
7. Décolorer jusqu'à disparition de la couleur violette dans l'alcool en faisant couler goutte à goutte sur la lame inclinée ou en immergeant les lames pendant une dizaine de secondes dans le décolorant.
8. Laver à l'eau
9. Contre colorer avec la solution de Fuschine diluée pendant 20 à 30 secondes.
10. Laver à l'eau et sécher à l'air ou en chauffant vers 50°, les lames doivent être parfaitement séchées
11. Observer à l'objectif x 100, en immersion avec de l'huile à immersion.

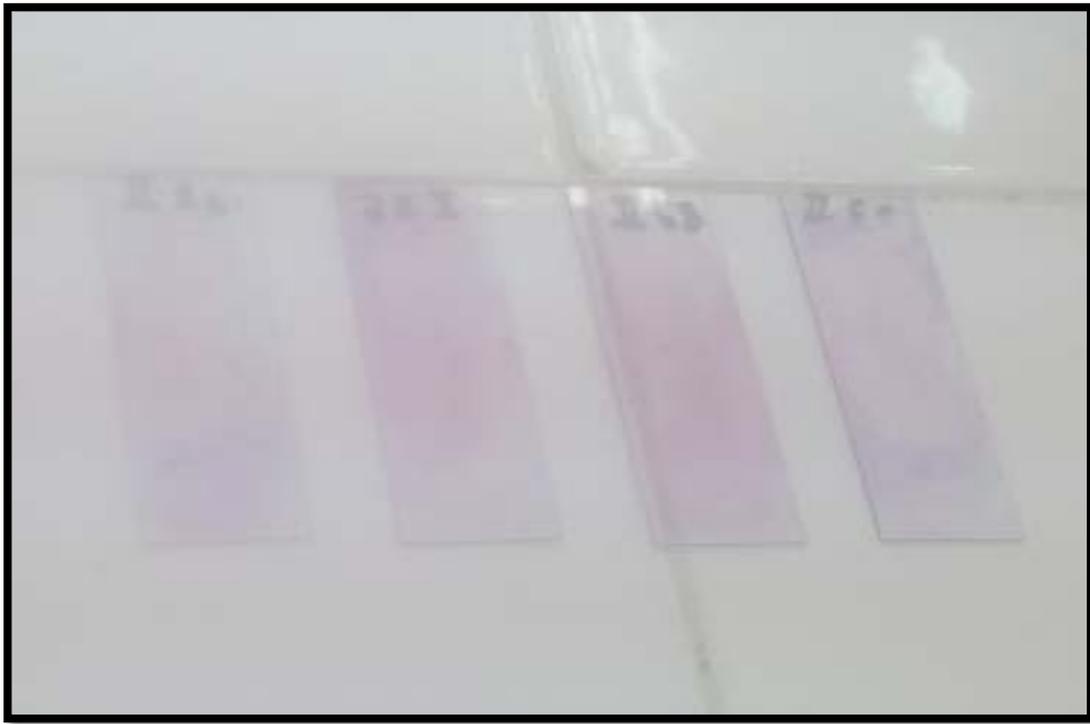


Fig. n° 11: lames après la coloration de Gram

VI.1 Introduction :

Les résultats obtenus sont représentés sous forme de tableaux et d'histogramme

Le contrôle de qualité a été réalisé sur plusieurs stations mais pour le traitement des données par la méthode statistique nous n'avons retenu que deux stations, en effet toutes les stations doivent présenter un nombre de prélèvements représentatifs (n=8) : donc 4 prélèvements en deux point pour chaque station.

Et a cause de l'insuffisance de nombre de prélèvements représentatifs .on a choisis 2 stations pilotes plage de Réghaia et plage les Ondines pour faire une étude statistique en fin de les classer durant la période d'étude.

les plages pour lesquelles nous n'avons pas pu faire une statistique sont les suivantes :

- Alger plage
- La frégate
- La sirène
- El kadous
- Coco plage
- El bahdja
- Méditerrané.

Et au niveau de chaque site, deux point de prélèvement ou trois point tout dépend de la longueur de la plage on été choisis afin de balayer toute la plage.

VI.2. Normes de la qualité des eaux de baignades utilisées :

La qualité requise des eaux de baignade a été fixée par la directive adoptée le 8 décembre 1975 par le conseil des communautés européennes et approuvée au journal officiel de la république algérienne n ° 46 le 14 juillet 1993 et rendue applicable , en droit français , par le décret 81 - 324 du 7 avril 1981 , et en droit algérien par le décret exécutif n °93 -164 du 10 juillet 1993 , aux eaux de baignades aménagées , voir le (tableau n° :4)

Résultats et Interprétations

Tableau n° :4 : Normes de la qualité des eaux de baignade (poster HURBAL)

PARAMETRES BACTERIOLOGIQUES	Valeurs guides G	Valeurs impératif I
Coliformes totaux	500-10 000	>10 000
Coliformes fécaux	100-2000	>2000
Streptocoques fécaux	100	-
Salmonelles	ABS	-
Vibrion colérique	ABS	-

D'après ce tableau on voit qu'une plage est :

- ❖ De bonne qualité si les concentrations en germes témoins sont inférieures à la valeur guide (500UFC/100ml pour les CT ,100UFC/100ml pour CF 100UFC/100ml SF).
- ❖ De qualité bactériologique acceptable si la concentration en germes témoins est entre comprises les valeurs guides et impératives :Entre 500 et 10 000 UFC/ml pour les CT,Entre 100 et 2000 UFC/ml pour CF Et entre 100 et 400 UFC/ml pour les SF
- ❖ Mauvaise qualité : Si les concentrations en germes témoins dépassent les valeurs impératives.10 000 UFC/100ml pour les CT, 2000 UFC/ml pour CF et 400 UFC/ml

Résultats et Interprétations

❖ Classement des plages

A la fin de chaque saison estivale, les zones de baignades sont classées dans l'une des catégories suivantes (Larpen, 1997). (tableau n°5)

Principes de classement des plages (Modèle Français)	
Qualité microbiologique	
"A" : Les eaux de bonne qualité	"B" : Les eaux de qualité moyenne
<p>Pour ces eaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> -au moins 80 % des résultats en E. coli et en coliformes totaux sont inférieurs ou égaux aux nombres guides (100/100 ml et 500/100 ml respectivement) ; -au moins 95 % des résultats en E. coli et en coliformes totaux sont inférieurs ou égaux aux nombres impératifs (2000/100 ml et 10 000/100 ml respectivement) ; -au moins 90 % des résultats en streptocoques fécaux sont inférieurs ou égaux au nombre guide (100/100 ml) ; - absence d'huiles minérales, de phénols et de mousses dans au moins 95% des échantillons. 	<p>L'eau est de qualité moyenne lorsque :</p> <ul style="list-style-type: none"> -les nombres impératifs fixés par la directive pour les E. coli et les coliformes totaux (2 000/100 ml et 10 000/100 ml respectivement) sont respectés dans au moins 95 % des prélèvements, les conditions relatives aux nombres-guides n'étant pas, en tout ou en partie, vérifiées ; - absence d'huiles minérales, de phénols et de mousses dans au moins 95% des échantillons.
Les eaux classées en catégorie "A" ou "B" sont conformes aux normes européennes	

"C" : les eaux pouvant être polluées momentanément	"D" : les eaux de mauvaise qualité
<p>L'eau des points de surveillance pour lesquels :</p> <ul style="list-style-type: none"> -les fréquences de dépassement des nombres impératifs pour E. coli ou les coliformes totaux sont comprises entre 5 % et 33,3 % ; -ou la présence d'huiles minérales, de phénols ou de mousses est relevée dans 5 à 33,3% des échantillons. <p>Cette pollution peut faire l'objet de mesures immédiates ou à moyen terme, permettant d'améliorer définitivement la qualité de l'eau. Il est important de noter que si moins de 20 prélèvements sont effectués pendant toute la saison sur un point, un seul dépassement du nombre impératif suffit pour entraîner le classement de la plage en catégorie C.</p>	<p>Lorsque, pour les paramètres E coli ou coliformes totaux, les conditions relatives aux nombres impératifs sont dépassées au moins une fois sur trois, ou que la présence d'huiles minérales, de phénols ou de mousses est relevée dans plus d'un échantillons sur 3, l'eau correspondante est considérée comme de mauvaise qualité.</p>

Tableau n°5 : classement des plages

VI.3. Traitement des données par le modèle de Gauss :

La prise de décision quant à la qualité microbiologique de l'eau de mer est basée sur une étude statistique significative. Cette méthode d'évaluation et d'interprétation aborde les problèmes de traitement des données et la méthode de contrôle de qualité laboratoire.

➤ **Ajustement des courbes :**

Les concentrations microbiennes mesurés dans une station d'échantillonnage suivent une distribution qui détermine l'équation qui exprime le mieux la distribution la plus probable de valeurs expérimentales qui est la droite de régression.

➤ **Détermination de la droite de régression :**

Considérons l'équation $Y=aX+b$. (1)

Soient les couples (X_i, Y_i) , l'ensemble des valeurs expérimentales, la droite qui approche aux mieux ces points doit obéir à la condition suivante :

La somme $(Y_i - aX_i)^2$ est minimale pour :

$$a = \frac{[\sum(Y_i - Y_{moy})(X_i - X_{moy})]}{\sum(X_i - X_{moy})^2} \dots (2)$$

Avec :

X_{moy} : moyenne des X_i .

Y_{moy} : moyenne des Y_i .

➤ **Mode de calculs:**

L'évaluation de la moyenne des valeurs guides et impératives s'effectue suivant la procédure :

- Classement des concentrations données par ordre croissant
- Calculer la fréquence cumulée pour chaque concentration bactérienne.

Tel que

$$f(X_i) = [i / (n+1)] * 100 \quad (3)$$

X_i : la concentration bactérienne à la i eme position

I : le numéro d'ordre correspond à la i eme position

Résultats et Interprétations

N :le numéro total des concentration bactériennes données pendant la période de suivie

f(Xi) : la fréquence cumulé correspond à la i eme concentration.

Après cela on détermine la droite de régression sous la forme :

$$\text{Ln}(Y_i) = a \text{Ln}(X_i) + b. \quad (4)$$

Et graphiquement on évalue les valeurs guides CT(50) et impératives CT(90) par extrapolation.

VI.4. Résultats :

VI.4.1. Etudes des deux stations pilotes

VI.4.1.1 Réghaia :

La commune de Réghaia est située à 30 Km de la capitale et à 16 Km de Boumerdes, elle appartient à la circonscription administrative de Rouiba, et limitée :

- au le Nord par la mer méditerranée
- au le sud par la commune de Ouled Hadadj
- à l'Est par la commune de Heraoua et Rouiba
- à l'Est par la commune de Boudaouaou

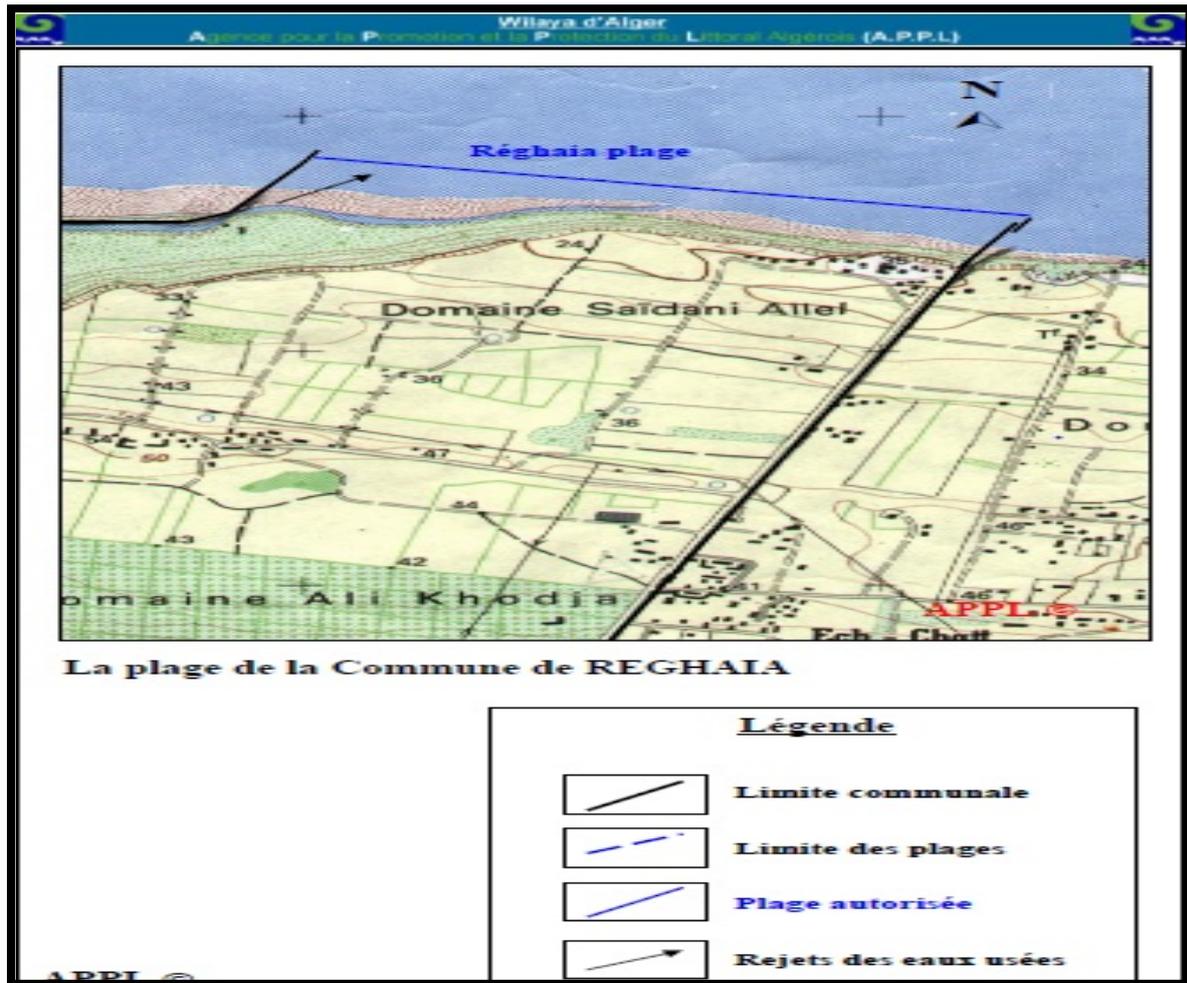


Fig. n°12 : Carte de Réghaia plage

IV.4 .1.2 Résultats de dénombrement des germes témoins au niveau de la station Réghaia plage :

- **Résultats bruts :** Les résultats obtenus au niveau de cette station sont représentés dans les tableaux (liste des tableaux) et les figures (liste des figures)
- Aussi ils sont représentés sous formes d'histogramme :

Résultats et Interprétations

Fig. n° 13 : Répartition des coliformes totaux pendant 2 mois pour la station de Réghaia :

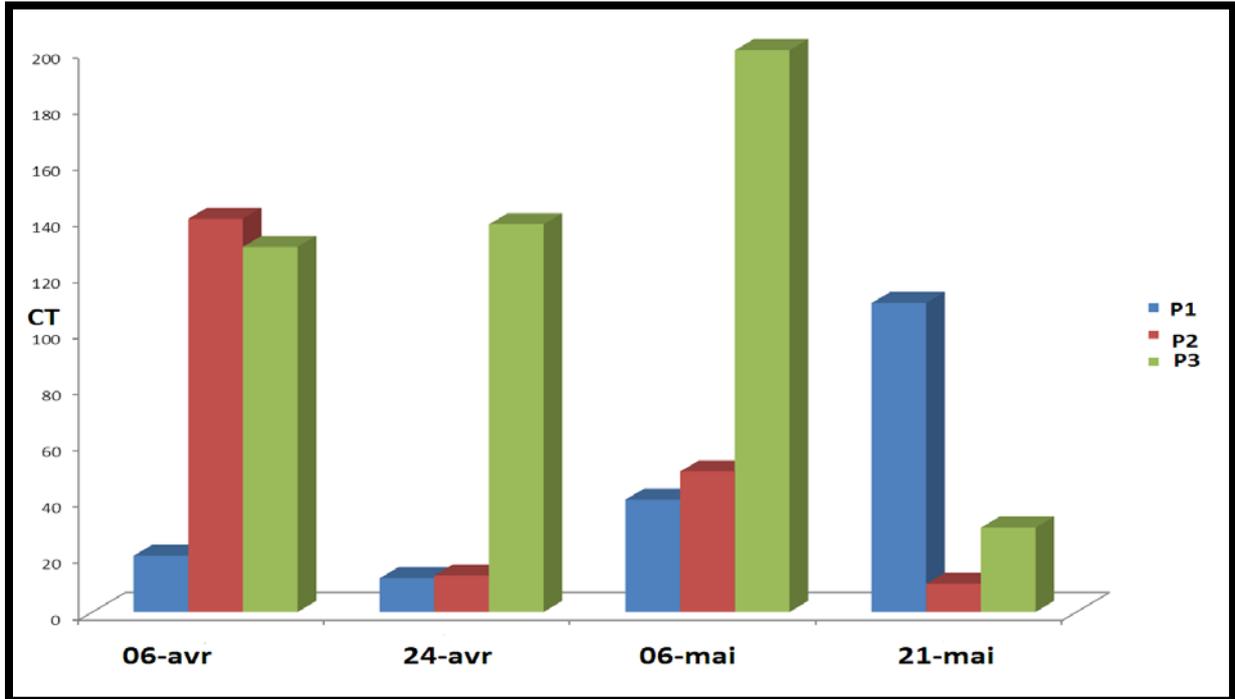
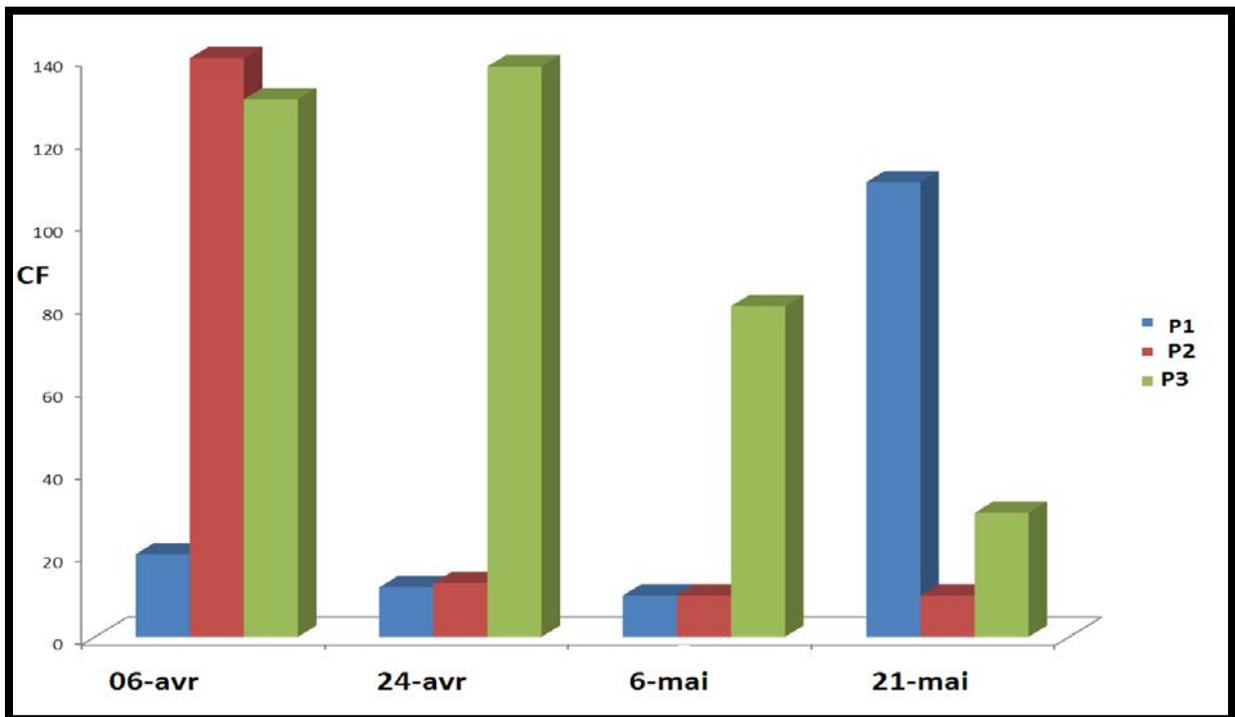
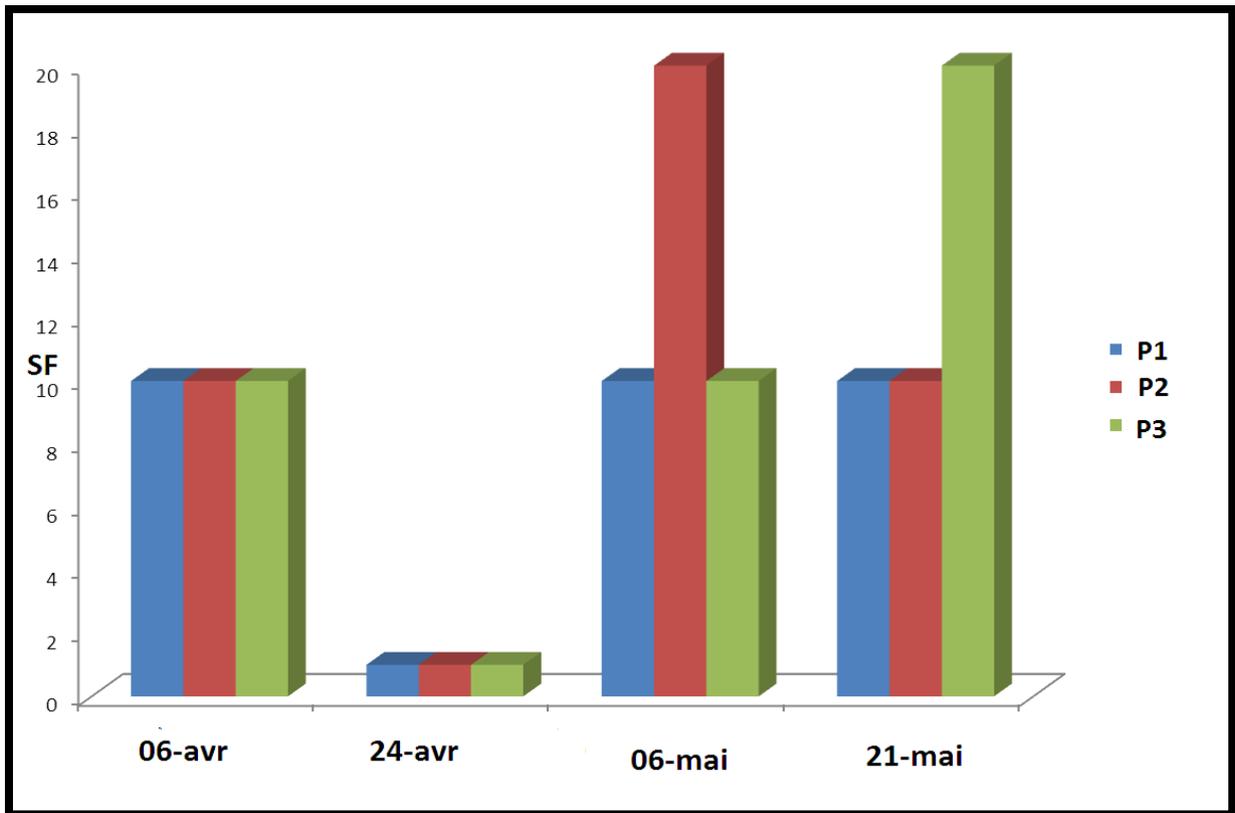


Fig. n° 14 : Répartition des coliformes fécaux pendant 2 mois pour la station de Réghaia



Résultats et Interprétations

Fig. n° 15 : Répartition des streptocoques fécaux pendant 2 mois pour la station de Réghaia



➤ **Résultats après traitement des données :**

Les résultats obtenus sont présentés sous de forme de tableaux et de courbe (liste des figures et tableaux et l'annexe 1)

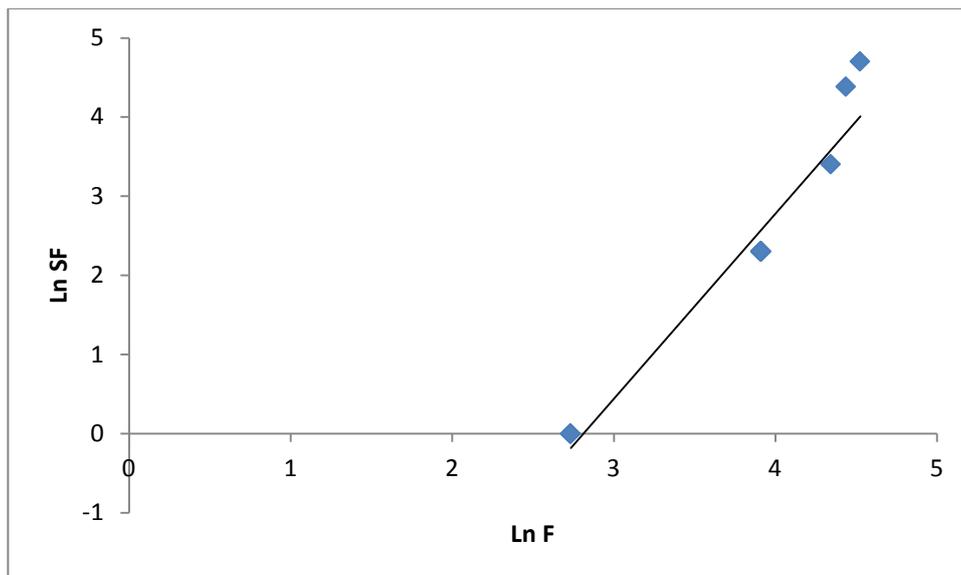


Fig. n°:19 droite de distribution log normale des coliformes fécaux : $\text{LnCF}=1.346\text{LnF}-1.148$ avec $R^2=0.870$).

Résultats et Interprétations

A partir du graphe : on a

CT(50)= 61UFC/100ml.

Et CT(90)= 135UFC/100ml

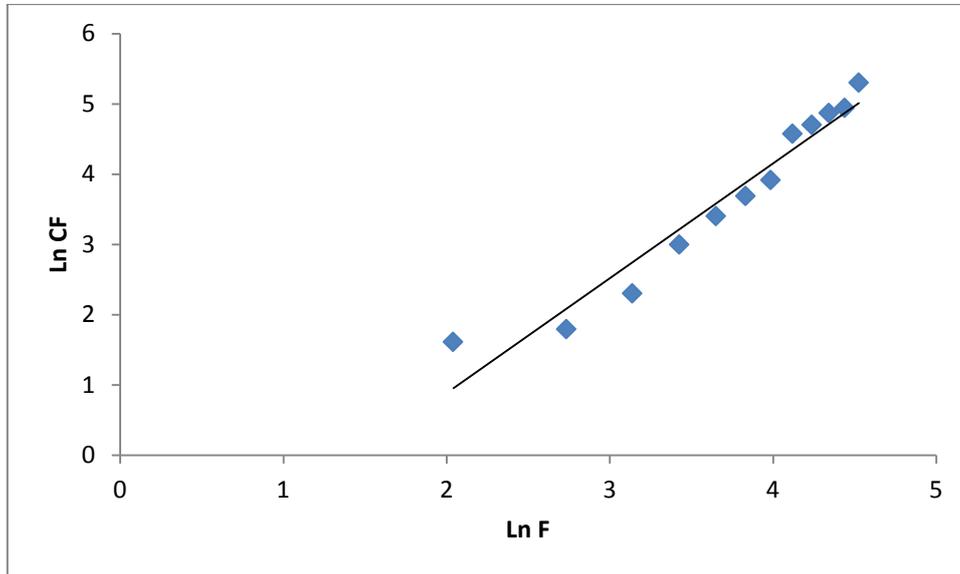


Fig. n° :20(droite de distribution log normale des coliformes fécaux : $\text{LnCF}=1.632\text{LnF}-2.375$ AVEC $R^2= 0.94$).

A partir du graphe : on a

CF(80)= 118 supérieur à 100 UFC/100ml

Et CF(95)= 157 supérieur à 100 UFC/100ml .

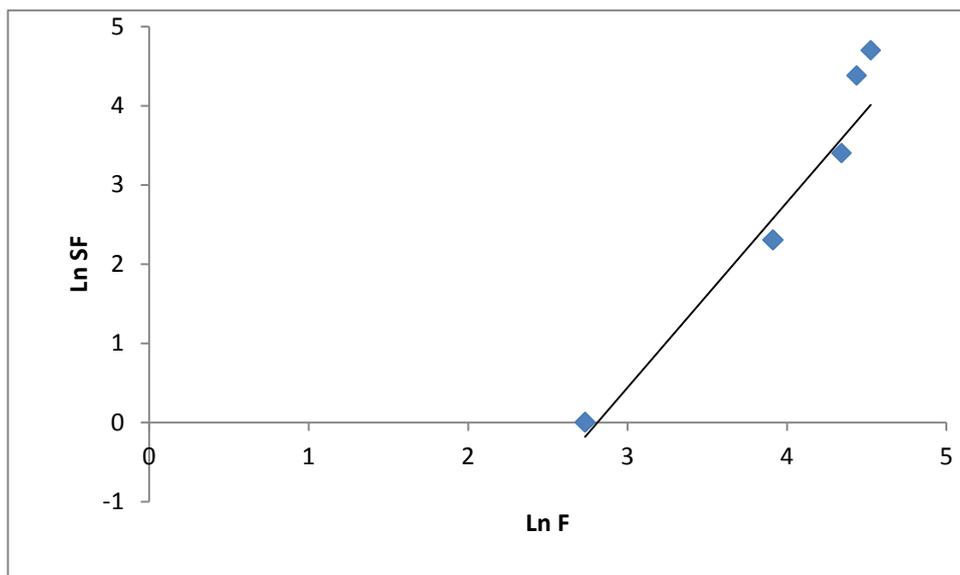


Fig. n° :21 droite de distribution log normale des streptocoques fécaux : $\text{Ln SF}=2.340\text{LnF}-0.6579$ avec $R^2=0.948$).

Résultats et Interprétations

A partir du graphe : on a

Et SF(90)= 51 inférieur à 100UFC/100ml

VI.4.3.2. Station les ondines : commune Bordj El bahri :

Bordj Elbahri :

La commune de Bordj El Bahri appartient à la Circonscription administrative de Dar El Beida, et se trouve à 26 Km à l'extrémité Est de la baie d'Alger. Ses Limites administrative sont :

Au Nord la commune de la « MARSA »

- Au Sud la commune de « BORDJ EL KIFFAN ».
- A l'Est les communes de « AIN TAYA » et de « ROUIBA ».
- A l'Ouest la mer méditerranée.

Coordonnées géographiques :

- Latitude : 36 ° 48'Nor
- Longitude : 3 ° 14' Est

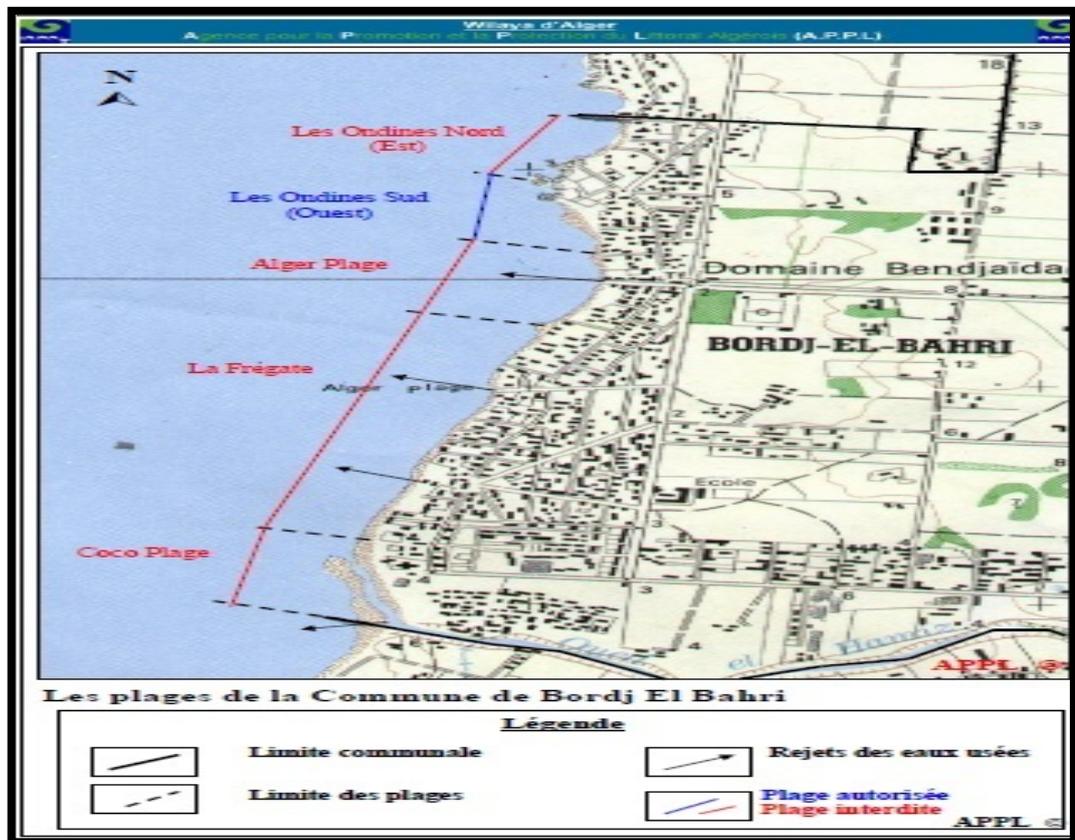


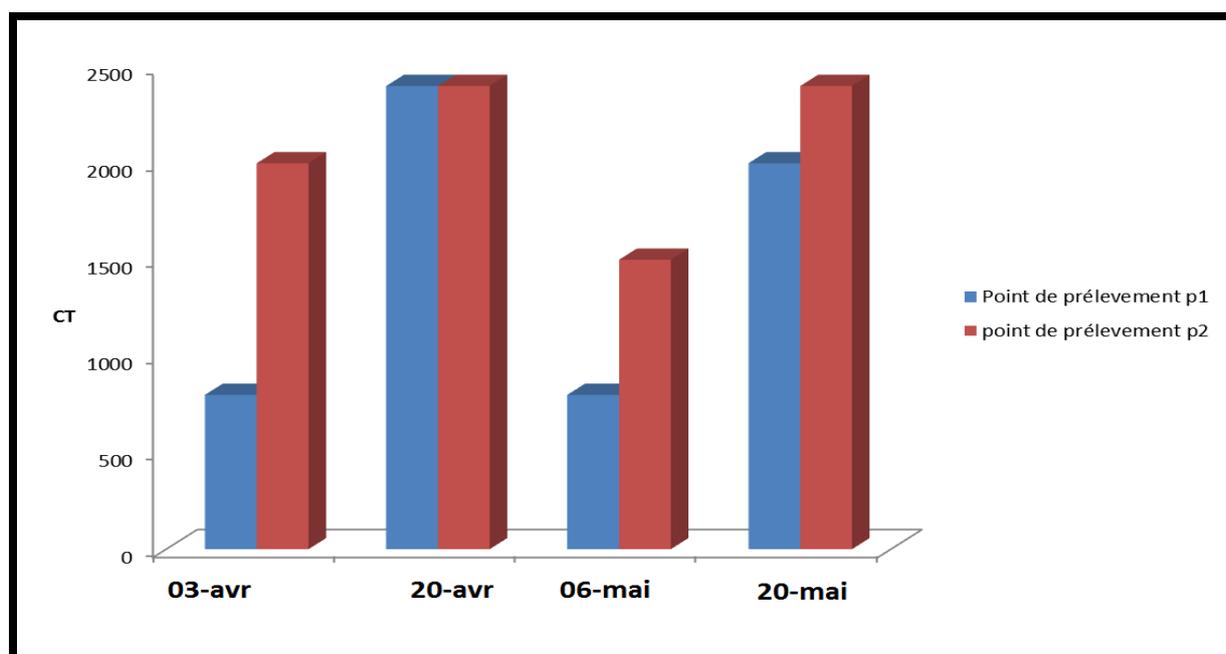
Fig n° 16 : Carte des plages de la commune de Bordj Elbahri

VI.4 .3 .3. Résultats de dénombrement des germes témoins au niveau de la station des Ondines

➤ Résultats bruts :

Les résultats obtenus au niveau de cette station sont représentés par les histogrammes

Fig. n° 17 : Répartition des coliformes totaux pendant 2 mois pour la station les ondines



Résultats et Interprétations

Fig. n° 18 : Répartition des coliformes fécaux pendant 2 mois pour la station les ondines

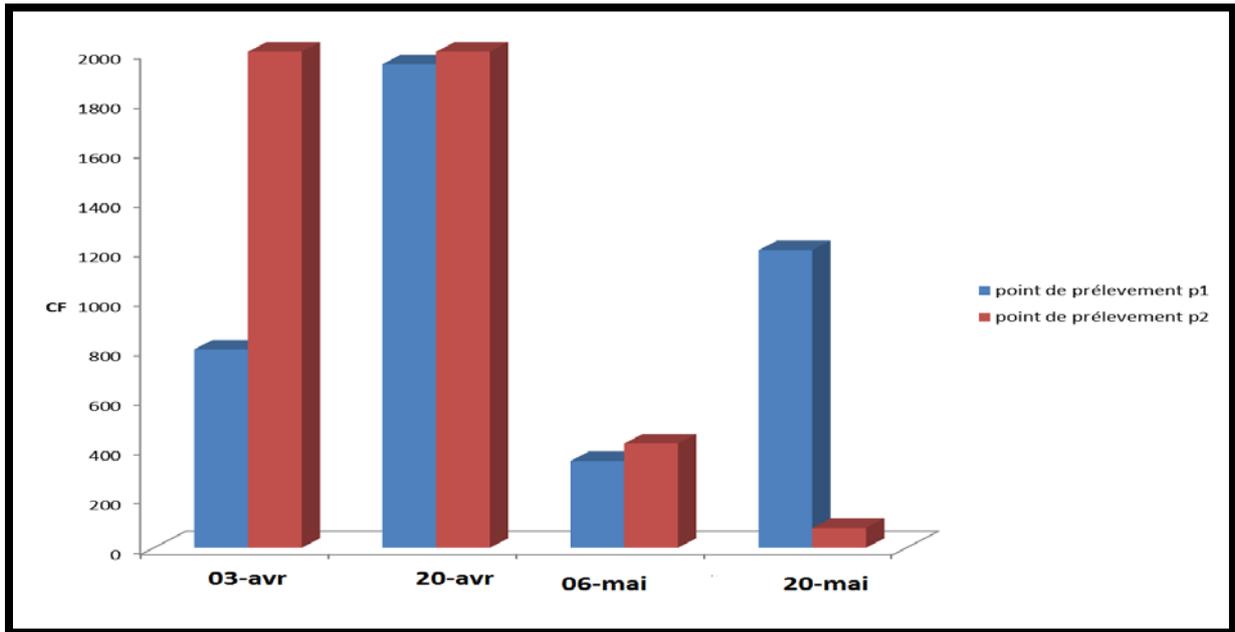
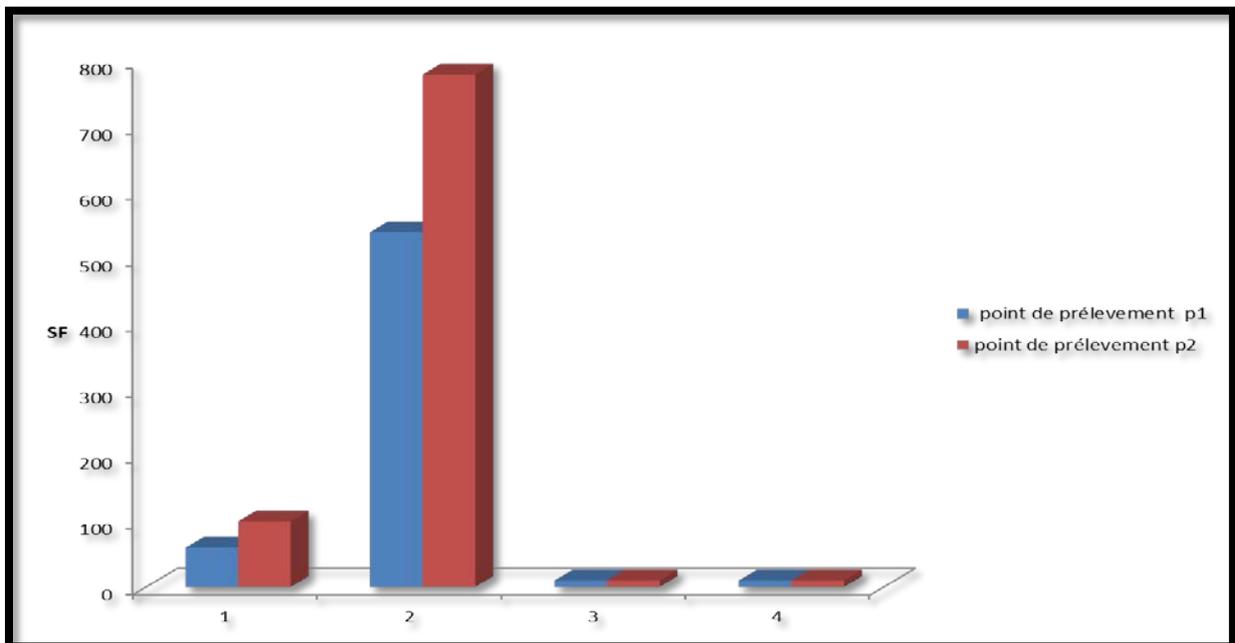


Fig. n° 19 : Répartition des streptocoques fécaux pendant 2 mois pour la station les ondines



Résultats et Interprétations

La droite de régression :

Pour les coliformes totaux :

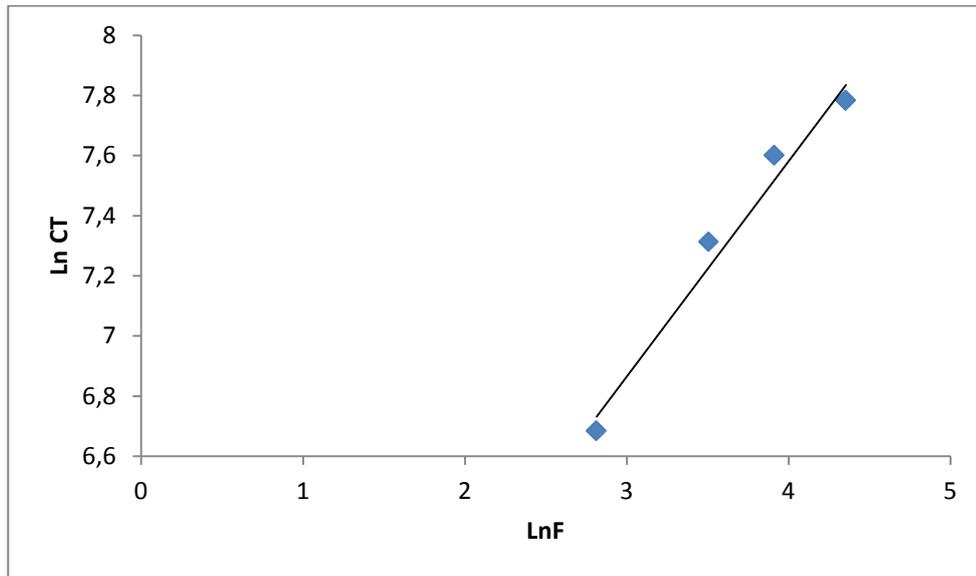


Fig. n° 22 : Droite de distribution log normale des coliformes fécaux : $\text{Ln CT} = 0.716 \text{Ln F} + 4.716$ avec $R^2 = 0.948$.

Donc $\text{CT}(50) = 1839 \text{ UFC}/100 \text{ ml}$

Et $\text{CT}(90) = 2801 \text{ UFC}/100 \text{ ml}$.

Pour les coliformes fécaux :

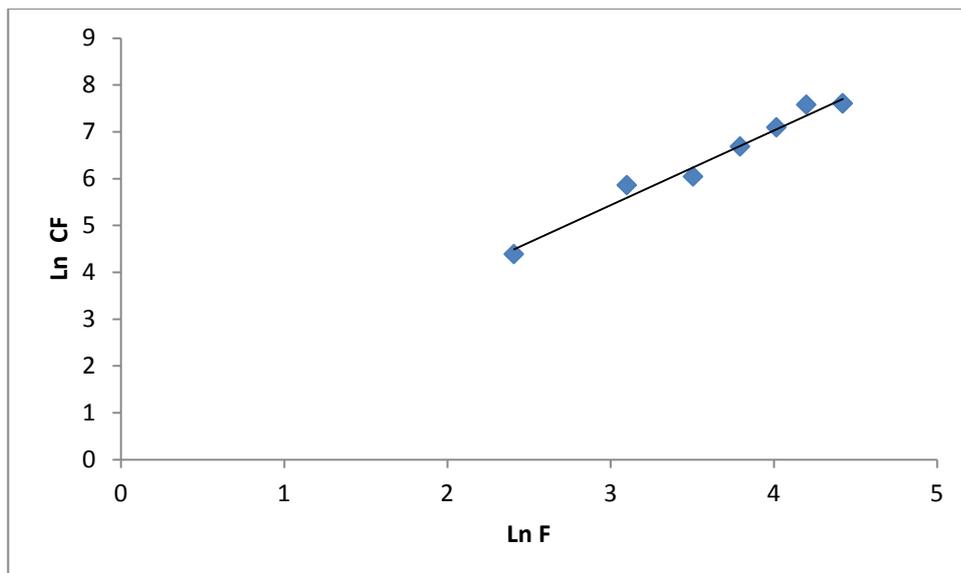


Fig. n° 23 : Droite de distribution log normale des coliformes fécaux :

$$\text{Ln CF} = 1.593 \text{Ln F} + 0.652 \text{ avec } R^2 = 0.978.$$

Résultats et Interprétations

Donc : $CF(80)=2064 > 100 \text{ UFC}/100\text{ml}$

Et $CF(90)=2490 \text{ UFC}/100\text{ml}$:

$CF(95)=2714 \text{ UFC}/100\text{ml} > 2000 \text{ UFC}/100\text{ml}$ tableau

$CF(33)= 503 < 2000 \text{ UFC}/100\text{ml}$.

Pour les streptocoques fécaux :

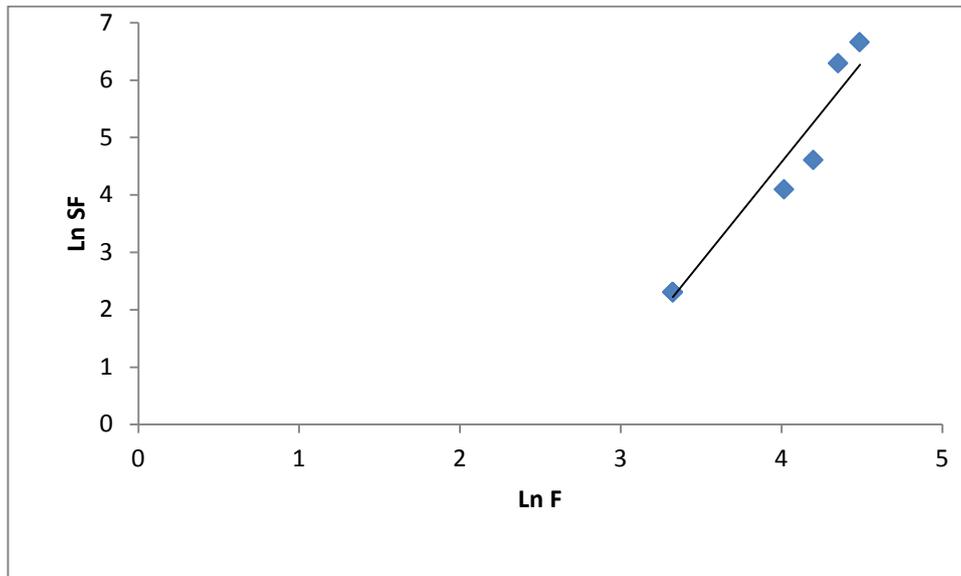


Fig. n° 24 : Droite de distribution log normale des streptocoques fécaux : $Ln CF=3.48LnF-9.349$ avec $R^2=0.958$.

$SF(50)=71 \text{ UFC}/100 \text{ ml}$

Et $SF(95)=664 \text{ UFC}/100\text{ml} > 400 \text{ UFC}/100\text{ml}$ (valeur impérative).

VI . 4 .2.Discussion :

➤ **Pour la station :Réghaia plage :**

95% des valeurs obtenues des coliformes fécaux sont inférieure à 2000 UFC/100 ml donc on peut dire que cette plage (Réghaia plage) est de qualité moyenne :classe B. La station Réghaia plage est classée comme plage de qualité moyenne , Cela est du à l'absence des rejets des eaux usées le long de cette plage confirmé par la carte

Résultats et Interprétations

➤ Pour la station des ondines :

les valeurs des coliformes fécaux obtenues pour cette station sont comprises entre 33% et 95 %, donc on peut dire que cette station est une station momentanément polluée. Cette pollution est due certainement aux conditions climatiques. Cela est nettement clair avec la figure (fig n°25) qui montre la présence d'un collecteur des eaux usées dans la plage voisine (Ondines Nord). (APPL) peut contribuer à la pollution de la station des Ondines, celle-ci est située entre deux plages momentanément polluées et une interdite, donc elle est automatiquement contaminée.

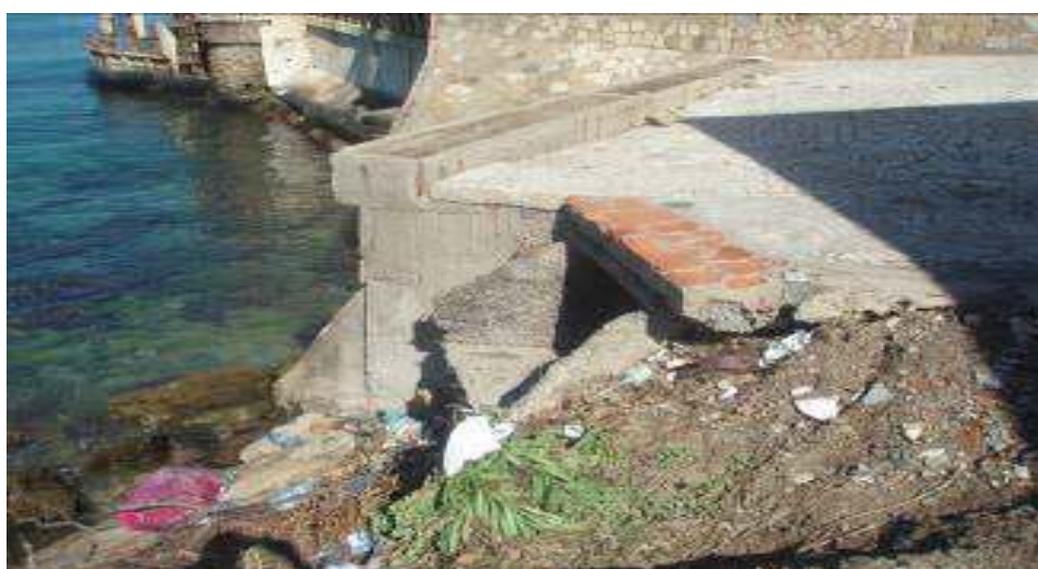


Fig n°26 : Collecteur des eaux pluviales (Plage Ondines Nord).APPL



**Fig. n °27 : Collecteur des eaux pluviales (urbaine et pluviale)
(Plage Ondines Sud).APPL**

Résultats et Interprétations

VI.4.3. Résultats de l'étude des plages non traitées par méthode statistique

- **Résultats de dénombrement de germes témoins pour la station: Alger plage : commune Bordj Elbahri : tableau n° :12**

DATE	03/04/2014		20/04/2014		06/05/2014		20/05/2014	
POINT	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2
CT	800	2000	2400	2400	800	1500	2000	2400
CF	800	2000	1950	2000	350	420	1200	80
SF	60	100	540	780	INF 10	INF 10	INF 10	10
CONCLUSION	QBA	QBA	MQB	MQB	QBA	QBA	QBA	QBA

La qualité de l'eau de cette plage varie avec la fréquence de prélèvement, la mauvaise qualité est due aux rejets des eaux usées comme le montre la figure,(n°27)



Fig. n° 28:Collecteur des eaux pluviales (Alger Plage) ; (Eaux urbaines et pluviales).APPL

et l'amélioration de la qualité est due généralement au transport de la pollution par les vents.

- **Tableau n° 13 :Résultats de dénombrement de germes témoins pour la Station la frégate : commune Bordj Elbahri :**

DATE	03/04/2014	20/04/2014	06/05/2014	20/05/2014
------	------------	------------	------------	------------

Résultats et Interprétations

POINT	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2
CT	1100	1500	2400	2400	2000	2400	2400	2400
CF	1100	1500	2000	1500	1550	2200	1320	950
SF	30	50	780	810	1800	2000	INF10	INF10
CONCLUSION	QBA	QBA	MQB	MQB	MQB	MQB	QBA	QBA

Cette fluctuation de la qualité est due aux rejets des eaux usées dans l'eau de mer, comme le montre les figures (Fig. n°28)



**Fig.29 : Collecteurs des eaux pluviales (Eaux pluviales et urbaines)
Plage La Frégate. APPL**

Résultats et Interprétations

- **Tableau n°14 : Résultats de dénombrement de germes témoins pour la Station Station la sirène : commune Bordj ELkifan**

Date	07/05/2014	07/05/2014
Point	P1	P2
CT	2400	2400
CF	2400	2400
SF	2400	2400
Conclusion	MQB	MQB

La mauvaise qualité est due aux rejets des eaux usées dans cette plage.

Elle a été interdite en mois d’Août 2010, ainsi que toutes les plages situées dans la communes de Bordj elkifan (plages Sirène I, Sirène II et Verte rive de la commune Bordj El Kiffan)sur décision de Monsieur le Wali d’Alger, par arrêté N°2356 du 18 Août 2010, suite à la mauvaise qualité des résultats plusieurs fois consécutives.(fig. n° :30 ,fig. n°31)



Fig n°30 : Important rejet se déversant sur la mer (plage sirène 2)



Fig n°31 : rejet de station d'élevage, (plage sirène 1)

Ces plages sont caractérisées par la présence de nombreux rejets d'eau usées, de rejets solides et liquides par des habitations qui sont à proximité .

VII. Conclusion :

L'objectif de ce présent travail, était d'évaluer la qualité bactériologiques des eaux de mer du littoral algérois, en effet il ressort de cette étude que :

La station Réghaia plage est de bonne qualité bactériologique pour la période d'étude

Par contre la station les ondines de la commune de bordj Elbahri a été classée plage momentanément polluée, le résultat de classement de ces plages est logique et il suit la présence ou l'absence de rejets d'eau usée.

La plage qui n'est pas située à proximité d'un rejet est classée propre (Reghaia)

La plage qui se situant non te à proximité d'un rejet est classé momentanément (les ondines)

Les résultats non traités par analyse statistique montré que la station Elkadous est de la commune Heraoua est la seule etre classée dans la catégorie bonne qualité donc c'est une plage propre , par contre les autres plages étudiées de la même façon (Ain benian ,sirène 1 et 2) ont été classées dans la catégorie des plages momentanément polluées

Ces résultats sont temporaires car l'effectif traité n'est pas représentatif.

Sur le plan personnel durant cette étude j'ai appris plusieurs méthodes de contrôle de qualité comme le dénombrement des bio indicateurs pour les eaux de mer et même pour les eaux de consommation, la coloration de gram et aussi la catalase

➤ Recommandations :

Il faut noter qu'en cas de la détérioration de la qualité des eaux de baignades une surveillance journalière de ces dernières devra être instaurée.

La surveillance journalière prend fin lorsque la qualité des eaux de baignade devient à nouveau conforme à la réglementation. (Loi n°83-03 du 5 février 1983 relative a la protection de l'environnement.

Aussi on peut dire que la qualité bactériologique ce n'est pas que la recherche des germes témoins de contamination fécale dans l'eau mais aussi l'analyse du sable car il est le réservoir des bactéries, et un autre paramètre doit être pris en considération c'est l'esthétique des plages, donc elles doivent être nettoyées.

Donc il faut sensibiliser les baigneurs et les citoyens en général pour la préservation de notre environnement.

1. **Afnor ,1994** qualité de l'eau, recueil de normes française environnement 861 p.
2. **APPL** : Agence Chargée de la Protection et de la Promotion
3. **APHA, AWWA et WEF (2005)**. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21 ème éd. American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation, Washington, DC.
du Littoral Algérois.
4. **Apte, S. C. et G. E. Batley** (1994). Rapid detection of sewage contamination in marine waters using a fluorimetric assay of β -D-galactosidase activity. The Science of the Total Environment **141**: 175-180.
5. **Avril J.L. – MONTEIL H.** Bactériol. Clinique 3e édition, 2000 [1, 2] : 6-39.
6. **Bakhoumi**. Contrôle de qualité et validation de différents microméthodes d'identification bactérienne. Thèse Pharm., 2004. n° 8.
7. **Axelord P., Tablot G.H.** 1989. Risks factors for acquisition of gentamicin-resistant enterococci. A multivariate analysis. Arch. Med. Int. 49 : 1397-1401.
8. **Baudart J, Nathalie p** , Sources et devenir des micro-organismes pathogènes dans les environnements aquatiques, **REVUE FRANCOPHONE DES LABORATOIRES - FÉVRIER 2014 - N°459** .
9. **Bavikatte K., Schreiner R.L., Lemons J.A., Gresham E.L.**
1979. Group D Streptococcal septicemia in the neonate. Am. J. Dis. Child. 133 : 493-496.
10. **Becton Dickinson1999** : **BBL crystal E/NF ID** Système d'identification des entérobactéries / non fermentants Becton Dickinson, France S.A, 1999 : 13-22.
11. **Berg, J. D. et L. Fiksdal** (1988). Rapid detection of total and fecal coliforms in water by enzymatic hydrolysis of 4-Methylumbelliferone- β -D-Galactoside. Applied and Environmental Microbiology **54**(8): 2118-2122.
12. **Besnier J.M, et Leport c.1997**. Implications cliniques. de la résistance des entérocoques aux antibiotiques. Presse Med.26:1781-1787.

13. Besnier J.M., Gueroult J., Mion P., Choutep P., et Lepout C.

1994. Aspects actuels des endocardites à entérocoque. Méd. Mal. Infect. 24 (Suppl.) : 177-190.

14. Brenner D.J. Introduction to the family Enterobacteriaceae In : Starr M.P., Stolp H., Trüper H.G., Balows A., Schelegel H.G. Eds the Prokaryotes Springer-Verlag K.G., Berlin, 1981 : 1105-1127 .

15. Cabelli, V.J., Dufour, A.P., McCabe, L.J. et Levin, M.A. (1983). A marine recreational water quality criterion consistent with indicator concepts and risk analysis. J. Water Pollut. Control Fed., 55 : 1306-1314.

16. Caruso, G., R. Zaccone, E. Crisafi et L. S. Monticelli (1998). Rapid detection of Escherichia coli in coastal waters by use of the fluorogenic substrate 4-methylumbelliferyl- β - D-glucuronide: preliminary results. Rapport du 35ème Congrès de la Commission Internationale pour l'Exploration de la Mer Méditerranée **35(2)**: 342-343.

17. Caruso, G., R. Zaccone et E. Crisafi (2000). Use of the indirect immunofluorescence method for detection and enumeration of Escherichia coli in seawater samples. Letters in Applied Microbiology **31**: 274-278.

18. Caruso, G., E. Crisafi et M. Mancuso (2002b). Immunofluorescence detection of Escherichia coli in seawater: a comparison of various commercial antisera. Journal of Immunoassay and Immunochemistry **23(4)**: 479-496.

19. Caruso, R., M. Mancuso et E. Crisafi (2003). Combined fluorescent antibody assay and viability staining for the assessment of the physiological states of Escherichia coli in seawaters. Journal of Applied Microbiology **95**: 225-233.

20. Caruso, G., R. Denaro, M. Genovese, L. Giuliano, M. Mancuso et M. Yakimov (2004). New methodological strategies for detecting bacterial indicators. Chemistry and Ecology **20(3)**: 167-181.

21. Caruso, R., F. De Pasquale, M. Mancuso et D. Zampino (2006). Fluorescent antibody viability staining and β -Glucuronidase assay as rapid methods for monitoring *Escherichia coli* viability in coastal marine waters. *Journal of Immunoassay and Immunochemistry* **27**: 1-13.

22. Caruso, G., L. S. Monticelli, R. Caruso et A. Bergamasco (2008). Development of a fluorescent antibody method for the detection of *Enterococcus faecium* and its potential for coastal aquatic environment monitoring *Marine Pollution Bulletin* **56**(2): 318-324.

23. Caruso, R., F. De Pasquale, M. Mancuso et D. Zampino (2006). Fluorescent antibody viability staining and β -Glucuronidase assay as rapid methods for monitoring *Escherichia coli* viability in coastal marine waters. *Journal of Immunoassay and Immunochemistry*

24. Caruso, G., R. Zaccone, E. Crisafi et L. S. Monticelli (1998). Rapid detection of *Escherichia coli* in coastal waters by use of the fluorogenic substrate 4-methylumbelliferyl- β -D-glucuronide: preliminary results. *Rapport du 35^{ème} Congrès de la Commission Internationale pour l'Exploration de la Mer Méditerranée* **35**(2): 342-343.

25. Davies, C. M. et S. C. Apte (1996). Rapid enzymatic detection of faecal pollution. *Water Science and Technology* **34**(7-8): 169-171.

26. Delarras, C. (2003). *Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux*. Paris, Tec & Doc Lavoisier (Ed.). Delarras (2003).

27. Denis F., Daberneth, Monteil H. Avril J. L. 1998, *Bactériologie clinique* Edition marketing, Paris, 1998 ; 144-145.

22. Y. DJEMAI ZOCHLACHE thèse de magister université de houari BOUMEDIAN (USTHB), 1996.

28. Edberg et al. 2000; Edberg, S.C., Rice, E.W., Karlin, R.J. et Allen, M.J. (2000). *Escherichia coli*: the best biological drinking water indicator for public health protection. *J. Appl. Microbiol.*, **88**: 106S-116S.

29. Edberg, SC, H LeClerc et J Robertson (1997) Natural protection of spring and well drinking water against surface microbial contamination. II indicators and monitoring parameters for parasites. *Critical Reviews in Microbiology*, 23: 179-206.

30. Ferley, J.P., Zmirou, D., Balducci, F., Baleux, B., Fera, P., Larbaigt, G., Jacq, E., Moissonnier, B., Blineau, A. et Boudot, J. (1989). Epidemiological significance of microbiological pollution criteria for river recreational waters. *Int. J. Epidemiol.*, 18 : 198-205.

31. Fewtrell. L , . Bartram .t J (dir. de pub.). IWA Publishing, Londres, Royaume-Uni, pour l'Organisation mondiale de la santé, Genève, Suisse. p. 289-315.

32. Fiksdal, L. et I. Tryland (2008). Application of rapid enzyme assay techniques for monitoring of microbial water quality. *Current Opinion in Biotechnology* **19**: 1-6. 43.

33. Fiksdal, L., M. Pommepuy, M.-P. Caprais et I. Midttun (1994). Monitoring of fecal pollution in coastal waters by use of rapid enzymatic techniques. *Applied and Environmental Microbiology* **60**(5): 1581-1584. **6. Garcia Armissen , T. et P. Servais** (2004). Enumeration of viable E. coli in rivers and wastewaters by fluorescent in situ h

34. Gauthier , F. et Archibald , F. (2001). The ecology of "fecal indicator" bacteria commonly found in pulp and paper mill water systems. *Water Res.*, 35 : 2207-2218. hybridization. *Journal of Microbiological Methods* **58**: 269– 279.

35. Geldreich, E.E. (revu par Degnan, A.J.) (2006). Pseudomonas. Dans : *AWWA Manual of Water Supply Practices – M48 Second edition: Waterborne Pathogens*. American Water Works Association, Denver Colorado. p. 131-134

36. Ghoul M., Bernard T., CORMIER M. Evidence that Escherichia coli Accumulates Glycine Betaine from Marine Sediments. *Applied and Environmental Microbiology*, 1990, n°2 vol. 56, p. 551- 554.

37. Henrickson, S. E., T. Wong, P. Allen, T. Ford et P. R. Epstein (2001). Marine swimming– related illness: implications for monitoring and environmental policy. *Environmental Health Perspectives* **109**(7): 645-650.

38. ISO organisation de standardisation internationale

39. Jepras, R. I., J. Carter, S. C. Pearson, F. E. Paul et M. J. Wilkinson (1995). Development of a robust flow cytometric assay for determining numbers of viable bacteria. *Applied and Environmental Microbiology* **61**: 2696-2701.

40. Lemarchand, K., N. Parthuisot, P. Catala et P. Lebaron (2001). Comparative assessment of epifluorescence microscopy, flow cytometry and solid-phase cytometry used in the enumeration of specific bacteria in water. *Aquatic Microbial Ecology* **25**(3): 301-309.

41. Marion Peirache, École Doctorale **Sciences de l'Environnement (ED251)**
Laboratoire PROTEE - EA3819
(Processus de Transferts et d'Echanges dans l'Environnement, thèse de Doctorat en Sciences de l'Environnement, p31.

42. Munro, P.M. and R.R. Colwell. 1996. Fate of *Vibrio cholerae* O1 in seawater microcosmos. *Water Res.* **30**: 47-50.

43. OMS/ PNUE, 1977a programme coordonné de surveillance et de recherche sur la pollution dans la méditerranée. la pollution des eaux côtières-critères sanitaires et études épidémiologiques, Copenhague ,Rome .36p

44. Peres J.MET Gauthier V, 1976 la pollution des eaux marines. BORDAS, Paris édit 230p.

45. Pilet C., Bourdon J.L., Toma B., Marchal N., Balbastre C.

Les entérobactéries Bactériologie médicale et vétérinaire : systématique bactérienne Doins, Paris, 2e ed 1979: 109-187.

46. Prüss, A. (1998). Review of epidemiological studies on health effects from exposure to recreational water. *International Journal of Epidemiology* **27**: 1-9.

47. Pletschke, B. I., C. A. Togo et V. C. Wutor (2006). On-line real-time enzyme diagnostic system for the detection and monitoring of faecal contamination of water intended for drinking purposes WRC Report No: 1446/1/06 ISBN No: 1-77005- 463-4.

48. Rompré, A., P. Servais, J. Baudart, M. R. De-Roubin et P. Laurent (2002). Detection and enumeration of coliforms in drinking water: current methods and emerging approaches. *Journal of Microbiological Methods* **49**: 31-54.

49. Rompré, A., P. Servais, J. Baudart, M. R. De-Roubin et P. Laurent (2002). Detection and enumeration of coliforms in drinking water: current methods and emerging approaches. *Journal of Microbiological Methods* **49**: 31-54. 34. Zaccone et al., 1995 ;

50. Rose, J. B., S. R. Farrah, V. J. Harwood, A. D. Levine, J. Lukasik, P. Menendez et T. Scott (2004). Reduction of pathogens, Indicators Bacteria and Alternative Indicators by Wastewater Treatment and Reclamation Processes. WERF final report. IWA publishing, London, UK.

51. Rozen Y., Belkin S. Survival of enteric bacteria in seawater. Federation of European Microbiological Societies Microbiology Reviews, 2001, n°25, p. 513-529.

52. Schleifer, K. H. et R. Kilpper-Balz (1984). Transfer of *Streptococcus faecalis* and *Streptococcus faecium* to the Genus *Enterococcus* norn. rev. as *Enterococcus faecalis* comb. nov. and *Enterococcus faecium* comb. nov. *International Journal of Systematic Bacteriology* : 31-34.

53. Servais, P., T. Garcia-Armisen, A.-S. Lepeuple et P. Lebaron (2005). An early warning method to detect faecal contamination of river waters. *Annals of Microbiology* **55**(2): 67-72.

54. Turbow, D. J., E. E. Kent et S. C. Jiang (2008). Web-based investigation of water associated illness in marine bathers. *Environmental Research* **106**: 101-109.

55. Vassauta .et coll Definition et description d'une technique de validation (document C) *Ann. Biol. Clin*, 1986, 44 : 746-55.

Sites Web :

1. http://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do;jsessionid=B13196A2684CBC99737F34F7F70351D5.tpdjo15v_1?idArticle=LEGIARTI000006686636&cidTexte=LEGITEXT00006072665&dateTexte=20140618

2. <http://www.baignades.sante.gouv.fr>

3. <http://www.hc-sc.gc.ca/index-fra.php>

4. (<http://www.sterimar.com/terre-planete-ocean.php>).

5. https://www.google.dz/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&docid=vy-IpeyWDYDXnM&tbnid=24IDI02SPv7qzM:&ved=0CAUQjRw&url=http%3A%2F%2Fwww.solabia.fr%2Fsolabia%2FproduitsDiagnostic.nsf%2F%2FSW_PROD%2FAB70B39EC7115FD1C12574C60045673C%3Fopendocument&ei=RW6IU8y5FMGdO73BgdgG&bvm=bv.69411363,d.d2k&psig=AFQjCNHmqSthc_Ca50iqOoPbW6AfjdbISQ&ust=1403436988059074

6. [http://www.solabia.fr/solabia/produitsDiagnostic.nsf/SW_PROD/AB70B39EC7115FD1C12574C60045673C/\\$file/BK123%20-%20BM024%20-%20BM093%20-%20G%3%A9lose%20TTC%20T7%20-%20Escherichia%20coli%20d%3%A9tour%3%A9%20copie.jpg](http://www.solabia.fr/solabia/produitsDiagnostic.nsf/SW_PROD/AB70B39EC7115FD1C12574C60045673C/$file/BK123%20-%20BM024%20-%20BM093%20-%20G%3%A9lose%20TTC%20T7%20-%20Escherichia%20coli%20d%3%A9tour%3%A9%20copie.jpg)

7. http://www2.ac-lyon.fr/enseigne/biotech/microbio/tests_microbiologie2.htm

8. http://fr.wikipedia.org/wiki/M%3%A9thode_immuno-enzymatique_ELISA

9. http://fr.wikipedia.org/wiki/Cytom%3%A9trie_en_flux.

Annexe 1

Tableau n° 6 : résultats du dénombrement des germes témoins pour la station Réghaia plage :

DATE	06/04/2014	06/04/2014	06/04/2014	24/04/2014	24/04/2014	24/04/2014
POINT	P1	P2	P3	P1	P2	P3
CT	20	140	130	12	13	138
CF	20	140	130	5	6	97
SF	INF 10	INF 10	INF 10	1	INF 1	INF 1
CONCLUSION	BQB	BQB	BQB	BQB	BQB	BQB

DATE	06/05/2014	06/05/2014	06/05/2014	21/05/2014	21/05/2014	21/05/2014
POINT	P1	P2	P3	P1	P2	P3
CT	40	50	200	110	10	30
CF	Inf 10	Inf 10	80	110	10	30
SF	Inf 10	20	Inf 10	Inf 10	Inf 10	20
CONCLUSION	BQB	BQB	BQB	BQB	BQB	BQB

Tableau n°7 : Concentrations en germes témoins et leurs numéro d'ordre pour la station de Réghaia

N° : d'ordre	CT	N° : d'ordre	CF	N° : d'ordre	SF
--------------	----	--------------	----	--------------	----

1	10	1	5	2	1
2	12	2	6	2	1
3	13	3	10	2	1
4	20	4	20	6.5	10
5	30	5	30	6.5	10
6	40	6	40	6.5	10
7	50	7	50	6.5	10
8	110	8	97	6.5	10
9	130	9	110	6.5	10
10	138	10	130	10	30
11	140	11	140	11	80
12	200	12	200	12	110

Tableau n°8: calcul des fréquences correspondantes à chaque concentration en germe témoin pour la station de Réghaia

La fréquence F	CT	La fréquence F	CF	La fréquence F	SF
1	10	1	5	2	1
2	12	2	6	2	1
3	13	3	10	2	1
4	20	4	20	6.5	10
5	30	5	30	6.5	10
6	40	6	40	6.5	10
7	50	7	50	6.5	10
8	110	8	97	6.5	10
9	130	9	110	6.5	10
10	138	10	130	10	30
11	140	11	140	11	80
12	200	12	200	12	110

Tableau n°9 : Résultats de dénombrement des germes témoins pour la station les Ondines .

DATE	03/04/2014		20/04/2014		06/05/2014		20/05/2014	
POINT	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2
CT	800	2000	2400	2400	800	1500	2000	2400
CF	800	2000	1950	2000	350	420	1200	80
SF	60	100	540	780	INF 10	INF 10	INF 10	10
CONCLUSION	QBA	QBA	MQB	MQB	QBA	QBA	QBA	QBA

Tableau n°10 : Résultats en de dénombrement des germes témoins pour la station : les ondines

N° : d'ordre	CT	N° : d'ordre	CF	N° : d'ordre	SF
1.5	800	1	80	2.5	10
1.5	800	2	350	2.5	10
3	1500	3	420	2.5	10
4.5	2000	4	800	2.5	10
4.5	2000	5	1200	5	60
7	2400	6	1950	6	100
7	2400	7.5	2000	7	540
7	2400	7.5	2000	8	780

Tableau n° :11 Calcul des fréquences correspondantes à chaque concentration en germe témoin

La fréquence F	CT	La fréquence F	CF	La fréquence F	SF
16.66	800	44.44	80	27.77	10
16.66	800	55.55	350	27.77	10
33.33	1500	66.66	420	27.77	10
50	2000	83.83	800	27.77	10
50	2000	83.83	1200	55.55	60
77.77	2400	66.66	1950	66.66	100
77.77	2400	83.33	2000	77.77	540
77.77	2400	83.33	2000	88.88	780

Annexe : 3

Milieux solides :

Gélose de Slanetz et Bartley : milieu pour le dénombrement des entérocoques.

Composition (g/l) :

- Peptone de caséine 15
- Peptone de farine de soja 5
- Extrait de levures 5
- Glucose 2
- Azide de sodium 0.4
- Phosphate di potassique 4
- Agar 18

Gélose Agar GNAB : milieu sélectifs destiné à l'isolement de vibron cholera et autres vibron entéro pathogènes.

Composition (g/l) :

- Peptone de viande 10
- Extrait de viande 3
- Chlorure de sodium 5
- Bile de bœuf desséché 2
- Agar 18

Gélose à bile esculine Azide (BEA) :

Composition (g/l):

- Peptone de viande 10
- Citrate de fer ammoniacal 1
- Esculine 1
- Bile de bœuf 1
- Agar 3
- PH final = 7.3

❖ Milieux liquides :

Tubes contenant 9 ml d'eau physiologique. :

Composition :

- Chlorure de sodium 9g
- Eau distillée 1000ml
- pH= 7

Bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol(BCPL) double et simple concentration :

Composition (g/l):	S/C	D/C
➤ extrait de viande	1	2
➤ peptone de caséine	7	14
➤ lactose	5	10
➤ BCP	0.03	0.06
➤ Extrait de levure	/	/
➤ Bile Salt	/	/
➤ Agar	/	/
➤ pH= 6.7		

Eau peptonée alcaline(EPA) :

Composition (g/l):	S/C	10XCC
➤ Protéase peptone	10	100
➤ Peptone	10	100
➤ Chlorure de sodium	5	50
➤ Ph final=	8.6	8.6

Bouillon au sélénite de sodium (SFB) :

Composition (g/l):	S/C	D/C
➤ Peptone	5	10
➤ Tryptone	5	10
➤ Mannitol	4	8
➤ Phosphate disodique	4	8
➤ Cystéine - -		
➤ pH final =	7	

Milieu Hektoen : un milieu sélectif permet tant l'isolement et la différenciation des entérobactéries pathogènes particulièrement utilisé pour la culture de Shigella.

Composition (g/l):

➤ Peptone pepsique de viande	15
➤ Extrait de viande	3
➤ Extrait de levure	3
➤ Lactose	12
➤ Salicine	2

➤ Saccharose	12
➤ Chlorure de sodium	5
➤ Sels biliaires	4
➤ Bleu de bromothymol	0.064
➤ Fuschine acide	0.1
➤ Agar 18	
➤ pH final =	7.4

Bouillon de Schubert :

Composition (g/l) :

➤ peptone	10
➤ tryptone	10
➤ Acide glutamique	0.2
➤ Tryptophane	0.2
➤ Sulfate de magnésium	0.7
➤ Sulfate d'ammonium	0.4
➤ Citrate de sodium	0.5
➤ Chlorure de sodium	2
➤ Mannitol	7

pH= 7.6

ملخص

في هذا العمل حاولنا لدراسة نوعية المياه من الساحل الجزائري على البحر، وإلى رتبة اختبرت هذه المناطق محطتين التجريبية: محطة رغاية الشاطئ ومحطة حوريات البحر، بعد إجراء دراسة ثابت لمدة 2 أشهر وعدد من عينات من 4 لكل محطة 3 نقاط هي undines ، ونحن خلص إلى أن منتج شاطئ رغاية جيدة وفقا لمعايير و محطة Elbahri لمحطة رغاية و 2 نقطة لمحطة برج محطة ملوثة مؤقتا.

Résumé

Dans ce travail on a essayé d'étudier la qualité des eaux de mer du littoral algérois, et pour faire un classement de ces plages on a choisis 2 stations pilotes : la station de Réghaia plage et la station les ondines, après faire une étude statique durant 2 mois et avec un nombre de prélèvements de 4 pour chaque station en 3 points pour la station de Réghaia et en 2 points pour la station de Bordj Elbahri, nous avons conclu que la station Réghaia plage est de bonne qualité selon les normes et la station les ondines est une station momentanément polluée.

Mots clé :

Control de qualité

Eau de mer

Littoral algérois.

In this work we tried to study the water quality of the sea Algerian coast, and to rank these ranges were selected two pilot stations: Station Réghaia beach and station mermaids, after making a static study for 2 months and a number of samples of 4 for each station 3 points for the station Réghaia and 2 points for station Bordj Elbahri, we concluded that the Réghaia beach resort is good by the standards and undines station is a station temporarily polluted.