

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'enseignement Supérieur et La recherche Scientifique
Université 8 Mai 1945-Guelma-

243

Faculté des Sciences de La nature et de La vie et Sciences de La terre et de L'univers
Département D'écologie et Génie de L'environnement



Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie.

Filière : Microbiologie-Ecologie

Spécialité/Option : Microbiologie de l'environnement (Eau, santé et environnement)

Thème

*Contribution à L'étude de La Qualité Bactériologique de L'eau des plages de
La Région de Skikda*

Présenté par :

Ahmed Behalil Souhila

Bares Meryem

Devant le jury composé de :

Président : Rouibi Abd Elhakim

M. A. A

Université de Guelma

Examineurs : Rouabhia Kamel

M. A. B

Université de Guelma

Bouchlaghem El Hadi

M. A. A

Université de Guelma

Encadreur: Houhamdi Moussa

Professeur

Université de Guelma

Juin 2012

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'enseignement Supérieur et La recherche Scientifique
Université 8 Mai 1945-Guelma-

Faculté des Sciences de La nature et de La vie et Sciences de La terre et de L'univers
Département D'écologie et Génie de L'environnement



Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Microbiologie-Ecologie

Spécialité/Option : Microbiologie de l'environnement (Eau, santé et environnement)

Thème

*Contribution à L'étude de La Qualité Bactériologique de L'eau des plages de
La Région de Skikda*

Présenté par :

Ahmed Behalil Souhila,

Bares Meryem

Devant le jury composé de :

Président : Rouibi Abd Elhakim

M. A. A

Université de Guelma

Examineurs : Rouabliia Kamel

M. A. B

Université de Guelma

Bouchlaghem El Hadi

M. A. A

Université de Guelma

Encadreur: Houhamdi Moussa

Professeur

Université de Guelma

Juin 2012

Remerciements

En premier lieu, nous tenons à remercier notre DIEU, notre créateur pour nous avoir donné la force pour accomplir ce travail.

Nous tenons à remercier notre président de jury monsieur ROUIBI A.E, ainsi nos examinateurs monsieur ROUABHILA K, et monsieur BOUCHLAGHEM E, d'avoir acceptés à juger notre travail.

Nous tenons à remercier notre encadreur monsieur HOUHAMDIM professeur en biologie qui nous avons aidé tout au long de notre travail par leurs conseils et critiques constructives.

Nous tenons à remercier Melle. ABASSI. S maitresse assistante à l'université 20 Août 1955 – Skikda, ainsi Mr. BELMAERS A., Mr. BOUKHAROUBA M., Mr. GHAZI A.E, et Mr. LAARAF A.E, infirmiers au E.P.S.P. El Roknia.

Sans oublier Mr. BRAHIMI O. et Mr. TACHI B, pour leurs énormes aides pour la réalisation des prélèvements.

Nos remerciements vont en fin à tous les enseignants de la faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers qui ont contribué à notre formation ainsi que toute personne qui a contribué à l'élaboration de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce mémoire

- ✿ *A mes très chers parents Mouhamed et Habiba pour leurs amour et sacrifices.*
- ✿ *A mes adorables sœurs Amina et Lina, mon petit frère Mahmoud et mon beaux frère Nacer pour leurs patiences.*
- ✿ *A mon très cher époux Brahimi Oussama pour leur présence à mes cotés par son encouragement et son soutient.*
- ✿ *A mes beaux parents Amar et Aicha.*
- ✿ *A mes belles sœurs Amel, Ahlem et Asma*
- ✿ *A toute la famille Bares et la famille Moukiddem et notamment mes grands parents.*

MERYEM

Produced with www.scantopdf.eu

Dédicace

Je tiens à dédier ce modeste travail :

A La science et la connaissance avant tout,

A toute personne qui a contribué à m'apprendre une lettre depuis le début de ma carrière jusqu'à cet instant.

A la lumière de mes yeux, mes très chers parents qui ont beaucoup patienté et sacrifié pour mon bonheur :Messaoud et Fatima.

A mes très chers frères :Ramzi et Mehdi et surtout mon âme Salah.

A ma sœur Houda, je souhaite qu'elle réalise tout ce que je n'ai pas pu le faire.

A mon grand père Rabia mes grand mères Zohra,Romana et Meriem.

A tout ma famille sans exception, surtout mes tante Houria,Salima,Mona,Hassina ,Radia,kelthoum,Saliha ,Malika,Zebida et Fatiha,mes oncles Rabeih,Sadek,Malek, Azedine, Hamid,abd el Rahman,Ahmed et Amine.

A toutes mes amies Nawel, Mériouma, Ahlem, Yasminelet2, Radia, Maroua, Hadjer, Amira, Amina,leila,Fadila,Chahra,Chourouk,Bouthaina,Fahima.

Et enfin à tous mes collègues de la promotion.

SOUHILA

Sommaire

Introduction	1
Chapitre 1 : Généralité et description de la région d'étude	3
1. L'eau	3
1.1 La répartition géographique de l'eau dans le monde	3
1.2 Les écosystèmes aquatiques	4
1.3 Les zones humides	5
1.3.1 Les eaux souterraines	5
1.3.2 Les eaux de surfaces	5
1.4 Les océans et les eaux marines	6
2. La pollution des eaux	7
2.1 La pollution physique	7
2.2 La pollution chimique	7
2.3 La pollution microbiologique	11
2.3.1 Les indicateurs biologique de la pollution	9
2.3.1.1 Les coliformes totaux	9
2.3.1.2 Les coliformes fécaux	10
2.3.1.3 Les streptocoques fécaux	10
3. Le littoral Algérien	10
4. Présentation de la zone d'étude	10
5. Caractéristique de la zone d'étude	12
5.1 Etude géologique	12
5.2 Données océanographiques (Bathymétrie)	13
5.3 Hydrologie	13
5.4 Hydrodynamisme	14
5.4.1 Les courants	14
5.4.2 Les houles	14
5.5 Etude climatique	15

Sommaire

5.5.1	La température	16
5.5.2	Précipitation	16
5.5.3	Humidité	17
5.5.4	Vents	18
5.6	Activité économique	18
5.7	Activité touristique	18
5.8	La pollution de la wilaya de Skikda	19
Chapitre 2 : Matériel et méthodes		20
1.	Présentation des sites de prélèvements (les plages)	20
2.	Stratégie d'échantillonnage	20
2.1.	Prélèvement	21
2.2.	Étiquetage	22
2.3.	Transport et conservation	23
3.	Analyse des échantillons	23
3.1	Mesure de la température et de pH	23
3.2.	Analyse bactériologique de l'eau de mer	23
3.2.1	Recherche et dénombrement des germes révivifiable	23
3.2.2	Recherche et dénombrement des germes indicateurs de contamination fécale	25
a.	Recherche et dénombrement de coliformes totaux, fécaux avec identification d'E.coli en milieu liquide	25
b.	Recherche et dénombrement des Streptocoques	29
c.	Recherche et dénombrement des spores de bactéries anaérobies sulfito-réducteurs	30
3.2.3	Recherche de germes pathogènes	32
a.	Recherche de <i>Salmonelle</i>	32
b.	Recherche de <i>Vibrio</i>	34
c.	Recherche de Staphylocoques pathogènes (<i>Staphylococcus aureus</i>)	36
d.	Recherche de <i>Pseudomonas</i>	36
3.3.	Tests d'identification complémentaire	37
3.3.1	Examen microscopique	37
3.3.2	Examens liés aux caractères enzymatiques	38
3.3.3	Examens liés aux caractères biochimiques	38

Chapitre 3 : Résultats et Discussions	41
1. Analyses des paramètres physico-chimiques	41
1.1 Température	41
1.2 pH	41
2. Analyses des paramètres bactériologiques	42
2.1 Évaluation de la flore mésophile totale	42
2.2 Évaluation de nombre des germes indicateurs de contaminations fécale	42
a. Les coliformes totaux	42
b. Les coliformes thermotolérants	43
c. Les streptocoques fécaux	43
2.3 Évaluation de nombre de spores des anaérobies sulfato-réducteurs	45
2.4 Identification des souches bactériennes	46
2.4.1 Résultats des caractères morphologiques et coloration de Gram	46
2.4.2 Résultat de la galerie biochimique classique	49
2.4.3 Résultat de la galerie biochimique API20E	50
Conclusion	52
Références bibliographiques	
Annexes	
Résumé	
Abstract	
ملخص	

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
01	Composition de l'eau de mer (35 g/L)	07
02	Les principales maladies causées par les eaux contaminées	09
03	Répartition des wilayas maritimes par région	11
04	Données climatiques de la station météo de Skikda	15
05	Résumé des fréquences de prélèvements	21
06	Évaluation de la flore mésophile totale dans l'eau de mer	42
07	Évaluation de la recherche des anaérobies sulfato-réducteurs (ASR) pendant les mois (Mars et Avril 2012)	45
08	Résultat de la recherche des Staphylocoques	46
09	Résultats de la recherche de <i>Pseudomonas</i> sur les milieux KingA et KingB	46
10	Différentes caractéristiques des colonies cultivées sur milieu GNAB	47
11	Résultats de la recherche de <i>Salmonelle</i> sur milieu Hectoen	48
12	Résultats de teste biochimique (galerie classique) sur les milieux Hectoen et GNAB	49
13	Résultats de test biochimique (système API 20E) sur les milieux Hectoen	50
14	Évaluation de la température dans les sites de prélèvement	Annexe
15	Évaluation du pH dans les sites de prélèvement	Annexe
16	Évaluation du nombre des coliformes totaux dans les sites de prélèvement	Annexe
17	Évaluation du nombre des coliformes thermotolérants dans les sites de prélèvement	Annexe
18	Évaluation du nombre des streptocoques fécaux dans les sites de prélèvement	Annexe
19	Les quantités actuelles de l'eau à la surface de la terre	Annexe
20	Grille d'appréciation de la qualité de l'eau en fonction de la température.	Annexe
21	Classifications des eaux d'après leur pH	Annexe
22	Table de Mac-Grady.	Annexe
23	Lecture et interprétation des résultats de l'API 20 E	Annexe

Liste des Figures

Figure	Titre	Page
01	Situation géographique de la wilaya de Skikda	12
02	variation mensuelle des températures moyennes dans la région de Skikda (1990-2008)	16
03	variation mensuelle de la précipitation dans la région de Skikda (1990-2008)	17
04	Localisation des sites de prélèvement	20
05	plage de Stora	22
06	plage de château vert	22
07	Plage de Ravin des lions	22
08	Recherche et dénombrement des micro-organismes revivifiables A 22 et 37°C dans les eaux	25
09	Recherche et dénombrement des coliformes, coliformes Thermotolérants	28
10	Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux	29
11	Recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfitoréducteurs (ASR)	31
12	Recherche et identification des salmonelles	33
13	Recherche des <i>Vibrio</i> dans l'eau de mer	35
14	Variations de la température de l'eau de mer pendant les mois (Mars et Avril 2012)	41
15	Variations du pH de l'eau de mer pendant les mois (Mars et Avril 2012)	42
16	Evaluation du nombre de coliformes totaux dans l'eau de mer pendant les mois (Mars et Avril 2012)	43
17	Evaluation du nombre de coliformes fécaux dans l'eau de mer pendant les mois (Mars et Avril 2012).	44
18	Evaluation du nombre de streptocoques fécaux dans l'eau de mer pendant les mois (Mars et Avril 2012).	45
19	Les colonies obtenues sur le milieu GNAB	47
20	Bâtonnets Gram (-)	48
21	Cocci Gram (+)	48
22	Les colonies obtenues sur le milieu Hectoén	49
23	Résultats de la galerie biochimique classique	50
24	Profil biochimique des résultats par API20E	51
25	La répartition de l'eau depuis 1995 – 2025	Annexe

Listes des Symboles et Abréviations

Symbole	Définition
ADH	arginine déshydrogénase.
ASR	anaérobies sulfite réducteurs.
BCPL	bouillon lactose au pourpre de bromocresole.
Cat	catalase.
° C	dégré Celsius.
CF	coliformes fécaux.
CT	coliformes totaux.
E	Enterobactériacées.
Fig.	figure.
Gel	gélatinase.
Glu	glucose.
GNAB	gélose nutritive alcaline bilée.
H	heure.
IND	indole.
LDC	lysine décarboxylase.
ml	millilitre.
N°	numéro.
NPP	nombre plus probable.
ODC	ornithine décarboxylase.
ONPG	Ortho-Nitrophényle-B-D-Galactosidase.
Oxy	Oxydase.
pH	potentiel hydrogène.
S/C	simple concentration.
SF	streptocoques fécaux.
SM	solution mer.
Staph	staphylocoques.
T	température.
Tab.	tableau.
TDA	tryptophane désaminase.
TGEA	Gélostryptone-glucose-Extrait de levure.

UFC	unité formant colonies
Ure	urée
Vol	volume
VF	Viande Foie
VP	voges proskauer

Produced with ScanTOPDF

Introduction

Produced by ScantopDF

Introduction

Certes, un homme peut vivre environ deux semaines sans manger, mais il ne survivra pas plus d'une semaine sans boire. L'eau est aussi indispensable à la vie quotidienne de l'homme que l'air. Mais si l'air demeure encore gratuit, l'eau elle se paie de plus en plus chère.

L'eau n'est pas seulement un élément essentiel à la vie, mais aussi une force puissante par elle-même. En même temps les causes de pollutions se sont devenues plus nocives, plus variées et plus insidieuses. [2]

La planète terre est assez mal nommée, puisque elle est couverte par l'océan mondial, dont la surface est de l'ordre de 361 millions Km², donc les trois quarts de notre planète sont recouverts d'eau. [3]

Dans cet océan mondial, dont la plus grande partie se trouve dans l'hémisphère austral, on distingue les océans proprement dits et les mers. Ils sont des étendues d'eau salée contrairement aux fleuves, rivières et lacs. Les océans ont une vaste superficie et une forte profondeur. Ils sont séparés par les continents. Moins étendues et moins profondes.

Les mers sont plus petites que les océans. Elles se situent à leurs bordures. La température de l'eau de mer de surface est en moyenne 17.4°C, mais elle varie suivant les zones climatiques, la saison et la profondeur. L'eau de mer représente 97% des réserves d'eau dans notre planète, elle est riche en oligo-éléments et en sels minéraux.

La mer Méditerranée est une mer intercontinentale presque entièrement fermée, située entre l'Europe, l'Afrique et l'Asie qui s'étend sur une superficie d'environ 2.5 millions de Km². Elle se divise en deux bassins bien séparés par des hauts-fonds entre la Sicile et la Tunisie. Chaque bassin est divisé en différents compartiments portant le nom de mer, golfes ou bassins. Parfois eux-mêmes divisés en zones géographiques de taille inférieure.

L'eau quelle soit de l'eau souterraine ou de l'eau superficielle peut être souillée par des matières qui peuvent la polluer.

En Algérie, les données disponibles sur la qualité de l'eau révèlent que la plupart des ressources en eau, en particulier l'eau de mer sont polluées par les rejets non contrôlés des eaux usées municipales et des effluents industriels non traités. Ces pollutions peuvent avoir des effets graves sur la santé humaine surtout que ces dernières années les plages sont devenues un lieu de villégiature très prisé.

Ce problème a été sérieusement signalé ces dernières années et demande de solutions pour la protection de la Méditerranée et de la santé des gens qui fréquentent ces plages, pour cela

Introduction

nous avons réalisé une évaluation de la qualité bactériologique et de quelques paramètres physiques de trois plages de la ville de Skikda.

Nous avons organisé notre travail en trois chapitres interdépendants :

- Le premier purement théorique rassemble d'une part des généralités sur les eaux marines et d'autre part la description de la zone d'étude.
- Le deuxième présente la méthodologie utilisée pour la détermination de la qualité bactériologique de l'eau des plages de Skikda.
- Le troisième et le dernier chapitre comporte les résultats obtenus et leurs discussions.

Chapitre I : Généralités

Description de la région d'étude

Description de la région d'étude

Généralités

Chapitre I :

Produced by Scantopdf

I. L'eau :

I.1 La répartition géographique de l'eau dans le monde :

« Il existe aujourd'hui une crise de l'eau, mais cette crise n'est pas due à son insuffisance à satisfaire nos besoins, elle résulte plutôt d'une mauvaise gestion de cette ressource que des milliards de personnes – et l'environnement – en souffrent gravement. »

Comme tout le monde le sait, la planète terre est également appelée planète bleue : ceci provient du fait que sa surface est recouverte à 72% d'eau. (Barhoumi-Andreani *et al.*, 2004). Toute l'eau présente sur la Terre représente un volume de 1,4 milliard de km³. Si toute cette eau était uniformément répartie à la surface du globe, elle représenterait une couche de 3,7 kilomètres d'épaisseur ! (Bakalowicz, 1999).

En effet, cette quantité d'eau n'est pas à 100% propre à la consommation. La plus grande partie, 97,2% voire 97,5% selon les sources, est de l'eau de mer et le reste, 2,5% à 2,8%, est de l'eau douce.

Cette eau douce est répartie de la manière suivante :

Les glaciers et neiges éternelles (68%), les lacs et rivières (0,3%), les eaux souterraines (29,9%), et le reste dans les mares, humidité du sol, (voir Annexe).

Nous voyons donc qu'il n'y a qu'un tiers de l'eau douce utilisable immédiatement. Sur les 110 000 milliards de m³ que représentent ce tiers, 70 000 s'évaporent en permanence, sur les 40 000 restants 20% sont peu accessibles (montagne, calotte glaciaire, ...) et la répartition des 80% restants sur le globe est très inégale (Barhoumi-Andreani *et al.*, 2004).

- 23 pays se partagent les deux tiers des eaux de pluie : le Brésil, la Russie, la Chine, le Canada, l'Indonésie, les États-Unis, la Colombie, l'Inde et 15 pays d'Europe.
- 50 pays, soit plus de 750 millions d'habitants, disposent d'une quantité d'eau inférieure à 1700 m³ par an et par habitant, seuil d'alerte des besoins en eau appelé stress hydrique. Parmi ces pays, 26 reçoivent moins de 1000 m³ par an et par habitant et sont en situation de pénurie : le Mexique, les pays de la côte ouest de l'Amérique du Sud (Pérou, Chili), ceux de l'Afrique Saharienne, de l'Afrique de l'est et de l'Afrique australe, le Proche et le Moyen-Orient, l'Asie centrale, l'Iran, le Pakistan, l'Inde de l'Ouest. (Bakalowicz, 1999).

Le manque d'eau peut être dû à différents facteurs :

- à la faiblesse, voire à l'inexistence des précipitations (de 0,5 mm à 250 ou 300 mm par an suivant les cas),
- à la forte chaleur : 30 à 40°C le jour en été
- à la fréquence du vent, qui accentue l'évaporation.
- du fait de la désertification des régions arides, ce phénomène de disparité tend à s'accroître. (Bakalowiez, 1999).

1.2 Les écosystèmes aquatiques :

Le terme d'écosystème désigne une unité naturelle qui associe un milieu de vie, ou biotope, aux animaux et aux végétaux qui le peuplent. Il désigne aussi l'ensemble des échanges et des interactions entre ces êtres vivants et leur biotope.

Des sources à la mer, on observe plusieurs écosystèmes différents comme le torrent, la rivière, le fleuve et l'estuaire.

• Le torrent :

Le torrent coule essentiellement en région de montagnes, en amont des bassins versants. L'eau y est froide (entre 5 et 15°), de bonne qualité et peu de pollution. Elle est peu profonde.

Les êtres vivants qui peuplent le torrent sont adaptés à sa vitesse. Ce sont des espèces très sensibles à la qualité de l'eau.

• La rivière :

Arrivé dans la vallée, le torrent devient rivière de plaine. L'eau y est plus profonde, plus chaude (elle peut atteindre 20° en été), le courant ralentit. Elle est aussi de moins bonne qualité que celle des torrents, car chargée de **matières organiques** (micro-algues, colloïdes) et de **matières en suspension** arrachées le long des berges (sels minéraux, argile).

• Le fleuve :

Encore plus en aval, alimenté par ses nombreux affluents, le fleuve s'élargit et se rapproche de la mer. Le courant est de plus en plus faible et l'eau peut être très trouble car beaucoup d'**éléments minéraux** fins et de **micro-algues** sont en suspension. La température de l'eau augmente et peut dépasser 20° en été. L'eau du fleuve est un milieu riche en substances nutritives dans lequel cohabitent de nombreux organismes animaux et végétaux.

• L'estuaire :

Lieu de mélange des eaux douces et des eaux salées, entre mer et rivière, l'estuaire est un milieu complexe, dans lequel se produisent de nombreux échanges avec les autres systèmes environnants, terrestres et marins. La qualité des eaux est influencée par les eaux marines et par les apports du fleuve. Les estuaires sont des zones d'une grande richesse écologique (Blooch, 1785).

1.3 Les zones humides :

Les milieux humides se situent également en position intermédiaire entre les milieux terrestres (bien drainés) et les milieux aquatiques profonds, pour ce qui concerne leurs capacités de stockage et leur fonctionnement. En règle générale, une zone humide est une zone dépression en cours de comblement par les apports de sédiments, ces apports se font par les cours d'eau (alluvions), par la mer (zone littorales), par les vents (zone à faible pluviométrie ou perchées) ou enfin par accumulation de la matière organique (tourbières).

L'eau au sein de la zone humide, se présente sous forme d'eau souterraine ou d'eau de surface, ces deux formes ayant des comportements bien différenciés.

1.3.1 Les eaux souterraines :

Les zones humides sont généralement localisées dans des zones de dépôts sédimentaires, organiques ou minéraux, plus ou moins fins et plus ou moins rapide. On dira que le sol est plus ou moins perméable. En fonction de la saison, le niveau de la nappe varie. Il monte quand la nappe est rechargée par la pluie, et descend quand l'évapotranspiration par la végétation extrait l'eau stockée, si la surface libre de la nappe est proche du sol (moins de 2m). On peut même observer, dans certains cas, des variations diurnes du niveau de la nappe de l'ordre de quelques centimètres, qui descend pendant la journée, et remonte pendant la nuit quand l'évapotranspiration cesse.

Les propriétés physico-chimiques du sol sont influencées par le niveau de l'eau (potentiel d'oxydoréduction, milieu aérobie ou anaérobie, capacité de nitrification-dénitrification); le battement annuel de la nappe est donc un élément déterminant du fonctionnement biogéochimique de la zone humide.

1.3.2 Les eaux de surfaces :

Les eaux de surface d'une zone humide peuvent se présenter sous forme d'eaux courantes ou d'eaux stagnantes, qui se distinguent par des vitesses d'écoulement respectivement plutôt élevées et plutôt faibles sinon nulles. La vitesse d'écoulement des eaux de surface est un facteur important du fonctionnement des zones humides; c'est elle qui détermine la capacité des

eaux à transporter les matières en suspension, à les laisser se déposer ou à les reprendre par érosion

La hauteur de l'eau au-dessus du sol, la durée et l'intensité des submersions ainsi que des époques de l'année, de la saison, voire de la journée auxquelles elles se manifestent, constituent une autre caractéristique importante des eaux de surface. (Lefevre, 2000).

1.4 Les océans et les eaux marines :

Les océans recouvrent presque trois quarts de la surface de la terre et contiennent 97% de l'eau du globe. Comme toutes les mers sont reliées entre elle, la terre est en fait enveloppée d'une immense étendue d'eau, comme un océan géant découpé en bassins. Ce continent liquide, qui possède les plus hautes montagnes, les vallées les plus profondes et les plaines les plus vastes de la planète, donne à celle-ci sa belle couleur bleue visible depuis l'espace. Les océans du globe, là où la vie a commencé, jouent un rôle central dans la régulation du climat et constituent la source de la majeure partie de notre oxygène. (Neimer, 2009).

La caractéristique la plus importante des eaux de mer est leur salinité (voir tableau 1), c'est-à-dire leur teneur globale en sels (chlorures de sodium et de magnésium, sulfates, carbonates). La salinité moyenne de l'eau de mer est de l'ordre de 35 g/l (Tab.1), cependant cette valeur varie fortement selon les régions et la saison : Mer Baltique : 7g/l, Mer méditerranée : 36 à 39 g/l, Golfe Persique : 40 à 70 g/l, Mer morte : 270 g/l. (Kim *et al.*, 2009).

Mais les océans ne contiennent pas que du sel. Ils comportent également de grandes quantités d'autres minéraux. (Neimer, 2009).

L'eau des mers joue un rôle très important dans la formation des nuages qui amènent la pluie aux différents continents (cycle de l'eau). Elle contribue également au contrôle de la température de notre planète par ses courants chauds et froids. Chaque année on y extrait six millions de tonnes de sel marin. De plus, on retrouve dans les fonds marins de l'énergie sous forme de pétrole et de gaz. Finalement, les mers fournissent une très grande quantité de nourriture. (Kim *et al.*, 2002).

Ainsi, comme il est de plus en plus évident depuis ces dernières années, la survie de la race humaine dépend grandement de la préservation des océans (Neimer, 2009).

Tab. I. Composition de l'eau de mer (35 g/L). (Degrémont, 2005).

Sel	Concentration	
NaCl	27,2 g/L	78%
Mg Cl ²	3,8 g/L	11%
Mg SO ⁴	1,7 g/L	5%
Ca SO ⁴	1,26 g/L	3,5%
K ² SO ⁴	0,86 g/L	2,4%

2. La pollution des eaux :

Le problème des pollutions marines a pris une part importante, touche si directement la vie de tous les hommes. (Pérès, 1976).

Elle est l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, de substances ou d'énergie dans l'environnement marin, ayant pour conséquence des effets néfastes, tels que nuisances pour les ressources vivantes, risques pour la santé humaine, entraves aux activités maritimes, altération de la qualité de l'eau de mer et réduction des possibilités dans le domaine des loisirs. (Cf Lacaze, 1997).

Les eaux marines et surtout littorales, qui servent principalement à l'aquaculture mais parfois, après dessalement, à la préparation d'eau pour l'agriculture et la consommation peuvent être également polluées par divers apports, dont les grandes catégories sont les suivantes : la pollution microbiologique, chimique et physique.

2.1 La pollution physique :

Elles consistent en une modification du milieu marin du fait de leur nature physique. (Lionel, 2000) c'est l'altération de la transparence de l'eau par la présence de matière en suspension et qui cause des dommages aux poissons et freine le développement des organismes photosynthétiques, elle peut être une pollution radioactive ou thermique proviennent du rejet de radio-isotopes ou d'eau chaude ayant servi au refroidissement des centrales électriques et nucléaires. (Bara *et al.*, 2011).

2.2 La pollution chimique :

Elle est celle qui intervient par réaction chimique ; elle se subdivise en deux catégories : la pollution hyper fertilisante et la pollution toxique.

La première se manifeste par une fertilisation excessive des eaux en sels nutritifs. Ceci a pour conséquence une prolifération algale qui altère ou anéantit l'écosystème aquatique. En effet, la décomposition bactérienne de ces algues consomme énormément d'oxygène et n'en laisse que peu à la faune. De plus, la dégradation bactérienne s'opérant même en l'absence d'oxygène, elle peut produire des molécules indésirables, voire toxiques.

La seconde se manifeste par l'intermédiaire de micropolluants créés par l'homme ainsi que par des métaux comme le mercure ou le plomb. La présence de ces micropolluants dans les eaux est la cause de graves contaminations des organismes vivants, et notamment de l'apparition de certaines tumeurs. (Lionel, 2000).

2.3 La pollution microbiologique :

L'analyse microbiologique des eaux marines s'inscrit dans un cadre général de protection de la santé humaine et de l'environnement afin de rendre les eaux susceptibles d'être polluées compatibles avec les diverses formes de vie aquatique et des organismes pouvant être en contact. Cette analyse est donc indispensable et complémentaire de l'analyse physico-chimique pour la détermination de la qualité générale des eaux marines.

Pour les eaux littorales, la quasi-totalité des microorganismes identifiés sont de provenance fécale. Afin d'évaluer le risque sanitaire lié à l'aspect récréatif des eaux susceptibles d'être contaminées par des microorganismes pathogènes pour l'homme, la compréhension de leur comportement semble être nécessaire.

La pollution microbiologique est principalement liée aux eaux résiduaires urbaines. Les microorganismes pénètrent le plus souvent dans l'environnement marin par les rejets d'eaux résiduaires municipales non traitées ou partiellement traitées, constituant ainsi les apports ponctuels. Les eaux de ruissellement constituent également une source importante de pollution microbiologique, la plupart du temps, à cause des rejets des eaux usées en amont. Ces apports sont dit diffus.

Assez souvent, la pollution bactérienne aboutit finalement dans les zones de baignade et se répercute sur la santé des estivants. (Gueddah, 2003).

Les principales maladies causées par les eaux contaminées sont regroupées dans le Tableau.2 (Merabtine *et al.*, 1997, Bazine *et al.*, 2011, Bara *et al.*, 2011).

Tab.2. les principales maladies causées par les eaux contaminées. (Merabtine *et al.*, 1997, Bazine *et al.*, 2011, Bara *et al.*, 2011).

L'origine	Maladies induites	agents
Bactérienne	Fièvres typhoïdes et paratyphoïdes	<i>Salmonella typhi</i> <i>Salmonella paratyphi A et B</i>
	Dysenterie-bacillaire	<i>Shigella dysenteriae</i>
	Choléra	<i>Vibrio cholerae</i>
	Gastro-entérites	<i>Escherichia coli enterotoxinogène</i> <i>Campylobacter jejuni/C. coli</i> <i>Yersinia enterocolitica</i> <i>Salmonella sp</i> <i>Shigella sp</i> <i>Clostridium perfringens</i>
virale	Hépatite A et B	Virus Hépatite A et B
	Poliomyélite	Virus Poliomyélitique
	Gastro-entérites	Rotavirus Astrovirus Calicivirus Coronavirus Virus de Norwalk Entérovirus Adénovirus Reovirus
parasitaire	Dysenterie amibienne	<i>Entamoeba histolytica</i>
	Gastro-entérites	<i>Cryptosporidium sp</i> <i>Giardia lamblia</i>

2.3.1 Les indicateurs biologiques de la pollution :

L'analyse bactériologique permet de mettre en évidence la pollution fécale de l'eau, elle doit être utilisée comme un outil complémentaire de l'enquête sanitaire

2.3.1.1 Les coliformes totaux :

Sont considérés comme des germes testent de contamination fécale. Les coliformes totaux sont définis comme étant des bactéries en forme de bâtonnet, aérobies ou anaérobies

facultatifs, possédant l'enzyme β -galactosidase permettant l'hydrolyse du lactose à 35 °C (Archibald, 2000; Edberg *et al.*, 2000 ; Gueddah, 2003). Les principaux genres inclus dans le groupe sont *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Klebsiella* et *Serratia* (CEAEQ, 2000).

La presque totalité des espèces sont non pathogènes et ne représentent pas de risque direct pour la santé (Edberg *et al.*, 2000; OMS, 2000), à l'exception de certaines souches d'*Escherichia coli*.

2.3.1.2 Les coliformes fécaux :

Sous groupe des coliformes totaux, les coliformes fécaux sont des bacilles Gram⁻, non sporulés, capables de fermenter le lactose à une température de 44,5°C. (Gueddah, 2003). L'indicateur le plus utile pour estimer la pollution fécale est la bactérie *Escherichia coli*, abondant dans les fèces humaines (jusqu'à 1 milliard de bactérie par gramme de matière fraîche), assez persistant pour être recherché (sa durée de détection dans l'eau à 20°C varie de 1 semaine à 1 mois), son identification est cependant difficile sur le terrain. (Bazine, 2011).

2.3.1.3 Les streptocoques fécaux :

Ces bactéries appartiennent à la famille de *Streptococcaceae*, au genre *Streptococcus* et au groupe sérologique D de Lancefield. Ils sont définis comme étant des cocci sphériques légèrement ovales, Gram positifs. Ils se disposent le plus souvent en diplocoques ou en chaînettes, se développent le mieux à 37°C et ils possèdent le caractère homofermentaire avec production de l'acide lactique sans gaz. Il y a 5 espèces reconnues parmi les Sf : *S. bovis*, *S. equinus*, *S. avrum*, *S. faecalis* et *S. faecium*. (Marchal *et al.*, 1987).

3. Le littoral Algérien :

L'Algérie, en contact avec le bassin méditerranéen et le Sahara, (Larbi *et al.*, 2002). Est dispose d'un littoral de 1200 km de longueur, de la frontière Algéro- Marocaine à l'Ouest à la frontière Algéro- Tunisienne à l'Est (Zeghdoudi, 2006), qui présente des richesses maritimes, des activités touristiques et portuaires (Larbi *et al.*, 2002). Ce littoral est caractérisé par un plateau continental réduit à l'exception dans la région de Ghazaouet (wilaya de Tlemcen) à l'extrême Ouest et la région d'El Kala (wilaya d'El Taref) à l'extrême Est. La superficie maritime sous juridiction nationale algérienne offrant près de 9,5 millions d'hectares pour l'exercice de la pêche. Administrativement, le littoral Algérien est découpé en 14 Directions de pêche et D'aquaculture relevant du ministère de la pêche et des ressources halieutiques. Une

Chapitre 1 : Généralités et description de la région d'étude

Direction des Pêches et des Ressources Halieutiques «DPRH» est attribuée à chaque wilaya maritime. Pour chaque direction sont rattachées des antennes de pêche. Le Tableau. 3 représente la répartition des wilayas maritimes par région. (Zeghdoudi, 2006).

Tab.3. Répartition des wilayas maritimes par région (Zeghdoudi, 2006).

région	ctions de wilayas
Ouest	Tlemcen, Ain Timouchent, Oran, Mostaghanem, Cbelef.
Centre	Tipaza, Alger, Boumerdes, Tiziouzou
Est	Bejaia, Jijel, Skikda, Annaba, El Taref.

La côte et le littoral algériens et à l'instar de la majorité des zones côtières méditerranéennes, sont sensibles aux changements environnementaux, aux changements créés par le développement économique et aux changements d'utilisation du sol. La région algéroise est certainement l'une des zones où l'altération de la qualité des eaux marines côtières est la plus perceptible. De 75 à 80% des pollutions marines sont d'origine terrestre, notamment agricole, parmi lesquelles environ 30% sont apportées par l'atmosphère. Le littoral Algérien est pratiquement touché par diverses pollutions, on constate une densité urbaine importante sur la côte qui déverse ses rejets dans les eaux marines et des usines qui rejettent leurs déchets industriels et contribuent à polluer le milieu sous l'effet des substances toxiques et corrosives.

La pollution des mers n'est plus une hypothèse à débattre, mais une réalité à affronter !!!(Bachari, 2009).

4. Présentation géographique de la zone d'étude :

Le golfe de Skikda est un écosystème marin dont l'environnement biotique répond à divers variations (climatiques, humains...) (Bouglouf, 2009). Il se présente comme un amphithéâtre articulé autour de trois baies (Skikda, Collo et Ben Azouz), son territoire se caractérise d'abord par un relief de montagne, mais un relief relativement aéré par un dispositif de basses terres : couloirs fluviaux, plaines côtières et bassins intérieurs où se concentre le gros de l'activité agricole.

Le golfe de Skikda se situe entre la pointe Esrah et le cap de fer à 17 mille d'ouvertures sur 9 mille de profondeur, au centre duquel se trouve la baie de Skikda, elle comporte à l'Est les

plages de sable à perte de vue, sur 10 km jusqu'au mont Fil Fila; au centre le nouveau port pétrolier et le port de Skikda séparés par l'oued Saf Saf et à l'ouest les plages du golfe de Stora avec 3km de plages sable en alternance des falaises. (Hanafi et al., 2011).

Dans cette baie se jettent essentiellement deux oueds: Fil Fila et Saf Saf qui sont le lieu de divers types de rejets (industriels, agricoles et urbains).

La wilaya de Skikda est située à l'Est du littoral Algérien (Fig.1) (Boulahdid et al., 2010). Entre les latitudes 36°5'N et 36°15'N et longitudes 7°15'E et 7°30'E, s'étendant sur une superficie de 4137,68 Km² avec 130 Km cotes (Bouglouf, 2009) qui s'étalent de la Marsa à l'Est jusqu'à oued Zhour aux fins fonds du massif de Collo à l'Ouest. (Hanafi et al., 2011). Elle regroupe 13 daïras et 38 communes et est limitée au Nord par la mer Méditerranée et avoisines les wilayas de Constantine, Guelma, Annaba et Jijel. [1]

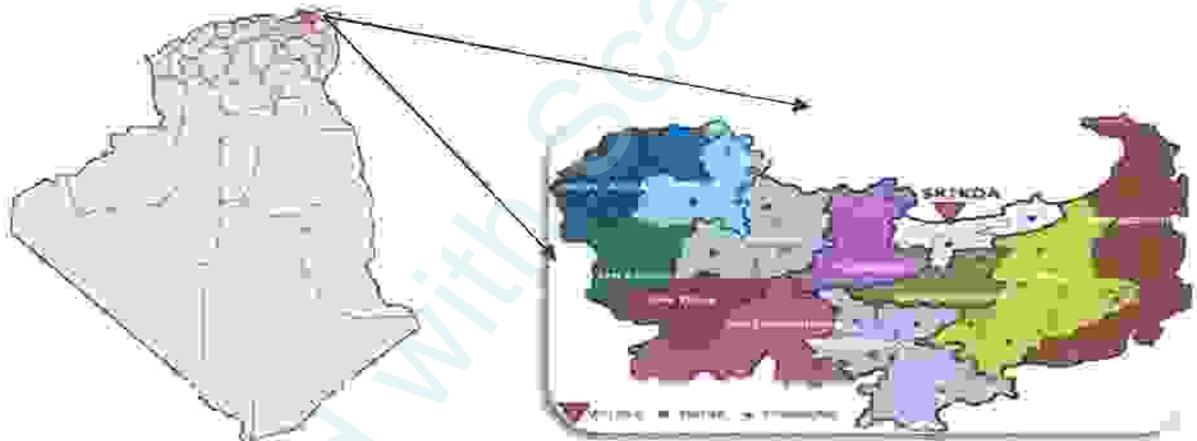


Fig.1 : Situation géographique de la wilaya de Skikda (site officiel wilaya de Skikda) [4].

5. Caractéristiques de la zone d'étude « Skikda » :

5.1 Etude géologique :

Les falaises rocheuses dominent depuis Esrah jusqu'au site de l'Ance de Stora avec plusieurs îlots rocheux parmi lesquels : Sirigina, le Lion, l'Îlot de macaque et celui des singes qui se situent à proximité de rivage.

Le relief des falaises est constitué principalement de roches métamorphiques composées de gneiss, de schistes et de micaschistes gris bleuâtre. A l'Est de la wilaya, la cote se retourne vers le Nord-Est puis vers le Nord-Ouest jusqu'au Cap de Fer.

Dans cette partie, le rivage est surtout constitué de dunes sable sauf à droite du massif de Fil Fila et du Cap de Fer (Djebein, 2010).

Le fond marin compris entre le nouveau port et la commune de Ben M'Hidi et celui situé entre le rivage de l'isobathe -10 m, est constitué en majeure partie de sable généralement fin. (Bouglouf, 2009).

5.2 Données océanographiques (Bathymétrie) :

Les isobathes -10, -20, -30, -40, -50 sont assez éloignées les uns des autres dans le Ouest de la baie des plages de Stora pour ensuite être plus rapprochées au niveau des plages de Ben M'Hidi à l'Est.

Le plateau continental de Skikda est très irrégulier et développé, il est assez large en face des plages et peut atteindre 6Km au large de la cote de Ben M'Hidi et 10Km dans le golf de Stora. Entre 0m et 50m de profondeur et en face des plages. On distingue des sables moyens à fins, en face du Cap de Fil Fila il partage les deux plages et jusqu'à une profondeur de 100m, on trouve une grande variété de sédiments constitués de sables fins moyens et surtout de galets et de sédiments calcaire caractérisant une zone d'érosion littoral et sous marine.

Le golfe de Stora est caractérisé par un plateau continental relativement étroit et abrupt. (Tanafi et al., 2011).

5.3 Hydrologie :

L'hydrologie est l'un des facteurs qui conditionnent le développement des pinnidés dans la zone d'étude. Elle peut avoir une influence sur la nutrition par la dispersion du plancton dans la colonne d'eau, et la fixation des jeunes nacres au substrat. (Ferhati, 2007).

Tout comme sur l'ensemble de la cote Algérienne, à Skikda, les variations du plan d'eau sont négligeables et de ce fait, n'influent pas sur les conditions hydrodynamiques de la zone d'étude. Cependant l'existence d'une marée de période de 12 heures et de faible amplitude égale à 0.3 m, est présente dans la baie de Skikda. (Bouglouf, 2009)

Le réseau hydrographique est constitué par plusieurs oueds principaux qui sont permanents et prennent leur source à quelques kilomètres de la mer.

Dont les plus importants :

- Oued El Kebir à l'Est.
- Oued Saf Saf au Centre.

- Oued Guebli à l'Ouest.
- Oued Zhour à l'extrême Ouest. (Hanafi *et al.*, 2011).

5.4 Hydrodynamisme :

La connaissance des facteurs hydrodynamismes est importante dans l'étude des paramètres physico-chimiques et bactériologiques. (Hanafi *et al.*, 2011).

5.4.1 Les courants :

Les travaux de Lacombe (1973) sur l'aspect physique des eaux méditerranéennes montrent que la vitesse du courant Atlantique circulant dans cette mer est de 0,5 à 0,7 m.s^{-1} le long des côtes algériennes. Ainsi l'écoulement des eaux d'origine Atlantique le long des côtes algériennes appelé «courant algérien», est initialement structuré en une veine qui coule vers l'Est, puis devient plus large et se détache de la côté. (Ayada, 2003).

D'après Millot (1987) la circulation apparaît avec la pénétration de l'eau d'origine Atlantique modifiée, cette eau entre dans le bassin Algérien vers 0° sous forme d'une veine étroite de courant longeant les côtes Algériennes à l'Est. Vers 1° E et 2° E elle devient instable et on note l'apparition des méandres puis de tourbillons cycloniques et anticycloniques, dérivant vers l'Est à une vitesse de 10 Km/j. (Hanafi *et al.*, 2011).

Pour ce qui est des courants de la baie de Skikda, les instructions nautiques renseigne sur l'existence d'un courant général dirige vers l'Est, pouvant atteindre 1 à 2 nœuds et d'un courant de 0,5 à 1,5 nœuds qui circulerait plus près de la côte. Il semble que ce dernier ne pénètre pas dans la baie de Skikda. (LEM, 1998).

Selon les travaux de Sonatrach et le ministère de travaux publics et construction (1968), les vitesses des courants dans la baie de Skikda sont assez faibles (0,25 m/s), les courants de surface étaient plus évidents. (Hanafi *et al.*, 2011).

5.4.2 Les houles :

Le golf de Skikda se caractérise par une prédominance des houles de direction Nord-Ouest à Nord en fréquence d'apparition et en amplitude avec les houles Nord-Nord Est à Nord Est représentant annuellement 15% des cas, dont 36% ont une amplitude supérieur à 1m, dépassant rarement 4m et les houles Nord-Ouest à Nord représentant 39% des cas ; dont 58% ont une amplitude supérieur à 1m. Celle-ci peut dépasser 6m, voir même 8m. (Bouglouf, 2009).

En été les houles du Nord-Est ont pour effet la reconstitution des parties de plages érodées en hiver. Au niveau de la plage de Ben M'Hidi les houles Nord arrivent perpendiculairement à la côte, ceci va se traduire par une érosion vu l'importante énergie de la houle. (Hanafi *et al.*, 2011).

5.5 Etude climatique :

Le climat est un facteur abiotique important dans la typologie et le fonctionnement d'un milieu naturel, il nous permet de déterminer les composants et les caractéristiques de ce dernier (Halassi, 2009). Il a influé directement sur l'activité microbiologique.

La région de Skikda est caractérisée par un climat typiquement méditerranéen, avec l'alternance de deux saisons : un hiver doux et pluvieux et un été chaud et sec. (Hanafi et al., 2011).

La zone d'étude située en bordure de la mer méditerranée ; son régime dépend ainsi de deux principaux paramètres : la température et les précipitations. A côté de ces derniers on trouve aussi l'humidité et le vent. (Bougati et al., 2011). (Tab. 4)

Tab. 4 : Données climatiques de la station météo de Skikda
(Bouglouf, 2009)

	T° moyenne (c°)			Précipitation (mm)	Humidité Relative (%)	vent Vitesse moyenne (m /sec)
	Mini	Max	Moy			
Janvier	9,32	17,03	12,97	83,15	74,05	3,80
Février	9,28	17,12	13,20	18,1	69,62	3,73
Mars	10,27	18,39	14,35	98,12	71,1	3,58
Avril	13,03	20,90	16,84	49,7	67,06	3,39
Mai	15,69	23,81	19,77	80,47	70,65	3,05
Juin	18,81	26,33	21,60	25,2	70,5	3,18
Juillet	22,33	29,44	25,92	6,36	70,25	3,19
Aout	22,48	29,71	26,23	7,75	71,43	2,36
Septembre	21,45	27,58	23,23	88,22	71,12	3,47
Octobre	16,83	24,94	20,81	88,22	70,7	3,50
Novembre	12,93	20,86	16,56	98,3	67,62	3,72
Décembre	10,37	17,71	13,72	99,82	67,95	3,95

5.5.1 La température :

La température est un facteur climatique très important qui régit directement, en interaction avec les autres facteurs météorologiques (Humidité, précipitation,...etc.), le développement de la végétation, le phénomène de l'évapotranspiration et ainsi que le déficit d'écoulement annuelle et saisonnier (Belabed, 2010), l'évolution de la température atmosphérique au cours de l'année agit directement sur la température de l'eau superficielle et donc sur sa qualité. (Bara *et al.*, 2011).

Il ressort du tableau (Tab.4) que la zone d'étude est caractérisée par un climat doux et humide en hiver, chaud et sec en été ; ce qui caractérise le climat Méditerranéen.

Les moyennes de températures les plus élevées sont observées pendant la saison estivale de 22 à 25°C, tandis que les minimas hivernales entre 9 et 10°C. La variation de ces températures au cours de l'année donne une courbe en cloche. (Fig. 2)

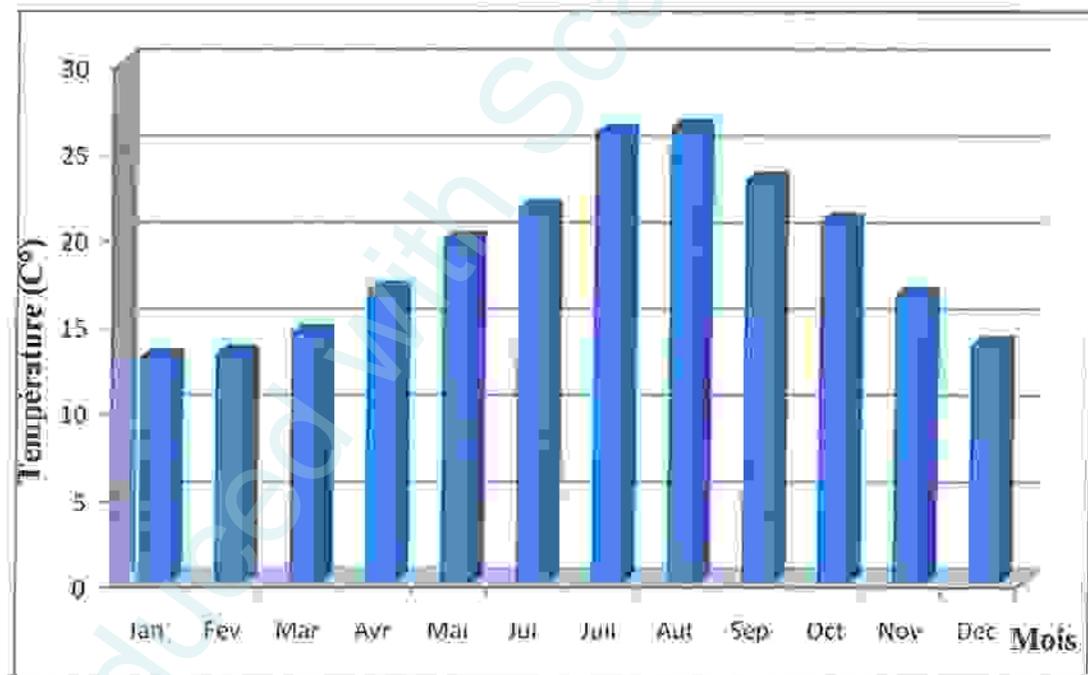


Fig. 2 : variation mensuelle des températures moyennes dans la région de Skikda (1990-2008)

5.5.2 Précipitation :

Les précipitations sont un facteur fondamental caractérise le climat d'une région et joue un rôle essentiel dans son comportement hydrologique, c'est un élément important du bilan hydrique. Les précipitations sont régularisées par trois autres facteurs : l'altitude et la longitude (elles augmentent de l'Ouest vers l'Est et la distance à la mer). (Halassi, 2009)

La wilaya de Skikda bénéficie d'une importante pluviométrie, avec un cumul annuel de 773mm, elle est considérée comme l'une des régions les plus pluvieuses en Algérie. La répartition de la pluviométrie est variée d'un mois à l'autre où le mois de Décembre reste le plus pluvieux de l'année, en revanche le mois de juillet est le mois le moins pluvieux. (Fig.3) Cette abondance en pluie donne lieu à un lessivage de l'atmosphère et une réduction des taux de polluants atmosphériques durant cette période. (Djebein, 2010).

Le gradient décroissant des hauteurs de précipitation s'accompagne souvent d'un gradient croissant des températures moyennes. (Tab. 4)

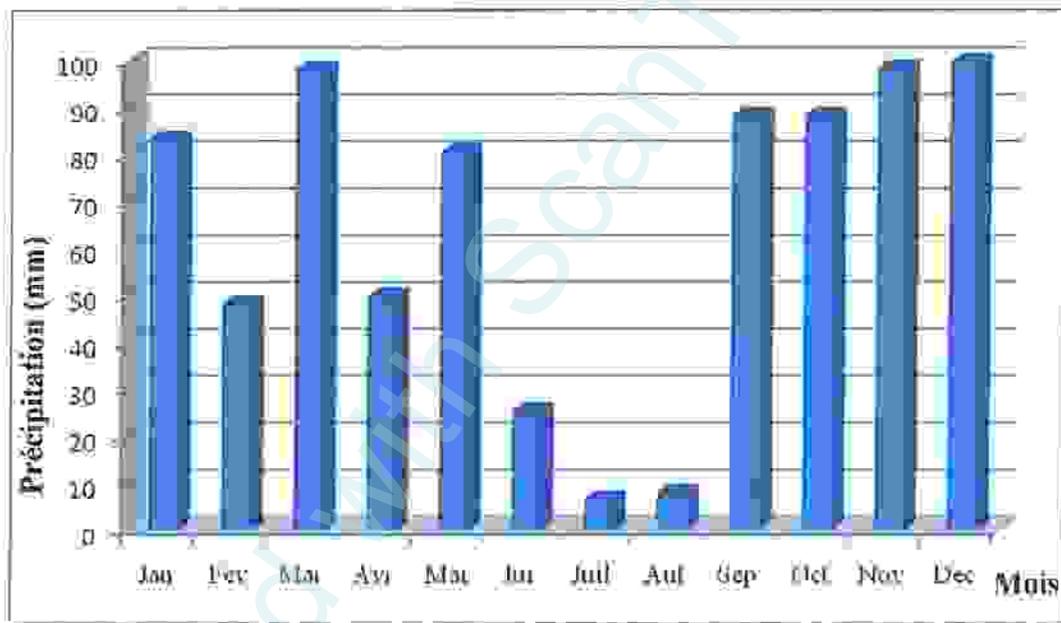


Fig. 3 : variation mensuelle de la précipitation dans la région de Skikda (1990-2008)

5.5.3. Humidité :

C'est un facteur remarquablement particulier à la région. (Halassi, 2009) Elle est assez élevée durant toute la période de l'année. La moyenne mensuelle dépasse les 70%. La diffusion des impuretés n'est pas favorisée et les taux de concentration ont en générale tendance à augmenter. (Djebein, 2010).

5.5.4 Vents :

Les vents ont un effet important sur les phénomènes d'évaporation de précipitation et à un degré moindre sur les températures. La région d'étude est prédominée par des vents de direction NW-SE et leur vitesse moyenne est de l'ordre de 3.75 m/s (Tab. 4).

5.6 Activité économique :

La position géographique de Skikda et sa situation au centre de la région Nord Est du pays lui confère un rôle de 1^{er} plan dans les échanges et les flux économiques, se traduisant par l'importance de ces infrastructures techniques comme le réseau routier, les ports et voies ferrées.

Avec une superficie agricole de plus de 19000ha, cette wilaya a une production végétale et animale moyenne, à citer l'olivier à Azzaba et El Harouch, la culture importante de la fraise au lieu dit grande plage (commune de Ain Zouit) en plus des agrumes. Au niveau de la commune de Skikda les terres agricoles productives sont majoritairement localisées au niveau de la plaine du SafSaf et représentées par 91% de culture herbacées et 9% de plantations arboricoles. (Bouglouf, 2009)

5.7 Activité touristique :

la wilaya de Skikda reste une région accueillante à toute la spécificité : vacances, longs séjours ou affaires, du fait qu'elle renferme d'immenses potentialités touristiques, notamment par sa position sur la mer méditerranée et sa fonction portuaire qui lui confèrent des relations privilégiées non seulement avec les wilayas de l'Est Algérien mais aussi avec l'étranger.

Avec ses 250.19 Km de cote, la beauté de ses sites naturels et les atouts de ses plages : largeur importante, longueur dépassant parfois les 7 Km, Skikda a une vocation touristique exceptionnelle. Ses plages d'une rare beauté arrivent jusqu'aux pieds de montagne. De la presqu'île de Collo à la baie de Storat, s'étalent des criques et des plages de sable doré, comme la grande plage à 17 Km de Storat, offrent aux estivants des baignades dans des eaux limpides.

La beauté de ses sites naturels donne à la région une vocation touristique de tout premier plan. Dans ce sens, des aménagements modernes ont vu le jour ces dernières années sous le signe ZET (Zone d'Expansion Touristiques). Ces ZET sont au nombre de 9 dont 5 sont prioritaires. Ces potentialités et richesses touristiques sont très mal exploitées.

Malgré la faiblesse des infrastructures à caractères touristiques certains plages : zones de concentration des potentialités touristiques constituent un espace d'accueil de grande qualité et les plus fréquentées d'entre elles sont : la Grande plage, Ben Mhidi, Tamanart, Guerbes, plage de Cap de Fer et la Marsa. (Bouglouf, 2009)

5.8 La pollution de la wilaya de Skikda :

La pollution résulte de l'introduction dans un milieu de substances conduisant à sa détérioration. En effet, un rejet ne sera par définition polluant que s'il amène une dégradation. Il existe plusieurs formes de pollution qui ont conséquences différentes sur la qualité de l'eau. (Halassi, 2009)

Skikda est une ville côtière d'Algérie, subit les mêmes problèmes environnementaux que connaît le reste du littoral Algérien. D'après les informations recueillies auprès de la direction des transports de la wilaya de Skikda et l'entreprise portuaire de Skikda, le golfe de Skikda, hormis les 3 ports de pêches, renferme 2 grands ports commerciaux mixtes assurant près de 25% du trafic maritime national, avec plus de 3000 navires qui y transitent annuellement et dont 95% sont des pétroliers.

La région de Skikda est l'une des régions les plus peuplées du littoral algérien avec une population de plus de 800 000 habitants. La croissance économique urbaine fait qu'une multitude de rejets urbains et industriels s'y trouvent qu'ils sont partiellement ou non traités, mais déversés directement au niveau de la mer ou au niveau du réseau hydrographique (IE, 1998).

Chapitre II :

Matériel et Méthodes

Chapitre II :

1. Présentation des sites de prélèvement (les plages) :

Site1 (Château Vert) : C'est une plage à qui s'étend sur une longueur de 300m et une largeur moyenne de 15m. Elle est située à l'Ouest de port de Skikda et elle est en pleine zone urbaine.

Site2 (Storat) : Elle est située à l'Est du port de Storat (port de pêche). Cette plage à sable fine s'étend sur une longueur de 250m et une largeur de 20m.

Site3 (Ravin des lions « carrière ») : C'est une plage à sable moyen, délimitée à l'Ouest par des blocs en enrochement. Elle est située loin des zones urbaines et ne reçoit aucun rejet fluvial, urbain ou industriel. Cette plage est fortement fréquentée en période estivale.



Fig. 4 : Localisation des sites de prélèvement. (Google Earth, 2011) [5]

2. Stratégie d'échantillonnage :

Le prélèvement correspondant à la prise d'un certain volume représentatif du milieu, et l'échantillonnage qui consiste à soustraire des fractions du prélèvement (échantillons) sont des étapes importantes dans l'acquisition de résultats. La chaîne prélèvement-échantillonnage-conservation-analyse doit être cohérente afin de maintenir l'intégrité de l'eau à étudier.

Le cas échéant, prélèvements et/ou échantillons feront l'objet d'un prétraitement suivant le type d'analyse envisagé. (Rodier, 2009)

Chapitre 2 : Matériel et Méthodes

2.1 Prélèvements :

Le prélèvement d'échantillons d'eau de mer est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté. L'échantillon doit être homogène et représentatif il ne doit pas modifier les caractéristiques de l'eau. (Chaouch, 2007).

Les prélèvements sont réalisés dans une période de deux mois (Mars et Avril); le rythme d'échantillonnage était d'un prélèvement par mois. (Tab. 5)

Au niveau de chaque site un prélèvement d'eau a été effectué pour l'analyse bactériologique. Les mesures de la température et du pH ont été faites sur terrain.

Le prélèvement doit s'effectuer dans des conditions d'asepsie rigoureuse. Il faut utiliser de préférence des flacons en verre pyrex munis d'un large col et d'un bouchon à visse métallique. (Rouaiguia *et al.*, 2010)

Pour une eau de baignade, il ya lieu d'effectuer des prélèvements dans chacun des points définis aux moins à 2m de rivage, à une profondeur située à au moins 50cm au dessous de la surface. (Mouffok, 2001)

Les flacons stériles sont prolongés à une distance qui varie de 25 à 30 cm de la surface assez loin des bords, ainsi que des obstacles naturels. Les flacons sont ouverts sous l'eau et sont remplis jusqu'au bord, ensuite le bouchon est également place sous l'eau de telle façon qu'il n'y est aucune bulle d'air et qu'il ne soit pas éjecte au cours du transport. (Rodier, 1996)

Le flacon ne doit pas être rempli entièrement. En effet, Laisser un petit volume d'air à la surface pour faciliter l'agitation de l'eau avant son analyse. (Merzoug, 2009)

Tab. 5 : Résumé des fréquences de prélèvements.

	Date de prélèvement		Heure de prélèvement.
Site 1	Prélèvement 1	31-03-2011.	08h07
	Prélèvement 2	26-04-2011.	06h50
Site 2	Prélèvement 1	31-03-2011.	08h00
	Prélèvement 2	26-04-2011.	07h00
Site 3	Prélèvement 1	31-03-2011.	07h31
	Prélèvement 2	26-04-2011.	07h30

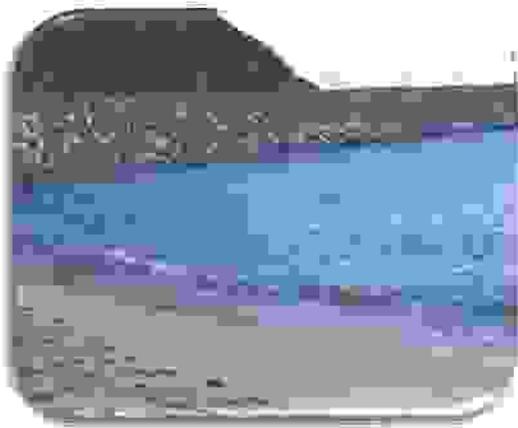


Fig. 5 : plage de Storat

(prise le 31/03/2012 par Ahmed Behalil)



Fig. 6 : plage de château vert

(prise le 26/04/2012 par Bares)



Fig.7 : Plage de Ravin des lions

(prise le 26/04/2012 par Bares)

2.2 Etiquetage :

Les flacons de prélèvements doivent être muni d'une fiche de renseignement, pour éviter toute confusion et sur laquelle on note :

- références d'échantillon (l'origine de prélèvement)
- Date et heure de prélèvement
- L'ordre de prélèvement

2.3 Transport et conservation :

Une fois l'échantillon prélevé, le flacon est placé dans une glacière à l'abri de la lumière et à une température de 4°C selon les recommandations préconisées par l'OMS/PNUE (1995) pour la surveillance des eaux côtières.

Les échantillons sont ensuite dirigés au laboratoire, dans un état maintenant la qualité d'origine de l'eau de la source d'échantillon, pour l'analyser en moins de 4h (Bouglouf, 2009)

3. Analyse des échantillons :

3.1 Mesure de la température et de pH :

L'eau à analyser est amené aux électrodes d'un multi paramètre de marque HANA qui mesure à la fois la température et le pH. La lecture est faite après stabilisation de la valeur.

3.2 Analyse bactériologique de l'eau de mer :

3.2.1 Recherche et dénombrement des germes revivifiables (Dénombrement de la microflore aérobie mésophile totale) « germes totaux » :

La présence de coliformes totaux renforce l'importance de faire des analyses, d'apporter les correctifs appropriés pour prévenir toute contamination fécale éventuelle et de faire un suivi régulier de la qualité de l'eau (Kachi, 2011).

Il s'agit d'une technique de numération des microorganismes après incorporation de volumes déterminés d'échantillon ou de ces dilution dans un milieu gélosé. (Rejsek, 2002)

♦ Mode opératoire :

- A partir de l'eau à analyser (SM) et/ou des dilutions décimales 10^{-1} et 10^{-2} , porter aseptiquement 1 ml en double dans deux boîtes de Pétri vides, numérotées et préparées à cet usage comme l'indique le schéma ci-après (Fig. 8).
- Compléter ensuite avec environ 19 ml de gélose TGEA fondue puis refroidie à $45 \pm 2^\circ\text{C}$. le temps qui s'écoule entre le moment où l'on a distribué l'inoculum dans la boîte et celui où le milieu est coulé ne doit pas excéder 15 minutes.
- Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose, sur une surface fraîche et horizontale.
- Laisser solidifier les boîtes sur la pailleasse. (Labres *et al.*, 2006. Merzoug, 2009).

- **Incubation :**

Les boîtes seront partagées en deux séries distinctes.

- La première série sera incubée à $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$ pendant 68 ± 4 heures.
- La seconde série sera incubée à $36 \pm 2^{\circ}\text{C}$, pendant 44 ± 4 heures (Labres *et al.*, 2006).

- **Lecture :**

Les germes revivifiables se présentent dans les deux cas sous forme de colonies lenticulaires poussant en masse :

- Première lecture à 48 heures.
- Deuxième lecture à 72 heures.

- **Dénombrement :**

Il s'agit de dénombrer toutes les colonies, en tenant compte de deux remarques suivantes :

- Ne dénombrer que les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies
- Le résultat sera exprimé par millilitre d'eau à analyser à 22°C et à 37°C . (Rouagnia *et al.*, 2010).

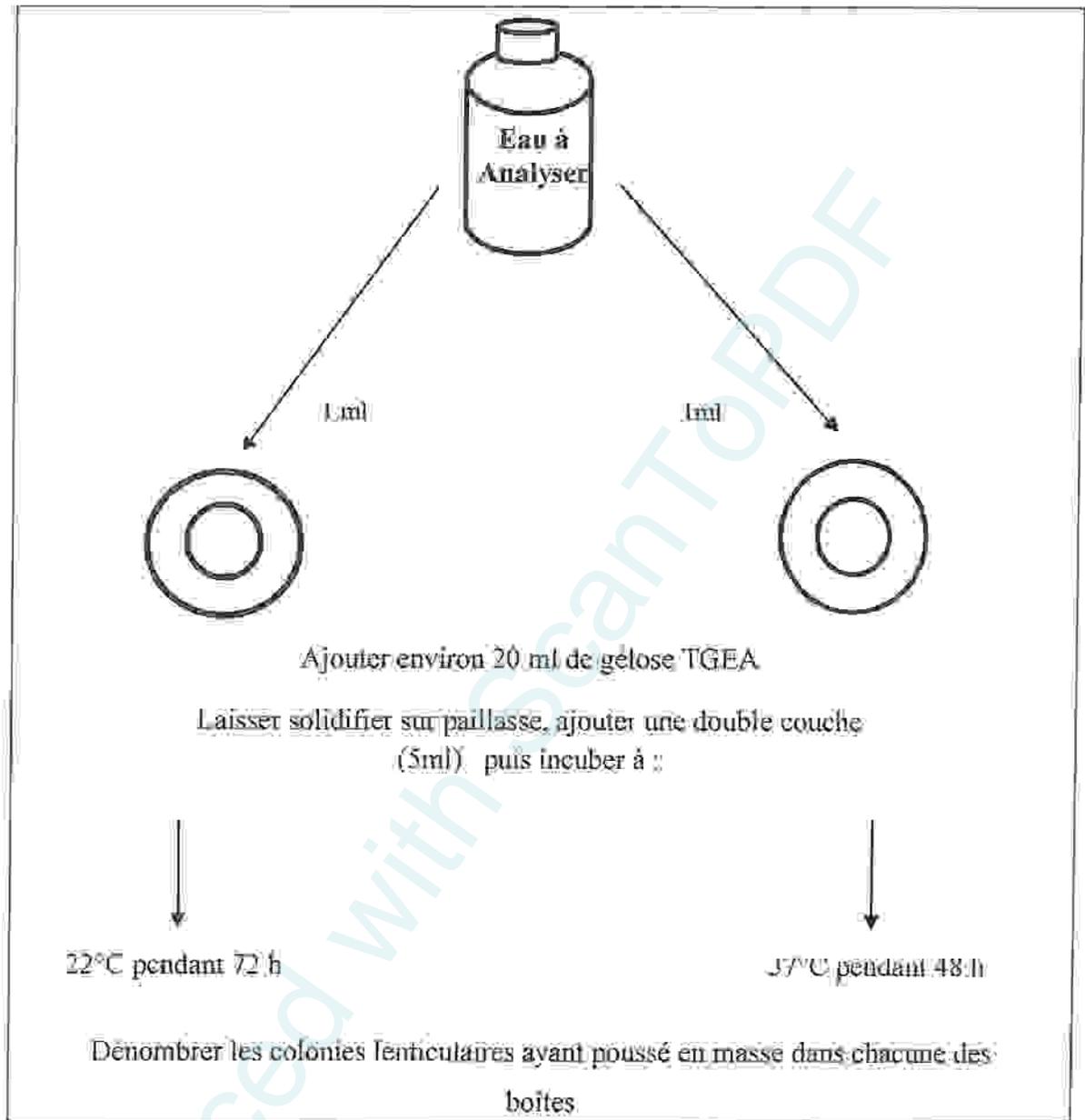


Fig.8 : Recherche et dénombrement des micro-organismes revivifiables

A 22°C et 37°C dans les eaux. (Labres *et al.*, 2008).

3.2.2 Recherche et dénombrement des germes indicateurs de contamination fécale :

a. Dénombrement des coliformes totaux et coliformes thermotolérants :

La recherche et le dénombrement des bactéries coliformes, coliformes thermo tolérants et des *Escherichia coli* dans les eaux, en milieu liquide par technique NPP, se fait en deux étapes consécutives

- Le test de présomption : réservé à la recherche des coliformes.

Chapitre 2 : Matériel et Méthodes

- Le test de confirmation * réservé à la recherche des coliformes fécaux et thermo tolérants et d'*Escherichia coli* à partir des tubes positifs du test de présomption. (Rouaguià *et al.*, 2010 ; Djamaa *et al.*, 2011).

- **Test de présomption :**

- **Mode opératoire :**

Il est effectué en utilisant le bouillon lactose au pourpre de bromocrésol simple concentration (BCPL S/C). Tous les tubes sont munis de cloches de Durham pour détecter le dégagement éventuel de gaz dans le milieu (Mouffok, 2001 ; Labrés, 2008).

Après avoir bien homogénéisé l'échantillon afin d'obtenir une répartition homogène des microorganismes, nous avons réalisé trois dilutions décimales successives (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}) avec trois répétitions par dilution. Les dilutions sont toujours effectuées dans des conditions aseptiques. (Rejssek, 2002).

- Prélever 1ml d'eau à analyser à l'aide d'une pipette pasteur stérile et la porter dans le premier tube de la série contenant 9ml de BCPL, pour obtenir la dilution 10^{-1} .
- Nous prélevons 1ml de la dilution 10^{-1} précédente et l'ajouter à un tube contenant 9ml de BCPL, pour obtenir la dilution 10^{-2} .
- Transférer 1ml de la dilution 10^{-2} dans un tube contenant 9ml de BCPL, pour obtenir la dilution 10^{-3} . (Délarras, 2008).
- Refaire la technique pour les 2 autres séries.
- Laissez le gaz présent éventuellement dans les cloches de Durham et bien mélangé le milieu et l'inoculum.
- L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures. (Djamaa *et al.*, 2011).

- **Lecture :**

Seront considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement de gaz traduit par le soulèvement de la cloche de Durham introduit dans le milieu (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche).
- Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (la fermentation du lactose se manifeste par la production d'acide entraînant le virage du bromocrésol pourpre au jaune). (Tandia, 2007).

Noter le nombre de tubes positifs dans chaque série et déterminer le nombre caractéristique avoir le tableau de Mac Grady pour déterminer le nombre de coliformes présent dans 1ml d'échantillon

- Test de confirmation :

Le test de confirmation est basé sur la recherche de coliformes thermo tolérant parmi lesquels on redoute surtout la présence d'*Escherichia coli*. (Rouagnis *et al.*, 2010).

Les coliformes thermo tolérants ont les propriétés que les coliformes mais à 44°C.

Les *Escherichia Coli* sont des coliformes thermo-tolérants ayant la particularité de produire de l'indole à partir du tryptophane présent dans le milieu à 44°C. (Aberkane *et al.*, 2011).

• Mode opératoire :

A partir de chaque bouillon de BCPL positif, on ensemence 4 à 5 gouttes en milieu d'eau peptonée exempte d'indole avec la cloche de Durham. (Fig.9)

Bien mélanger le milieu et l'inoculum. L'incubation se fait cette fois ci à 44°C pendant 24 heures (Amor Abda,2009 ; Aberkane *et al.*, 2011).

• Lecture :

Seront considérés comme positifs, les tubes présentant :

- Un anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par *Escherichia coli* après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kowacks.
- Un dégagement gazeux. (Rejsel, 2002).

On détermine le nombre des coliformes fécaux thermo-tolérants à partir de tables de NPP (voir Annexe) par CF/ml.

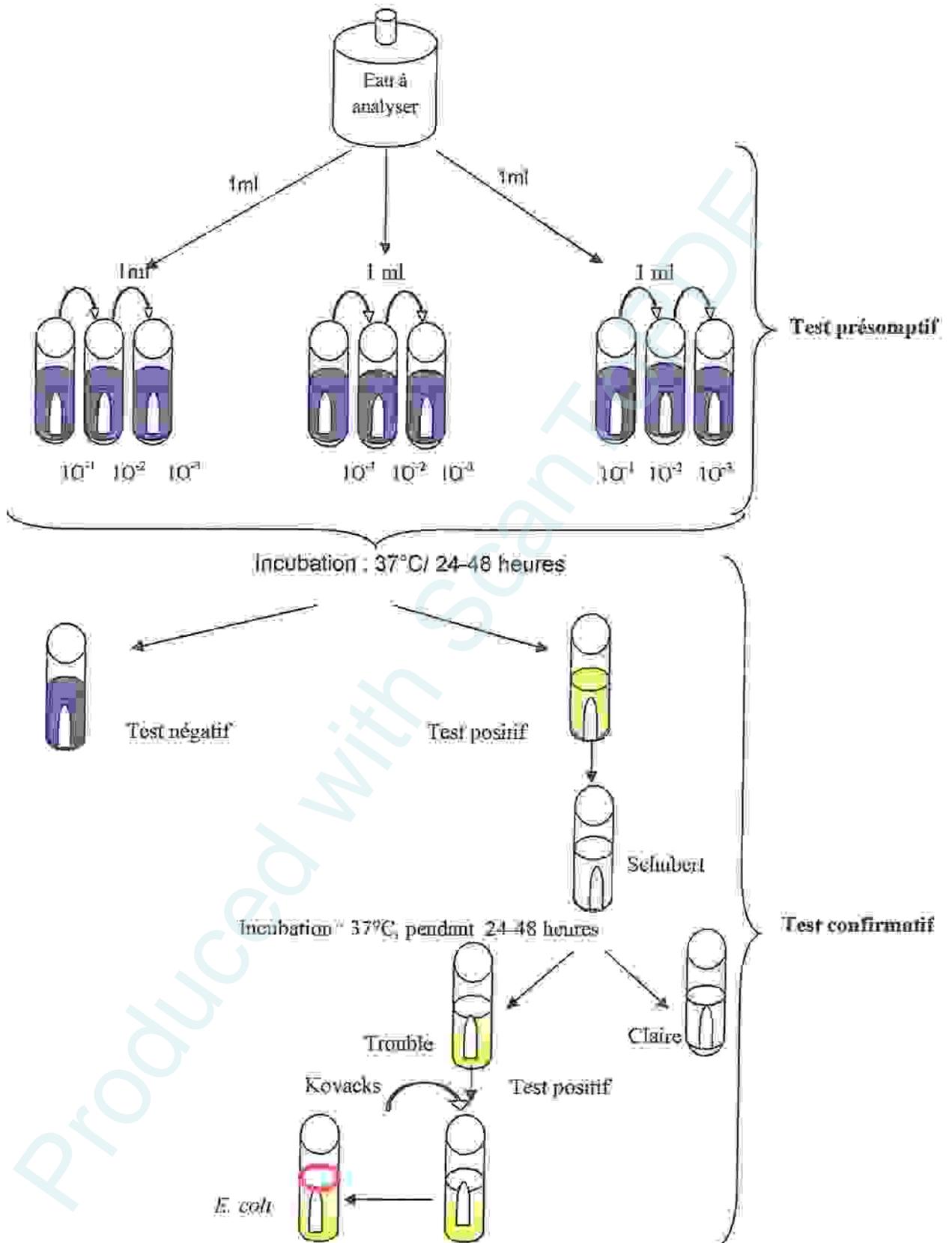


Fig.9 : Recherche et dénombrement des coliformes, coliformes Thermotolérants

b. Dénombrement des streptocoques fécaux :

Les techniques d'analyses sont comparables à celles décrites pour les coliformes fécaux (série de 3). Dans ce cas il est prescrit de faire successivement un test présomptif en milieu de Rothe et un test confirmatif en milieu Eva Litsky. L'incubation dans les deux tests se fait en 37°C pendant 24 à 48 heures. (Fig.10)

- **Lecture :**

Seront considérés comme positifs les tubes présentant un trouble microbien.

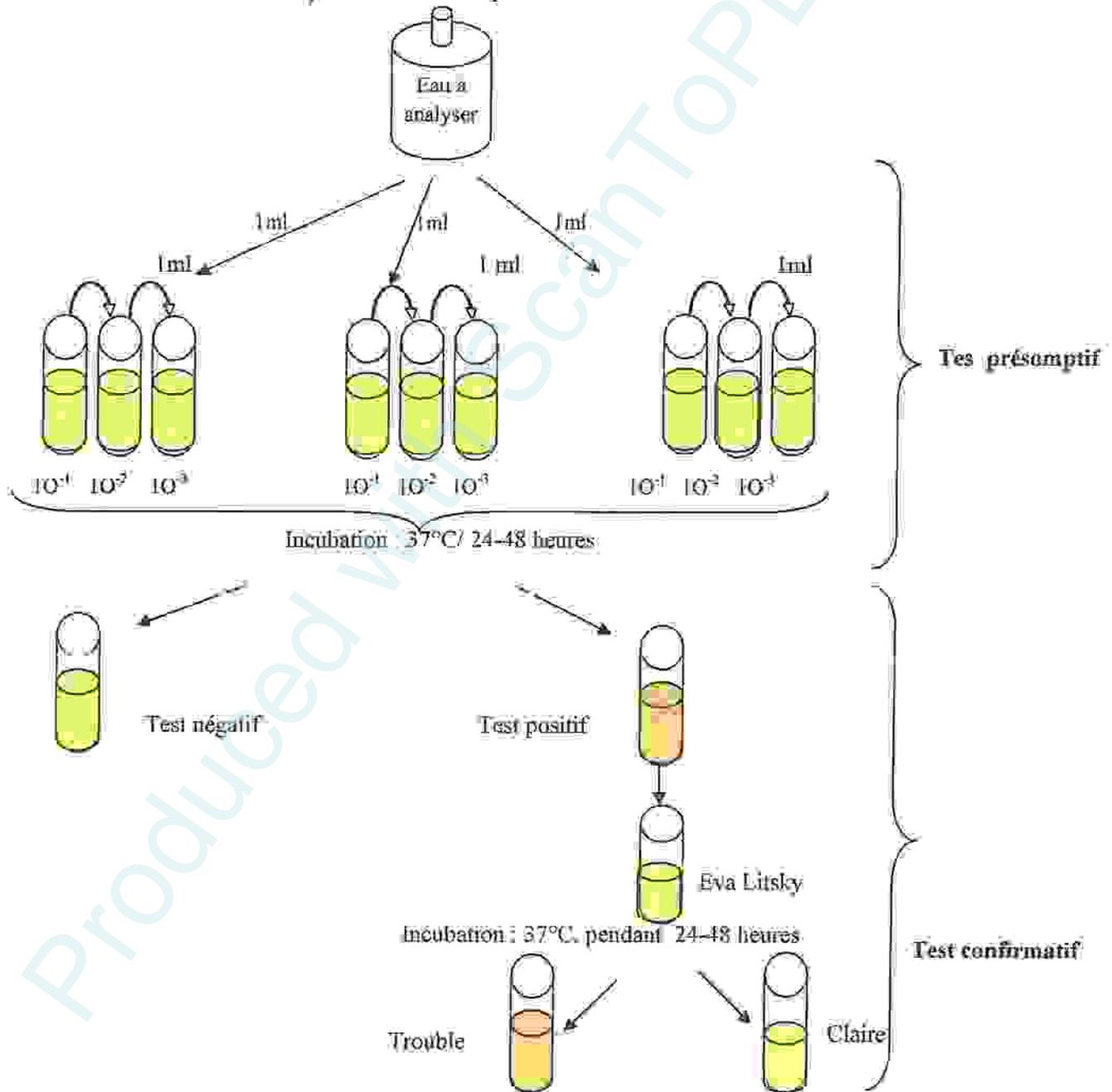


Fig.10. ; Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux

3.2.3 Recherche et dénombrement des spores de bactéries anaérobies sulfito-réducteurs :

Dans ce test, on utilise la méthode « par incorporation en gélose en tubes profonds » dans le but de rechercher et dénombrer les spores des bactéries anaérobies sulfito-réducteurs et de clostridium sulfito-réducteurs dans ces eaux.

- Définition:

On entend par bactéries anaérobies sulfito-réductrices des bactéries qui se présentent sous forme de bacilles à Gram positif et qui en se développant à une température de $36 \pm 2^\circ\text{C}$ en 24 à 48 heures en gélose profonde de type gélose Tryptose Sulfite Cyclosérine ou Tryptose Sulfite Néomycine ou encore gélosé Viande Foie, donnent des colonies caractéristiques qui sont de couleur blanche entourées d'une auréole noire. Cette dernière est le témoin de la réduction du sulfite de sodium (Na_2SO_3) qui se trouve dans le milieu, en sulfure qui en présence de Fe^{2+} donne FeS (sulfure de fer) de couleur noire. (Pechière *et al.*, 1982; Labres, 2008).

La présence de spores de bactéries ASR dans les eaux, sans flore d'accompagnement, constituée généralement un véritable indice de contamination ancienne. (Labres, 2006).

• Mode opératoire :

A partir de l'eau à analyser :

- Transférer environ 25 ml dans un tube stérile, qui sera par la suite soumis à un chauffage de l'ordre de 75°C pendant 15 minutes, dans le but de détruire toutes les formes végétatives des bactéries anaérobies sulfito-réductrices éventuellement présentes.
- Après chauffage, refroidir immédiatement le flacon destiné à l'analyse, sous l'eau de robinet.
- Repartir ensuite le contenu de ce tube, dans 4 tubes différents et stériles, à raison de 5 ml par tube.
- Ajouter environ 18 à 20 ml de gélose Viande Foie, fondue puis refroidie à $47 \pm 1^\circ\text{C}$, additionnée de leurs additifs spécifiques.
- Mélanger doucement le milieu et l'inoculum en évitant d'introduire des bulles d'air. Laisser solidifier sur pailleasse pendant 30 minutes environ, puis incuber à $36 \pm 2^\circ\text{C}$, pendant 44 ± 4 heures (Bara *et al.*, 2011) (Fig.11)

• Lecture et interprétation :

La première lecture doit être absolument faite à 16 heures car très souvent les spores des bactéries anaérobies sulfito-réductrices sont envahissantes sinon on se trouvera en face d'un tube complètement noir. La deuxième lecture se fera à 24 heures et la troisième et dernière à 48 heures.

Chapitre 2 : Matériel et Méthodes

Dénombrer toutes colonies noires de 0,5 mm de diamètre, ayant poussé en masse et rapporter le nombre total des colonies dans les quatre tubes à 20 ml d'eau à analyser. (Aberkane *et al.*, 2011).

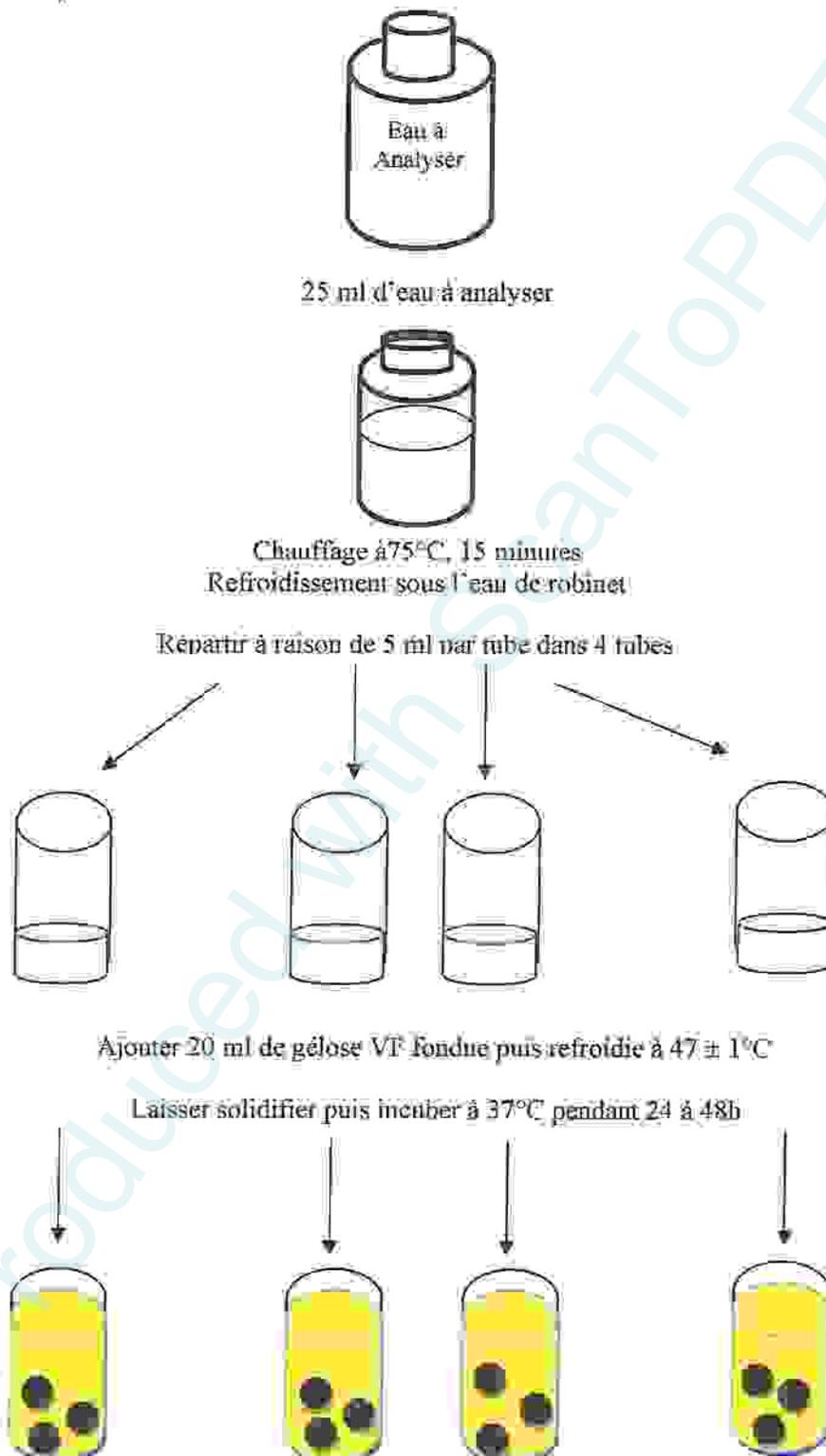


Fig.11.: Recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfitoréducteurs (ASR).

3.2.4 Recherche de germes pathogènes :

Les germes recherchés sont choisis, dans les limites des moyens disponibles. Les germes recherchés sont *Salmonella*, *Vibrio*, Staphylocoques pathogènes et *Pseudomonas*.

Les milieux utilisés sont: Hektoen, gélose nutritive alcaline et bilieuse (GNAB), Chapman et King A et King B.

L'inoculum est prélevé directement à partir de l'eau à analyser est déposé sur un point périphérique de la gélose puis disséminé par stries sur toute la surface. Les boîtes sont codées puis incubées à 37°C pendant 24 - 48 heures.

a. Recherche des Salmonelles :

Les *Salmonella* sont des entérobactéries qui se présentent sous forme de bacilles Gram négatifs, ne fermentant pas le lactose, mais fermentant le glucose avec production de gaz et de H₂S.

• Mode opératoire:

1. Pré-enrichissement:

Il est destiné à revivifier les cellules de façon à faciliter la culture dans les bouillons d'enrichissement

Introduire 1 ml de SM (l'eau à analyser) dans 10 ml de milieu EPT (eau peptonée tamponnée). Incuber à 37°C pendant 24 h (Azizi, 2006).

2. Enrichissement:

Il est destiné d'une part: augmente le nombre de germe à cause de leur présence en nombre relativement faible dans les eaux, et d'autre part d'inhiber le développement des autres bactéries (Rodier *et al.*, 1996).

Introduire 2ml de milieu EPT (solution pré-enrichissement) dans 10 ml de S.F.B. Incuber à 37°C pendant 24 h (Ait Hamlet, 1998).

3. Isolement :

À partir du bouillon d'enrichissement, effectuer des isolements sur le milieu Hektoen. Incuber à 37°C pendant 24h à 48h (Rodier *et al.*, 1996).

Chapitre 2 : Matériel et Méthodes

4. Identification :

Après l'incubation les colonies qui sont Lactose négatif sur Hektoen vont subir une observation macroscopique, une coloration de Gram et enfin une identification biochimique (API 20 E); (Fig.12)

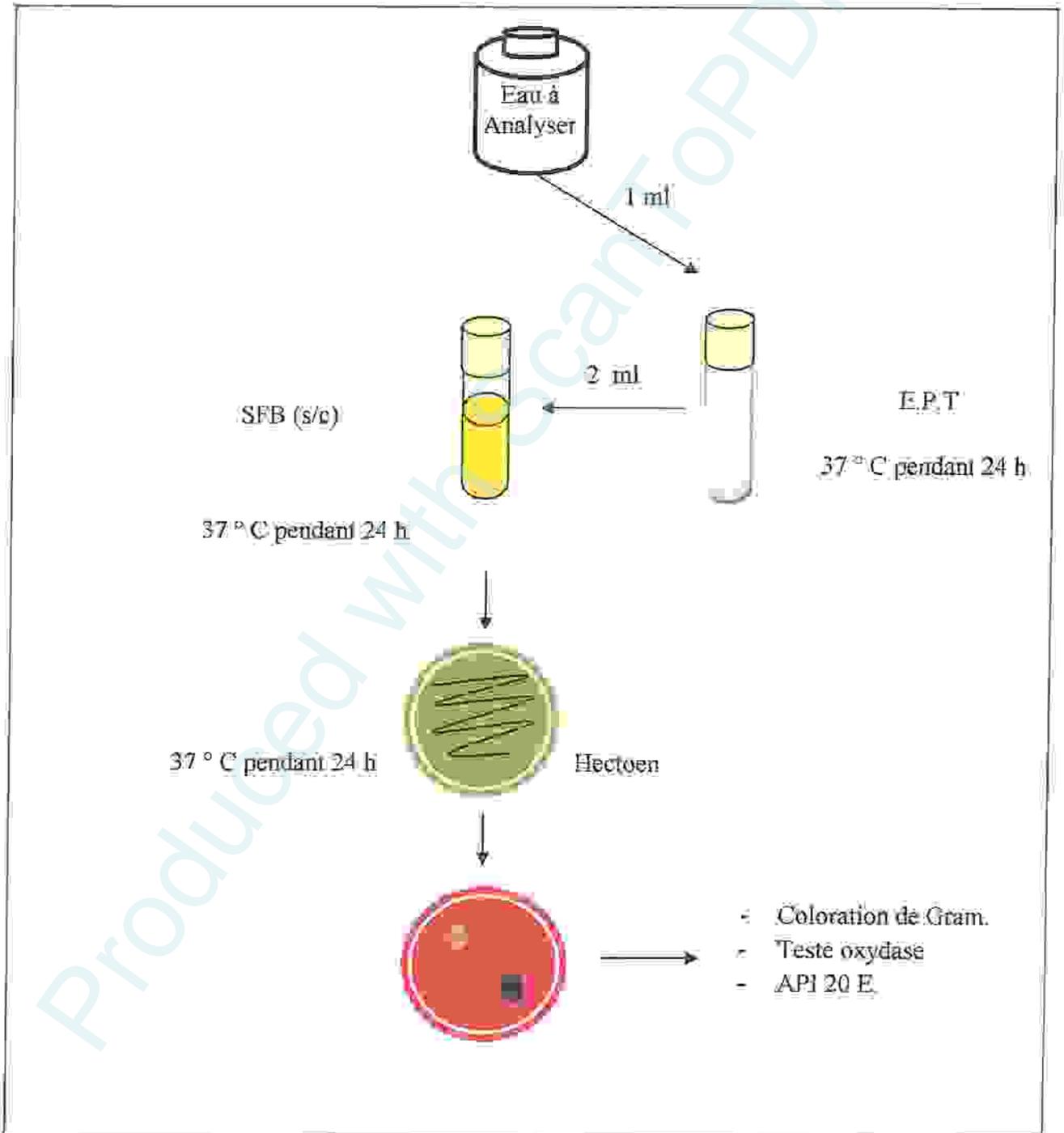


Fig. 12 : Recherche et identification des Salmonelles.

b. Recherche de *Vibrio* :

• Mode opératoire:

1. Enrichissement:

Ajouter 1ml de l'eau à analyser dans un tube de 10 ml d'E.P.A. Incuber à 37°C pendant 3h. Prélever en surface et ensemercer un nouveau milieu d'enrichissement. Incuber à 37°C pendant 3h.

2. Isolement :

Prélever de la surface du dernier milieu d'enrichissement et ensemercer une boîte de GNAB. Incuber à 37° C pendant 24 h (Marchal, 1982).

3. Identification :

Les colonies de *Vibrio* sont fines, blanches sur gélose GNAB. L'identification est faite comme suit :

- Etat frais.
- Coloration de Gram.
- Test oxydase.
- [Une galerie biochimique API 20 NE (Fig.13)]

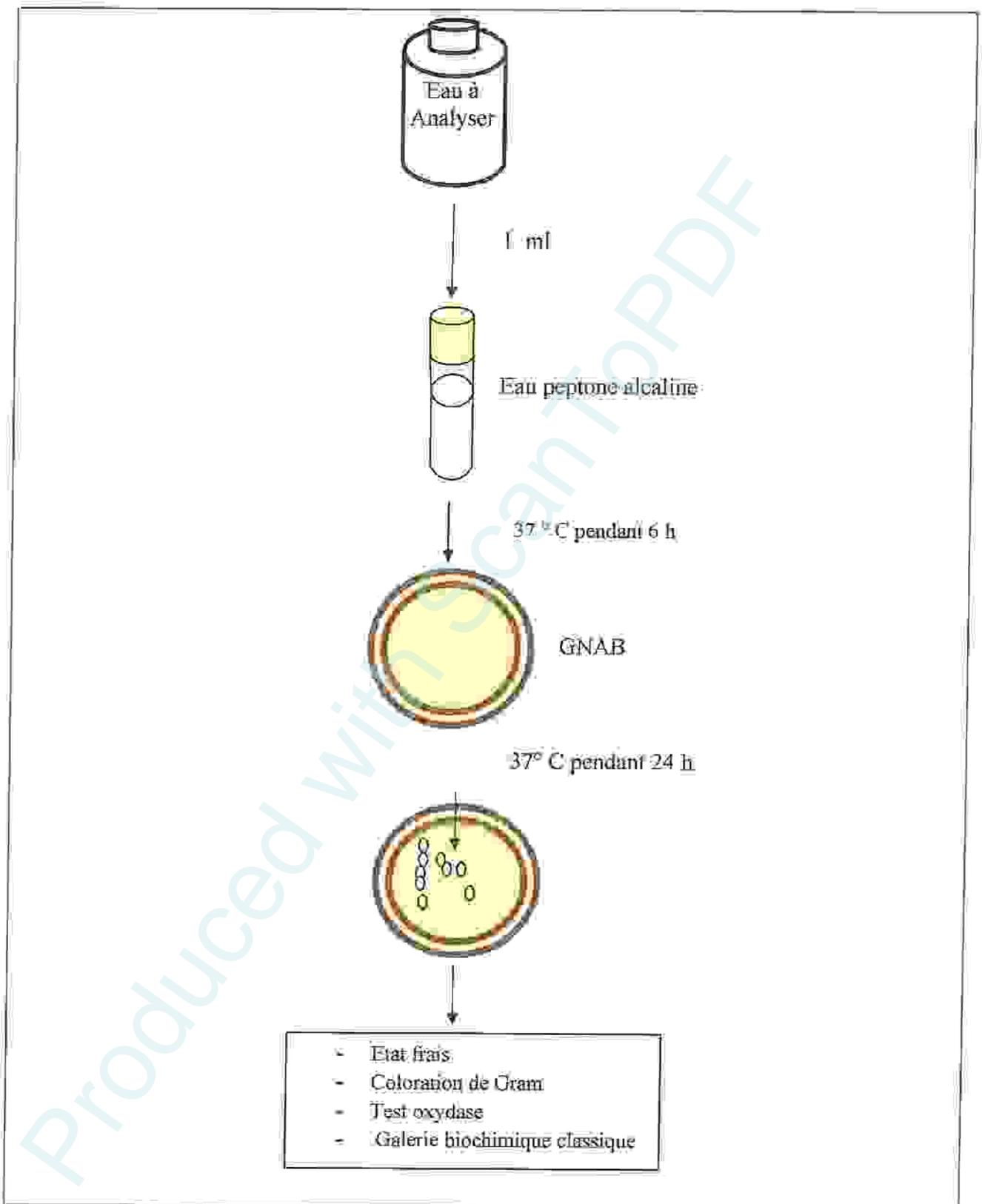


Fig. 13 : Recherche des *Vibrio* dans l'eau de mer.

c. Recherche des Staphylocoques pathogènes (*Staphylococcus aureus*):

• Mode opératoire:

Le milieu de Chapman est caractérisé par sa forte concentration en chlorure de sodium ce qui permet un isolement sélectif des staphylocoques. La fermentation du mannitol est indiquée par le virage au jaune de l'indicateur coloré, « le rouge de phénol », autour des colonies. (Rodier, 2009).

1. Isolement :

À partir de la solution mère et à l'aide d'une anse de platine stérile,ensemencer une boîte de milieu Chapman. Incuber à 37° C pendant 24 h.

2. Identification :

Le milieu Chapman permet seulement une orientation pour l'identification de l'espèce *Staphylococcus aureus* mais des testes de confirmation est obligatoire.

- Coloration de Gram.
- Test catalase.
- Test staphylocoagulase.

d. Recherche des *Pseudomonas* :

• Mode opératoire:

À l'aide d'une anse de platine onensemence la surface d'un milieu de culture King A ensuite un milieu de culture King B est on incube les milieux à 37° C pendant 24 h

• Confirmation :

Deux examens microscopiques sont effectués : l'examen direct entre lame et lamelle (il permet d'observer la mobilité des germes) et la coloration de Gram.

- Recherche de la pyocyanine : pigment bleu caractéristique de *Pseudomonas aeruginosa*, responsable de la teinte bleue intense des milieux de culture : sa production est favorisée sur milieu de King A.

Chapitre 2 : Matériel et Méthodes

- Recherche de la pyoverdine présente une teinte vert fluorescent est souvent masquée par la pyocyanine; sa production est maximale sur milieu de King B. (Pilet *et al.*, 1987)

3.3 Tests d'identification complémentaire :

3.3.1 Examen microscopique :

L'observation microscopique permet de faire une étude morphologique des cellules d'une espèce microbienne. Elle comprend :

a. Examen à l'état frais :

Examen entre lame et lamelle des bactéries vivantes, il permet d'observer sur les cellules

- La forme des cellules
- Leur mode de regroupement
- Leur mobilité
- La quantité approximative des bactéries par champ microscopique

b. Examen après coloration de Gram :

Examen se réalise le plus souvent sur frottis séchés et fixés. Le frottis est une colonie bien isolée d'une culture en milieu solide sera prélevée et mise en suspension dans une goutte d'eau distillée stérile. L'observation se fait au l'objectif fois 100.

Les étapes de coloration de Gram : A partir d'un frottis

- Réaliser une coloration simple au violet de Gentiane; laisser agir pendant 1 minute.
- Ajouter le Lugol et laisser agir pendant 1 minute.
- Laver à l'eau puis à l'alcool.
- Recolorer avec la Fuchsine, laissé agir pendant 30 secondes.

*Lecture :

Observer au microscope :

- Les bactéries Gram négatif sont roses.
- Les bactéries Gram positif ont de coloration violette (Bourdon et Marchal, 1981)

3.3.2 Examen lié aux caractères enzymatique :

a. Test catalase :

La catalase est une enzyme qui dégrade l'eau oxygène en eau et oxygène libre qui se dégage sous forme gazeuse. À partir d'un milieu solide et aérobie, prélever une quantité suffisante de culture et la mettre en suspension dans une goutte d'eau oxygénée déposée sur une lame. Si un dégagement de bulle de gaz (oxygène) apparaît, le test est dit positif. (Délarras, 2008).

b. Test oxydase :

Sur une lame propre et stérile dépose un disque d'oxydase ensuite prépare une suspension bactérienne à partir de la colonie voulue et déposer une goutte de la suspension sur le disque. Considère comme oxydase + toutes colonies qui changent la couleur du disque en violet.

3.3.3 Examens liés aux caractères biochimiques :

a. La Galerie API 20E :

Destinée pour la famille des Enterobactériacées la galerie API 20E comporte 20 microtubes contenant des substrats sous forme déshydratée. Les tests sont inoculés avec une suspension bactérienne qui reconstitue les milieux. Les réactions produites pendant la période d'incubation se traduisent par des virages colorés spontanés ou révélés par l'addition de réactifs. La lecture de ces réactions se fait à l'aide du tableau de lecture et l'identification est obtenue à l'aide du tableau d'identification. (Bara *et al.*, 2011)

b. La Galerie Classique :

• Test de Citrate de Simmons :

Ce milieu est un exemple de milieu synthétique. L'ensemencement réalisée à l'aiguille, à partir d'une suspension de la culture solide, ensemençer en ligne centrale sur le milieu de Simmons et incubé à 37°C pendant 24 heures.

Virage de l'indicateur de pH au milieu vers le bleu: il ya eu alcalinisation du milieu et la souche est de citrate positive.

♦ Le mannitol-Mobilité :

Est un milieu permet l'étude de la dégradation de mannitol qui est un produit de dégradation du mannose. L'ensemencement par piqûre centrale à l'aide d'un fil droit, et incubé à 24 h à 37°C. Ce milieu est utilisable uniquement pour la bactérie fermentative.

- Virage de milieu en jaune dit que mannitol +
- Milieu rouge mannitol (Sayad, 2008)

♦ Utilisation de TSI (Triple Sugar Iron Agar) :

Ce milieu est utilisé pour l'identification rapide des entérobactéries, et permet de mettre en évidence la fermentation de saccharose, de glucose (avec ou sans production de gaz) et plus précisément du lactose : la production d'hydrogène sulfureux (H_2S) à partir de la cystéine. L'ensemencement de milieu s'effectue par stries au surface tout le long de la pente, puis par piqûre centrale au niveau de culot. L'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures. (Sayad, 2008)

♦ Test de l'Urée-Indole :

L'indole est le métabolite terminal de la dégradation du tryptophane présent initialement dans le milieu. Seules les bactéries indologues permettent cette dégradation jusqu'à la formation de l'indole. Nous ensemencions un tube d'eau peptonée d'indole. Après 24 h d'incubation à 37°C, nous ajoutons quelques gouttes de réactif de Kovacks.

- Réaction indole positive : anneau rouge ou rose.
- Réaction indole négative : anneau brunâtre

♦ Teste de réduction du nitrate :

Le milieu bouillon nitraté permet de recherche de la réduction des nitrates en nitrites (NO_3^-) en (NO_2^-). Plus la fermentation du fructose. Nous avons ensemencé le bouillon nitraté et incubé à 37°C pendant 24 heures. Après incubation nous ajoutés deux gouttes du réactif nitrate réductase 1.

- Si le milieu devient rose ou rouge, la réaction est dite nitrate réductase positive.
- Si le milieu reste incolore, dans ce cas on a deux évènements

Chapitre 2 : Matériel et Méthodes

- Ou bien les nitrates ont d'abord été réduits en nitrites mais la réduction s'est poursuivie.
- Ou bien les nitrates n'ont pas été réduits en nitrites et se trouvent donc dans le bouillon nitrate.

Dans ce dernier cas, nous provoquons la réduction chimique en ajoutant de la poudre de Zinc, et la couleur apparaîtra, la bactérie est dite nitrate réductase négative.

Chapitre III: Résultats et Discussions

RESULTS AND DISCUSSIONS
CHAPTER III:

Scantopdf

I. Analyses des paramètres physico-chimiques :

I.1 La température :

La température varie en fonction de la température extérieure (l'air), des saisons, de la nature géologique et de la profondeur du niveau d'eau par rapport à la surface du sol. Elle est aussi très variable dans le temps. (Halassi, 2009)

Les résultats représentés dans la figure (Fig.14) montrent que les valeurs de la température varient entre 15°C (station S2) pendant le mois de mars et 18°C (station S3) pendant le mois de d'avril

Ces variations sont directement liées au jour et à l'heure des prélèvements effectués entre 06H50 et 08H07.

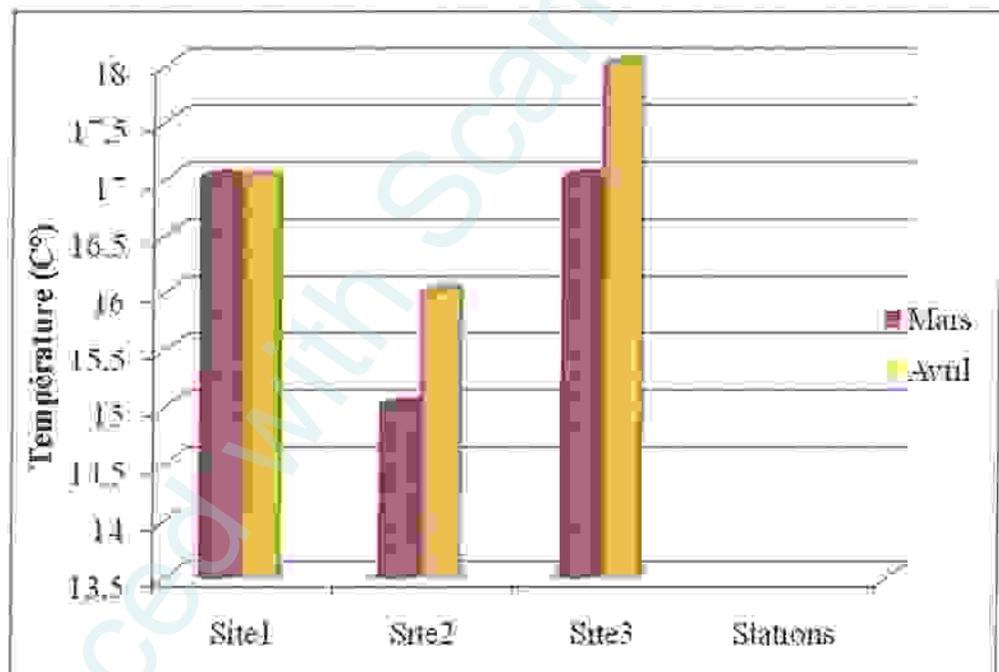


Fig.14 : Variations de la température de l'eau de mer pendant les mois (Mars et Avril 2012).

I.2 pH :

Le pH doit être compris entre 5 et 9 pour permettre un développement normal de la faune et de la flore (Rodier J. 1996). L'eau de mer a présentée pendant la période de l'étude des valeurs de pH qui varient entre (7 et 8,4). Le maximum est enregistré pendant le mois de mars 8,4 (Station 1 et 2) tandis le minimum est enregistré durant le mois d'avril 7,2 (Station 1). (Fig.15)

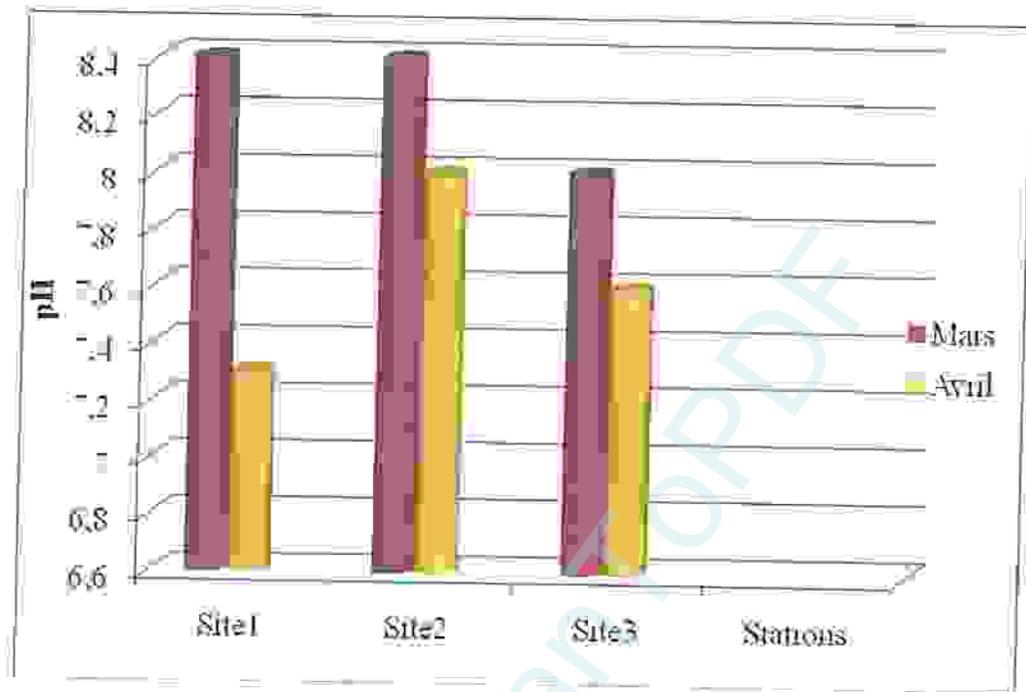


Fig.15 : Variations du pH de l'eau de mer pendant les mois (mars et avril 2012)

2. analyses des paramètres bactériologiques :

2.1 Évaluation de la flore mésophile totale :

Dans les trois points de prélèvements, les germes totaux à 37°C et à 22°C sont très importants, le minimum (100 UFC/ml) dénombré à la station 3 à 37°C, tandis que le maximum (±300UFC/ml) est dénombré au niveau des stations 1 et 2 à 22°C. (Tab.6)

Tab.6 : Evaluation de la flore mésophile totale dans l'eau de mer

	Température	Site1	Site2	Site3
31-03-2012	22°C	± 300 UFC/ml	± 300 UFC/ml	164 UFC/ml
	37°C	244 UFC/ml	154 UFC/ml	100 UFC/ml

2.2 Evaluation du nombre des germes indicateurs de contaminations fécale :

a. Les coliformes totaux :

Le nombre des microorganismes coliformes totaux est un paramètre très important pour estimer le degré de pollution d'un écosystème aquatique et surtout pour déterminer l'origine de la contamination.

Chapitre 3 : Résultats et discussions

Nous avons constaté que le nombre de coliformes totaux varie entre 900 bactérie/ml et 110000 bactérie/ml qui représente une valeur maximale trouvée dans les stations 1 et 2 est ceci durant le mois d'avril à cause d'une pollution fécale d'origine multiples tel les rejets de l'ancien port et de port de pêche, tandis que la valeur minimale a été constatée durant le mois de mars dans la station 3 (900 bactérie/ml) loin de l'urbanisation. (Fig.16)

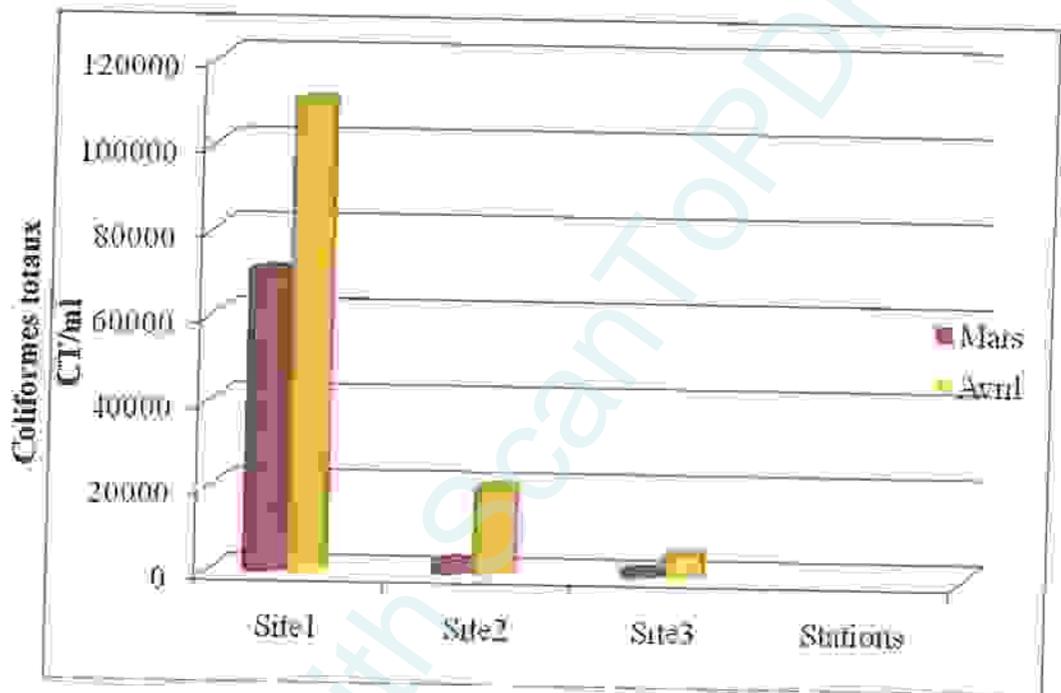


Fig. 16 : Évaluation du nombre de coliformes totaux dans l'eau de mer pendant les mois (Mars et Avril 2012).

b. Les coliformes thermotolérants :

Escherichia coli est le type de coliforme d'habitat fécal exclusif, sa recherche est donc extrêmement importante.

Le nombre des coliformes fécaux varie entre 00CF/ml et 3500 CF/ml et cette valeur maximale a été enregistrée au niveau de la station 2 durant le mois d'avril tandis que la valeur minimale a été enregistrée dans la station 2 pendant le mois de mars. Le nombre de coliformes fécaux est très élevé pendant le mois d'avril. Cette contamination est due à une pollution d'origine fécale. (Fig.17)

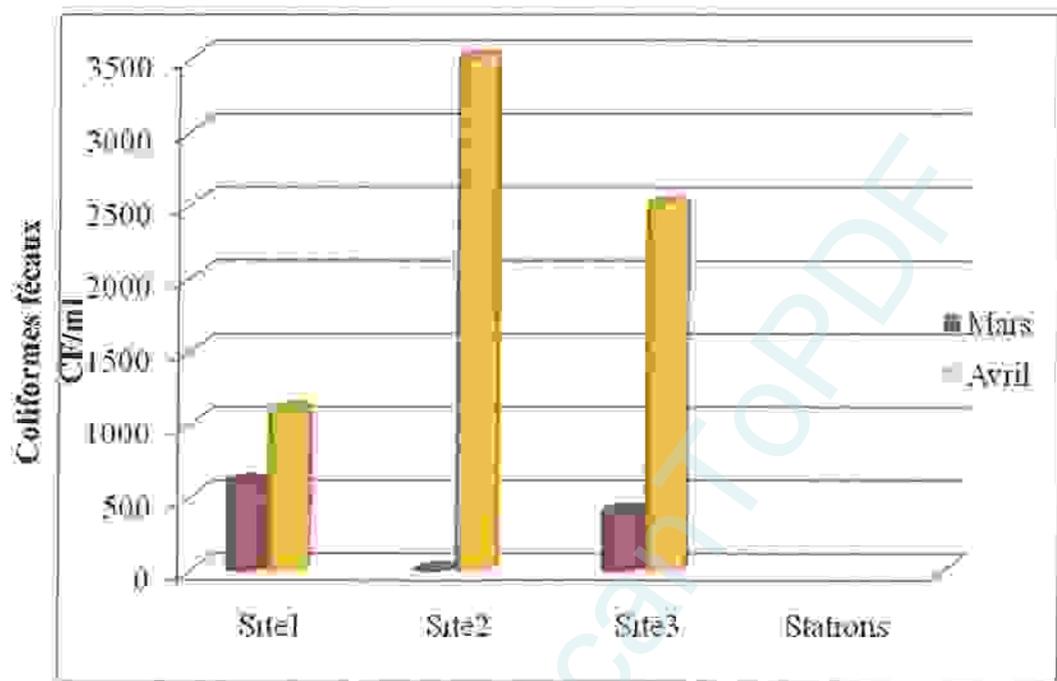


Fig. 17 : Évaluation du nombre de coliformes fécaux dans l'eau de mer pendant les mois (Mars et Avril 2012).

e. Les streptocoques fécaux :

Les streptocoques fécaux sont des excellents indicateurs de contaminations récentes par la matière fécale des animaux.

D'après le graphe (Fig. 18) nous avons constaté que le nombre de streptocoque fécaux varie entre 900 bactérie/ml et 20000 bactérie/ml qui représentent une valeur maximale au niveau de la station 1 pendant le mois de mars, tandis que la valeur minimale a été constatée durant le mois d'avril dans les stations 2 et 3 (900 bactérie/ml).

Cette présence de streptocoques fécaux est due à la contamination des eaux par une pollution d'origine fécale causée principalement par les excréments des animaux.

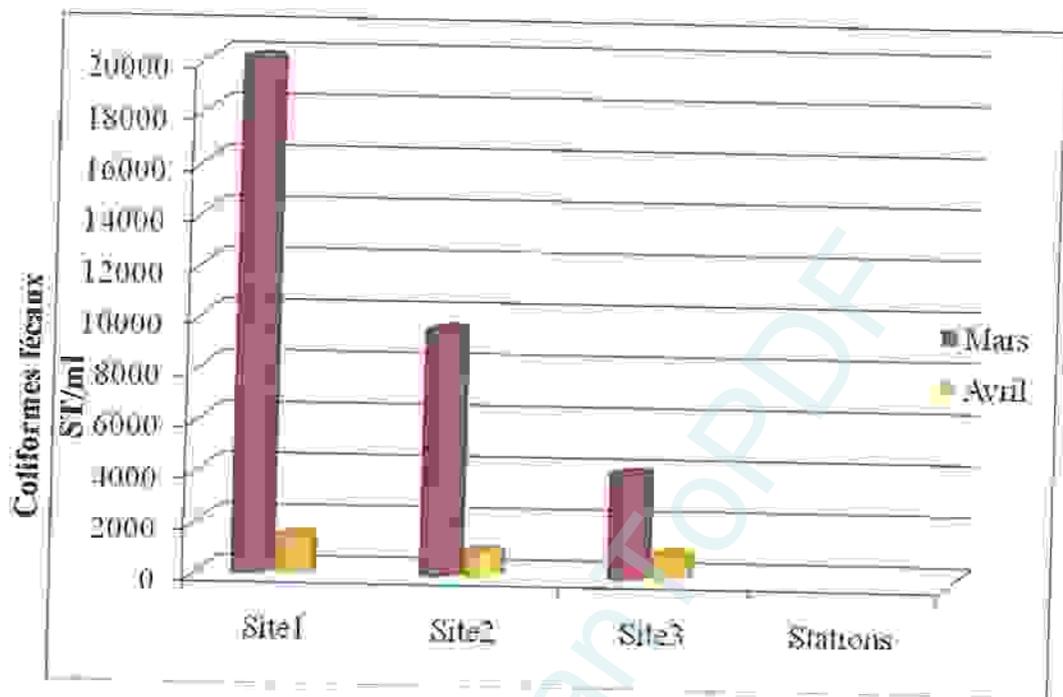


Fig. 18 : Evaluation du nombre de streptocoques fécaux dans l'eau de mer pendant les mois (Mars et Avril 2012).

2.3 Evaluation du nombre des spores des anaérobies sulfite réducteurs :

Les anaérobies sulfite-réducteurs sont souvent considérés comme des indices de contamination ancienne. La forme spore, beaucoup plus résistante que les formes exclusivement végétatives des coliformes fécaux et des streptocoques fécaux, permettrait ainsi de détecter une pollution fécale.

Nos résultats montrent l'absence totale de halo noir dans les tubes contenant le milieu VF (Tab.7) ce qui explique l'absence de germes résistants (sporulants) comme les *Clostridium* responsable des maladies graves telles le botulisme et le tétanos.

Tab.7 : Evaluation de la recherche des Anaérobies sulfite-réducteurs (ASR) pendant les mois (Mars et Avril 2012).

	Site1	Site2	Site3
24 h	Culture négative	Culture négative	Culture négative
48 h	Culture négative	Culture négative	Culture négative

2.4 Identification des souches bactériennes:

La recherche de germes pathogènes a été effectuée sur plusieurs milieux de culture pour la recherche de certains germes (Les staphylocoques, les entérobactéries et autres) et aussi des tests biochimiques pour les identifier. Les résultats obtenus sont résumés dans les tableaux suivants.

2.4.1 Résultats des caractères morphologiques et coloration de Gram :

a. Sur milieu Chapman :

Les résultats obtenus sur le milieu Chapman sont résumés dans le tableau (Tab.8)

Tab.8 : Résultat de la recherche des Staphylocoques

	Site1	Site2	Site3
Prélèvement 1	-	-	-
Prélèvement 2	-	-	-

b. Sur milieu King A et King B :

Après ensemencement sur le milieu d'isolement spécifique au *Pseudomonas* les milieux King A et King B montrent l'absence totale de pyocyanine (pigment bleu) et pyoverdine (pigment vert) ce qui explique l'absence de *Pseudomonas aeruginosa* et *P. fluorescense* dans les trois sites de prélèvement pendant les mois mars et d'avril. (Tab.9)

Tab. 9 : Résultats de la recherche des *Pseudomonas* sur milieu King A et King B

	King A	King B
Site1	-	-
Site2	-	-
Site3	-	-

c. Sur milieu GNAB :

La réalisation d'une coloration de Gram et des tests complémentaires (catalase et oxydase) ont permis d'observer les aspects suivants. (Tab.10)

Tab. 10 : Différentes caractéristiques des colonies cultivées sur milieu GNAB.

	Forme des colonies	Coloration de Gram	Teste catalase	Test oxydase
Site1	<ul style="list-style-type: none"> - Transparente - blanchâtre - Plate - Lisse - Régulière - Muqueuse 	<ul style="list-style-type: none"> - Cocci - Gram- - En chainette 	+	+
Site2	<ul style="list-style-type: none"> - Transparente - blanchâtre - Plate - Lisse - Régulière - Muqueuse 	<ul style="list-style-type: none"> - Cocci - Gram- - En chainette 	-	+
Site3	<ul style="list-style-type: none"> - Transparente - Régulière - Blanchâtre - Muqueuse - Lisse - Plate 	<ul style="list-style-type: none"> - Cocci - Gram - - En chainette 	-	+

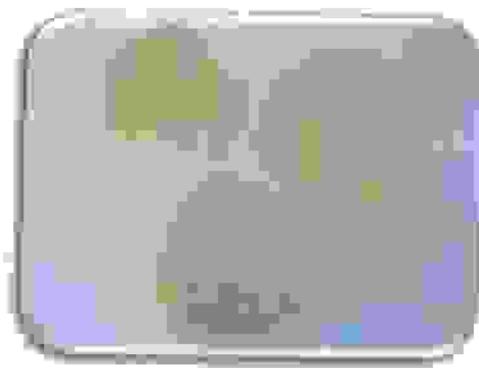


Fig.19 : Les colonies obtenues sur le milieu GNAB

Chapitre 3 : Résultats et discussions

d. Sur milieu Hectoen :

L'observation microscopique à l'état frais et après coloration de Gram des germes ensemencés sur le milieu Hectoen nous a permis d'obtenir les résultats suivants (Tab.11)

Tab. 11 : Résultats de la recherche des Salmonelles sur milieu Hectoen

		Forme des colonies	Coloration de Gram	Test catalase	Test oxydase
Prélèvement 1	Site1	-plate -lisse -régulier -éffilé	-Cocci - Gram (+)	-	-
Prélèvement 2	Site3	-plate -irrégulière -muqueuse -transparente -blanchâtre	- Bacille - Gram (-)	+	-
	Site1	-plate -irrégulière -muqueuse -transparente -blanchâtre	- Bacille - Gram (-)	+	-

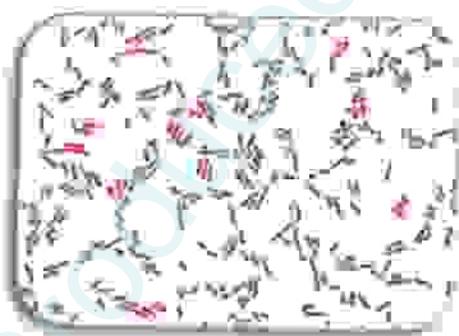


Fig. 20: Bâtonnets Gram (-)

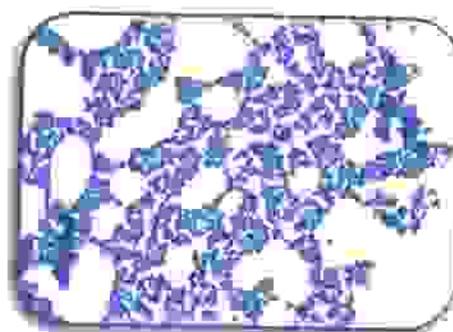


Fig. 21: Cocci Gram (+)



Fig.22 : Les colonies obtenues sur le milieu Hectoen

2.4.2 Résultat de la galerie biochimique classique :

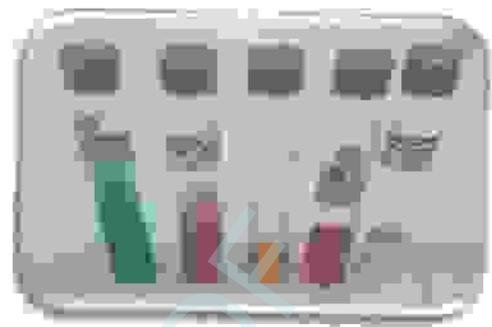
Le tableau suivant (Tab.12) représente respectivement les résultats de la galerie classique des souches bactériennes trouvées dans les milieux Hectoen et GNAB.

Tab. 12 : Résultats de test biochimique (galerie classique) sur les milieux Hectoen et GNAB

	Sur milieu GNAB			Sur milieu Hectoen
	Site1	Site2	Site3	Site1
-Citrate de simmons	(-)	(+)	(-)	(-)
-Mannitol	(-)	(-)	(-)	(+)
-Mobilité	(+)	(-)	(-)	(+)
-TSI:	(-)	(-)	(+)	(+)
Glucose	(-)	(-)	(+)	(+)
Lactose	(-)	(-)	(+)	(+)
Saccharose	(-)	(-)	(+)	(+)
H ₂ S	(-)	(-)	(-)	(-)
CO ₂	(-)	(-)	(-)	(+)
Urée	(+)	(+)	(+)	(+)
d'indole	(-)	(-)	(-)	(-)
-Nitrate				
Espèces	<i>Chryseobacterium indoligenes</i>	<i>Myroides Chryseobacterium indoligenes</i>	<i>Pasteurella aerogenes</i>	<i>Yersinia frederiksenii/intermedia</i>



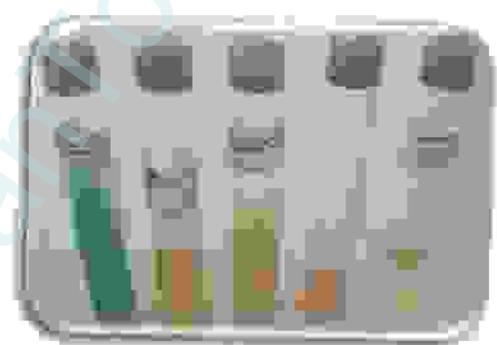
Chryseobacterium indoligenes



Myroides/Chryseobacterium indoligenes



Pasteurella aerogenes



Yersinia frederiksenii intermedia

Fig. 23 : Résultats de la galerie biochimique classique

2.4.3 Résultat de la galerie biochimique API20E ;

Tab. 13 : Résultats de test biochimique (système API 20E) sur les milieux Hectoën

API20E	Milieu	Site	Numéros de code	Espèce
01	Gélose Hektoën	1	3 316 653	<i>Enterobacter amnigenus</i>
02		3	7 716 713	<i>Citrobacter braakii</i>

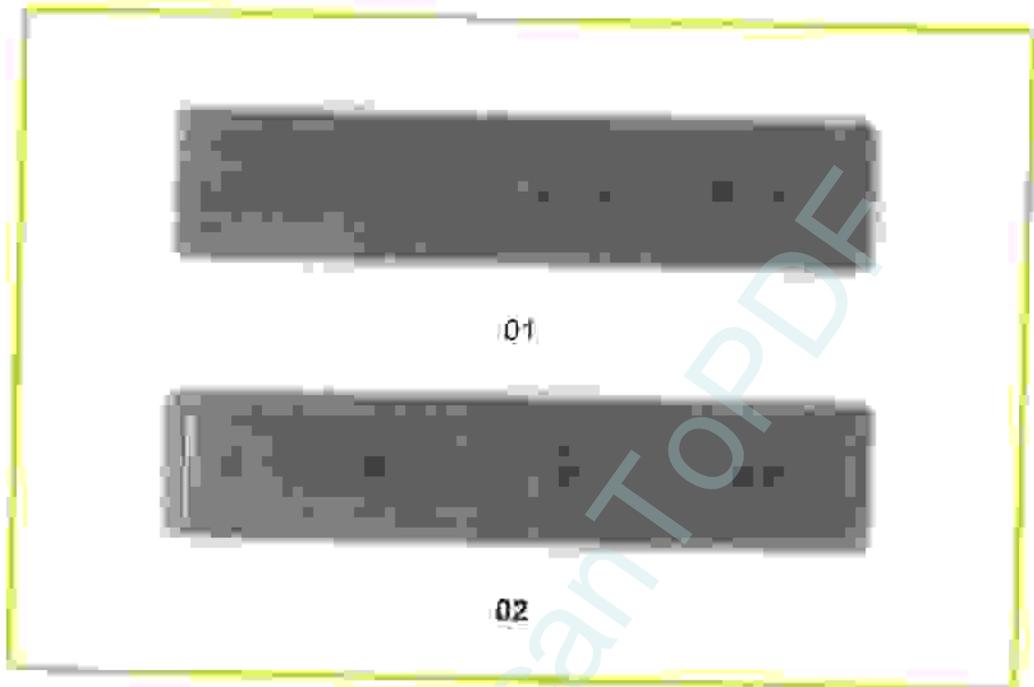


Fig. 24 : Profil biochimique des résultats par API20E.

Conclusion

Produced with ScanTopDF

Conclusion

Cette étude avait pour objet d'établir une évaluation de la qualité bactériologique des eaux de mer des plages de la ville de Skikda (littoral Est algérien). Un diagnostic de ces eaux de différents sites étudiés, est mis en évidence par différentes analyses bactériologiques nous a permis de constater que les eaux des deux plages urbaines de la ville de Skikda (Château vert et Storaf) sont plus polluées que la plage de Ravain des lions, car elles reçoivent en continu les eaux usées de la ville qui sont souvent déversées directement sans traitement préalable quelques rejets de l'ancien port et du port de pêche.

L'analyse réalisée pendant les mois de mars et d'avril 2012 a porté principalement sur la quantification des bactéries indicatrices de contamination fécale avec la recherche de bactéries pathogènes. En ce qui concerne le dénombrement des germes indicateurs de contamination fécale, le taux de coliformes totaux, les coliformes thermotolérants et streptocoque fécaux est très élevé au niveau de ces plages. Et pour la recherche des germes pathogènes nous avons aussi isolé un bon nombre de bactéries capables de causer des maladies tel que : *Chryseobacterium indoligenes*, *Yersinia frederiksenii/intermedi*, *Myroides*, *Chryseobacterium indoligenes* et *Pasteurella aerogenes*, *Enterobacter amnigenus* et *Citrobacter braaki*.

De ce fait, un contrôle rigoureux des eaux de ces plages doit être réalisé au cours de tout le cycle annuel et par des gens spécialisés, ce qui permettra une bonne biosurveillance de ces écosystèmes. L'installation d'une station d'épuration des eaux ménagères et des eaux industrielles s'impose afin d'éviter tout risque de contagion et de pollution dont les conséquences sont souvent irréversibles.

Résumé :

L'évaluation de la qualité bactériologique de l'eau des plages de la ville de Skikda nous a montré que les plages situées en zone urbaines (Château Vert et Stort) sont plus polluées que celles éloignées (Ravin Des Lions). Ceci est dû aux rejets urbains et industriels.

Dans ces milieux, les taux de germes totaux, coliformes totaux et fécaux et streptocoques fécaux sont plus élevés:

Des bactéries pathogènes ont été aussi isolés et identifiés, *Chryseobacterium indoligenes*, *Yersinia frederiksenii/intermedi*, *Myroides*, *Chryseobacterium indoligenes* et *Pasteurella aerogenes*, *Enterobacter amnigenus* et *Citrobacter braakii*.

Mots clés : Qualité bactériologique, pollution de l'eau de mer, plages de la ville de Skikda, indicateurs de contamination fécale et bactéries pathogènes

Produced with Scantopdf

Abstract:

The evaluation of the bacteriological water quality of beaches in the city of Skikda has shown us that the beaches located in urban area (Chateau Vert and Storat) are more polluted than remote (Ravain des Lions). This is due to urban and industrial discharges.

In these environments, the rate of total bacteria, total and fecal coliforms and fecal streptococci are higher.

Pathogenic bacteria were also isolated and identified: *Chryseobacterium indoligenes*, *Yersinia frederiksenii* *intermedi*, *Myroides*, *Chryseobacterium indoligenes* and *Pasteurella aerogenes*, *Enterobacter amnigenus* and *Citrobacter braakii*.

Key words: Bacteriological quality, water sea pollution, beaches of the city of Skikda, faecal indicator bacteria and pathogens.

Produced with Scantopdf

ملخص:

تقييم النوعية البكتريولوجية لمياه مختلف شواطئ مدينة سكيكدة ووضح لنا بيان الشواطئ الواقعة في المناطق الحضرية و العمرانية أكثر تلوثاً من التي تقع بعيداً عن هذه الأخيرة. وهذا لوجود فضلات حضرية وأخرى صناعية.

تحصلنا في هذه النيات على عدد هائل من القولونيات القولونيات البرازية العقديات البرازية وبعض البكتيريا الممرضة المصنفة في:

Chryseobacterium indoligenes, *Yersinia frederiksenii/intermedi*, *Myroides*,
Chryseobacterium indoligenes et *Pasteurella aerogenes*, *Enterobacter amnigenus* et
Citrobacter braakii.

الكلمات المفتاحية: النوعية البكتريولوجية شواطئ مدينة سكيكدة، تلوث مياه البحر، مؤشرات التلوث البرازي و البكتيريا الممرضة.

Produced with Scantopdf

Références bibliographiques

Produced with
www.scantopdf.eu

Références Bibliographiques

Aberkane M., Hamli S., Tebbikh O., (2011). Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de la tourbière du lac noir. Université de Guelma. 35.36p.

Ait Hamlet, S. (1998). contribution à l'étude de la qualité de huiles oueds de la Wilaya d'Eltaref, aspects microbiologique et écologique mémoire de magister en microbiologie appliquée, université de Annaba, 150p.

Amor Abda W. (2009) Etude physicochimique et bactériologique des eaux d'un lac artificiel : Cas du barrage de Zit-Emba (wilaya de Skikda), Mémoire de magister, université de Guelma, pp (102-103)

Archibald F. (2000) - The presence of coliform bacteria in Canadian pulp and paper mill water systems - a cause for concern *Water, Qual Res J. Canada* 35:1-22.

Ayada M., (2003). Caractères physico-chimiques et impact des apports terrigènes et anthropiques sur la biomasse phytoplanctonique dans la baie d'Annaba, Mémoire de Magister en science de la mer. Université Badji-Mokhtar, Annaba, Algérie, 71p

Azizi D., (2006). Cours national de microbiologie des eaux et des aliments, Institut Pasteur d'Algérie.

Bachari F., (2009). Modélisation et cartographie de la pollution marine et la bathymétrie à partir de l'imagerie satellitaire. Université du Val de Marne Paris.6p.

Bukalowicz M., (1999) .Connaissance et gestion des ressources en eaux souterraines dans les régions Karstiques .Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse -25p.

Bara M., Belhamra Z., Chettibi E. (2011). Analyses bactériologiques de l'eau de quelques plages du Nord-Est Algérien (Annaba et El taraf). Mémoire de master en microbiologie de l'environnement. Université 08 Mai 1945-Guelma, 15, 37p.

Barhoumi A Y., Gaudremeau J., Benoit G., Khamsing F. et Rabatel Y., (2004). Eau ressources et menaces. 3p.

Bazine N., Bourenane A., (2011). Evaluation de la qualité bactériologique des eaux de l'Oned Messida (Parc National d'EL Kala, W. d'EL Taref) Université de Guelma. 18p.

Belabed B.E., (2010). La pollution par les métaux lourds dans la région d'Annaba « sources de contamination des écosystèmes aquatiques ». Mémoire de Doctorat en science de la mer, Université Badji-Moukhtar, Annaba. 230p.

Bengati S, Boudraa W, Djemaa F. (2011). Contribution à l'étude de la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau des plages de la ville d'Annaba. Mémoire de master en microbiologie de l'environnement. Université 08 Mai 1945-Guelma, 19p.

Blöchl E M., (1785). Ichtyologie ou histoire naturelle générale et particulière des poissons. Groupement d'intérêt public Seine-Aval. 44-45-46p.

Bouglouf M, Dalia M.R. (2009). Evaluation préliminaire de l'impact de l'aménagement du port de pêche de Storaï sur le milieu marin. Mémoire d'ingénieur d'état en océanologie. Université 20 Aout 1955. Skikda, 3, 4, 29p.

Boulahdid R, Boumaïza M, Fenghour I. (2010). Les analyses physico-chimiques des eaux de la zone de port de Storaï. Rapport de stage de licence LMD en science de la nature et de vie, 1p.

Bourdon J.L et Marchal N. (1981). Technique bactériologique. *DOIN* 335p.

CEAEQ (2000) Recherche et dénombrement des coliformes totaux: méthode par filtration sur membrane. Centre d'expertise en analyse environnementale, Gouvernement du Québec, 25 p

Chaouch R., (2007). Identification et quantification des déchets solides encombrant les plages d'Annaba, aspect physico-chimique et bactériologique des eaux. Mémoire de Magister, Université Badji-Moukhtar Annaba. 105p.

Degremont S., (2005). Memento technique de l'eau. Dixième édition. Edition de Tec et Doc. 144-173p.

Délaras C. (2008). surveillance sanitaire Et Microbiologique des eaux: Réglementation-Prélèvements-Analyses *TEC & DOC* 269p

Djebein W, Saghir H. (2010). Evaluation de la qualité des eaux au niveau de l'ancien port de Skikda (quantification physico-chimique). Mémoire d'ingénieur d'état en science de la mer. Université 20 Aout 1955. Skikda. 4p.

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, *Journal of Applied Microbiology*, **88**: 106S-116S.

Farhetti H., (2007). Les Copépodes parasites chez 04 espèces de poissons Téléostéens (Sparidae, Mullidae) pêchées dans le golfe d'Annaba (Algérie). Mémoire de Magister, Université Badji-Mokhtar, Annaba. 120p.

Gueddah D., (2003). Evaluation de la pollution industrielle et urbaine dans la région de Skikda: impact sur l'écosystème marin côtier. Université d'Annaba. 3p.

Halassi I., (2009). Degré de contamination des lacs des oiseaux et contribution à l'étude *Bdellovibrio bacteriovorus*. Mémoire de magister en Hydro-écologie. Université 08 Mai 1945-Guelma, 22, 91p.

Hanafi S, Masbah A., (2011). Caractérisation physico-chimique et bactériologique de surface de la baie de Skikda. Mémoire d'ingénieur d'état en science de la mer, Université 20 Aout 1955, Skikda. 2, 3, 5p.

I E., (1998). Inspection de l'environnement de la wilaya de Skikda. Situation sur l'état de l'environnement dans la wilaya de Skikda. 28p.

Jean-Claude L. et Fustec E., (2000). Fonctions et valeurs des zones humides, Dunod, Paris. 63-65p.

Kim A. et Maude B., (2002). La pollution marine. Université Laval. 23p.

Labres E., Azizi D. et Boudjellal B. (2006) Cours d'Hygiène et de Microbiologie des Eaux: Microbiologie des eaux et des boissons, Institut Pasteur d'Algérie.

Labres et Mouffok E. (2008) Le cours national d'hygiène et de microbiologie des eaux de boisson. Manuel des travaux pratiques des eaux, Institut Pasteur d'Algérie, 53p.

Lacaze J.C., (1996). L'eutrophisation des eaux marine et continentales. Edition Ellipses.

Larbi D. Azzedine H. Jacky M. et Jacques M., (2002). L'Algérie, un pays en voie de développement, a-t-elle déjà développé un biseau sale. Université Badji Mokhtar Annaba. 7p.

LEM, 1998. Laboratoire d'étude maritime. Etude d'impact sur l'environnement du dragage de l'ancien port de Skikda. Entreprise Portuaire Skikda. 37p.

Lionel F., (2000). La protection de l'environnement marin, la convention des nations unies sur le droit de la mer. 3-4p.

Marchal N., Bourdon J-J et Richard C. (1982) - Les milieux de culture pour l'isolement et l'identification biochimique des bactéries (biologie appliquée. *Editions Douin, Paris* pp 50-364

Marchal N., Bourdon J-J et Richard C. (1987) - Les milieux de culture pour l'isolement et l'identification biochimique des bactéries (biologie appliquée. *Editions Douin, Paris* pp 50-364

Merabtine H. Merzoug A., (1997). Salubrité des sites récréatifs marins : méthodes d'analyse microbiologique de l'eau de mer. Premier atelier régional Est sur la surveillance de la qualité des eaux de baignade, El Taref. 13p.

Merzoug S.E., (2009). Etude de la qualité microbiologique et physico-chimique de l'eau de l'écosystème lacustre Garaet Hadj-Taher (Benazzouz, wilaya de Skikda). Mémoire de Magister. Université 08Mai 1945 Guelma, 119p.

Monffouk F., (2001). Guide technique d'analyses bactériologiques des eaux de mer, institut Pasteur d'Alger, 5p.

Neimer M., (2009). L'eau source de vie. Grund.34p.

OMS (2000). Directives de qualité pour l'eau de boisson, volume 2 - critères d'hygiène et documentation à l'appui. *Organisation mondiale de la Santé, 2 édition, 1050 p.*

Pechère J. C. ; Acar J. ; Grenier B. et Nihoul E., (1982). Reconnaître, comprendre et traiter les infections. 4^{ème} édition. *Edisem, St-Hyacinthe, Québec, 509p.*

Péres J.M. et Fontaine M., (1976). la pollution des eaux marines. Bordas. Paris.4p.

Pilet C., Bourdon J.L., Toma B., Marchal N., Balthastre C. et Person J-M. (1987). Bactériologie médicale et vétérinaire:: Systématique bactérienne. *Doim. 372p.*

Rejsek F., (2002). Analyse des eaux- Aspects réglementaires et techniques, Biologie technique CRDP d'aquitaine. 358p.

Rodier J., (1996). L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. chimie, physicochimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats 8^{ème} édition *DUNOD* 1365p.

Rodier J., (2009). L'analyse de l'eau. 9^{ème} édition. *DUNOD, Paris.* 1080, 1579p.

Rouaiguia M et Cheriet M. (2010). *Qualité microbiologique des eaux de Oued Messida (wilaya d'El-Taraf)*, mémoire master, université de Guelma, pp (45-57).35)

Tandia C.T., (2007). Contrôle et suivi de la qualité des eaux usées. Protocole de détermination des paramètres physico-chimiques et bactériologiques. *CREPA*. (3): 1-52.

Zeghdoudi, E. (2006). Modélisation bioéconomique des pêcheries méditerranéennes. Barcelona. 8p.

Sites consultés

[1] : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Skikda>

[2] : <http://www.wikipedia.org>

[3] : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Océan>

[4] : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/56/Algeria_21_Wilaya_locator_map-2009.svg

[5] : <http://www.googleearth.com>

Produced with ScanTOPDF

Annexes

Annexes

Produced with ScantPDF

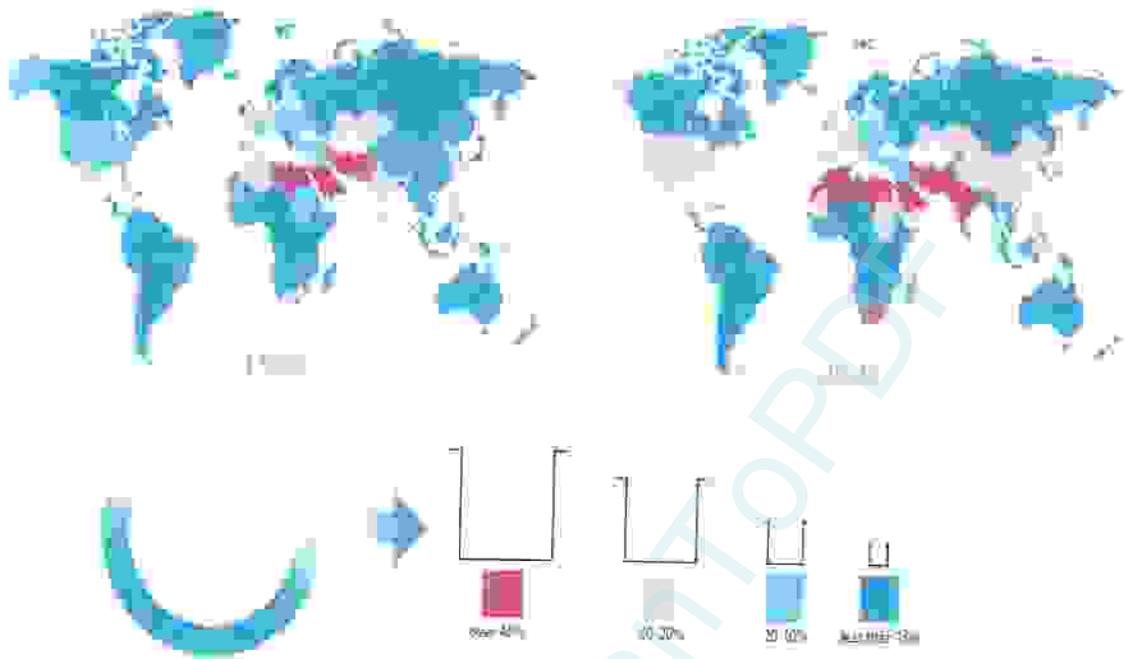


Fig.25 : La répartition de l'eau depuis 1995 – 2025 (Barhoumi-Andreani et al, 2004).

Tab. 14 : Evaluation de la température dans les sites de prélèvement

	Site1	Site2	Site3
Mars	17° C	15° C	17° C
Avril	18° C	16° C	17° C

Tab. 15 : Evaluation du pH dans les sites de prélèvement.

	Site1	Site2	Site3
Mars	8,4	8,4	8
Avril	7,3	8	7,6

Annexes

Tab. 16 : Évaluation du nombre des coliformes totaux dans les sites de prélèvement

	Site1	Site2	Site3
Mars	70 000 bactérie/ml	2 500 bactérie/ml	900 bactérie/ml
Avril	110 000 bactérie/ml	20 000 bactérie/ml	5 000 bactérie/ml

Tab. 17 : Évaluation du nombre des coliformes thermotolérants dans les sites de prélèvement

	Site1	Site2	Site3
Mars	600 bactérie/ml	00 bactérie/ml	400 bactérie/ml
Avril	1 100 bactérie/ml	3 500 bactérie/ml	2 500 bactérie/ml

Tab. 18 : Évaluation du nombre des streptocoques fécaux dans les sites de prélèvement

	Site1	Site2	Site3
Mars	20 000 bactérie/ml	9 500 bactérie/ml	4000 bactérie/ml
Avril	1400 bactérie/ml	900 bactérie/ml	900 bactérie/ml

Tab.19 : Les quantités actuelles de l'eau à la surface de la terre (Pichod-Viale, 1998)

Eau liquide libre :	1 370 000 000 Km ³ (dont 97% dans les océans).
Glaces et neiges :	33 000 000 Km ³ .
Nuages et vapeur atmosphérique	12 700 Km ³ .
Biomasse	2 000 Km ³ , soit environ un millionième du total.

Annexes

**Tab.20 : Grille d'appréciation de la qualité de l'eau en fonction de la température
(Agrigon, 2000; Hakmi, 2002)**

Température	Qualité	Classe
<20°C	Normale	1A
20°C-22°C	Bonne	1B
22°C-25°C	Moyenne	2
25°C-30°C	Médiocre	3
>30°C	Mauvaise	4

Tab.21 : Classifications des eaux d'après leur pH. (Agrigon, 2000; Hakmi, 2002)

pH<5	Acidité forte: présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles
pH=7	pH neutre
7<pH<8	Neutralité approchée: majorité des eaux de surface
5.5<pH<8	Majorité des eaux souterraines
pH>8	Alcalinité forte, évaporation intense

Tab.22 : Table de Mac-Grady

Nombre caractéristique	Nombre de microorganisme	Nombre caractéristique	Nombre de microorganisme
000	0.0	222	7.5
001	0.3	223	4.0
010	0.5	230	3.0
011	0.6	231	3.5
020	0.6	232	4.0
100	0.4	300	2.5
101	0.7	301	4.0
102	1.1	302	6.5
110	0.7	310	4.5
111	1.1	311	7.5
120	1.1	312	11.5
121	1.5	313	16.0
130	1.6	320	9.5
200	0.9	321	15.0
201	1.4	322	20.0
202	2.0	323	30.0
210	1.5	330	25.0
211	2.0	331	45.0
212	3.0	332	110.0
220	2.0	333	140.0
221	3.0		

Annexes

Tab.23 Lecture et interprétation des résultats de l'API 20 E

Test	Groupements active	Réactions/ Enzymes	Résultats	
ONPG	Ortho-nitro-phényl-β-D- Galactopyranoside	Beta-galactosidase	Positive	Négative
			incoloré	Jaune
ADH	Arginine	Arginine désahydrolase	Jaune	Rouge/orange
LDC	Lysine	Lysine decarboxylase	Jaune	Orange
ODC	Ornithine	Ornithine decarboxylase	Jaune	Rouge/orange
ICI ₁	Sodium citrate	Utilisation de citrate	vert	Bleu-vert/orange
H ₂ S	Thiosulfate de sodium	Production de H ₂ S	incoloré	Noir
URE	Urée	Uréase	Jaune	Rouge/orange
TDA	Tryptophane	Tryptophane désaminase	Jaune	Marron
IND	Tryptophane	Production d'indole	incoloré	Rose
VPI	Pyruvate de sodium	Production d'acétone	VP1+ VP2	
			incoloré	Rose/rouge
IGEL ₁	Gélatine en prisonnant de charbon	Gélatinase	Pas de diffusion de pigment noir	Diffusion de pigment noir
GLU	Glucose	Fermentation /oxydation	Bleu/bleu vert	Jaune/vert jaune
MAN	Mannitol	Fermentation /oxydation	Bleu/bleu vert	Jaune
INO	Inositol	Fermentation /oxydation	Bleu/bleu vert	Jaune
SOR	Sorbitol	Fermentation /oxydation	Bleu/bleu vert	Jaune
RHA	Rhamnose	Fermentation /oxydation	Bleu/bleu vert	Jaune
SAC	Sucrose	Fermentation /oxydation	Bleu/bleu vert	Jaune
MEL	Melbiose	Fermentation /oxydation	Bleu/bleu vert	Jaune
AMY	Arabinose	Fermentation /oxydation	Bleu/bleu vert	Jaune
ARA	arabinose	Fermentation /oxydation	Bleu/bleu vert	Jaune
NO ₃ -NO ₂	GLU tube	Production de NO ₂ réduction N ₂ gaz	NIT 1+NIT 2, 2-3 min.	
			Jaune	Rouge

1. Composition des milieux de culture :

- **Eau peptonée exempte d'indole** : elle est surtout utilisée pour la recherche de la production d'indole.

➤ **Formule** (en grammes par litre d'eau distillée) :

Peptone exempte d'indole	10 g/l
Chlorure de sodium	5 g/l
Eau distillée	1000 ml
pH final	7,2

Autoclavage 15 minutes à 121°C.

➤ **Préparation** :

Mettre 15 g de milieu déshydraté dans un litre d'eau distillée. Mélanger soigneusement jusqu'à complète dissolution. Ajuster, si nécessaire, le pH à 7,2. Répartir puis stériliser à l'autoclave à 120°C pendant 15 minutes.

- **B.C.P (bouillon lactosé au bromocrésol-pourpre)** : il permet de rechercher et de dénombrer les coliformes, par la fermentation du lactose et la production de gaz.

Il y a deux types :

➤ **Double concentration** :

Peptone	10 g/l
Extrait de viande	6 g/l
Lactose	10 g/l
Pourpre de bromocrésol	0,05 g/l
Eau distillée	1000 ml
pH final = 6, autoclavage à 120°C pendant 20 minutes	

➤ **Simple concentration** :

Peptone	5 g/l
Extrait de viande	3 g/l
Lactosé	5 g/l
Pourpre de bromocrésol	0,025 g/l
Agar	15 g
Eau distillée	1000 ml
pH final = 6, autoclavage à 120°C pendant 20 minutes.	

Annexes

➤ Préparation :

Mettre 12 g de poudre dans un litre d'eau distillée. Mélanger soigneusement jusqu'à complète dissolution. Répartir puis stériliser à l'autoclave à 115°C pendant 20 minutes.

- **Milieu de Chapman :** le milieu de Chapman mannité est un milieu sélectif pour la culture des staphylocoques.

➤ Formule (en grammes par litre d'eau distillée) :

Peptone bactériologique	10 g/l
Extrait de viande de bœuf	1 g/l
Chlorure de sodium	75 g/l
Mannitol	10 g/l
Rouge de phénol	0.025 g/l
Agar	15 g/l
Eau distillée	1000 ml

pH = 7.5, autoclavage à 120°C pendant 20 minutes.

➤ Préparation :

Verser 111g de poudre dans un litre d'eau distillée. Porter à ébullition jusqu'à dissolution complète. Stériliser à l'autoclave à 121°C pendant 15 minutes.

- **Milieu de Hektoen :**

➤ Formule (en grammes par litre d'eau distillée)

Protéase peptone	12 g/l
Extrait de levure	3.0 g/l
Saccharose	12.0 g/l
Lactose	2.0 g/l
Solicine	2.0 g/l
Chlorure de sodium	5.0 g/l
Thio sulfate de sodium	5 g/l
Citrate ferrique ammoniacal	5 g/l
Sels biliaires	9.0 g/l
Bleu de bromothynol	0.064 g/l
Fuchsine acide	0.04 g/l
Eau distillée	1000 ml

pH=7.7±0.1, bouillir pendant 1 minute.

Annexes

➤ Préparation :

Dissoudre 75 g/l, ne pas autoclave. Après refroidissement aux environs de 50°C, 15 mg/l Novobiocine peuvent être mélangés sous forme de solution aqueuse filtrée stérilement Couler en boîtes pH=7.7±0.1.

• Rotbe (bouillon glucose l'acide de sodium) : il y a deux types :

➤ Double concentration :

Tryptone	40 g
Glucose	10 g
Chlorure de sodium	10 g
Phosphate bi potassique	5,4 g
Acide de sodium	0,4 g
Eau distillée	1000ml

pH=6,8 autoclavage=15 mn à 121°C.

➤ Simple concentration :

Tryptone	20 g
Glucose	5 g
Chlorure de sodium	5g
Phosphate bi potassique	2,7 g
Acide de sodium	0,2 g
Eau distillée	1000ml

pH=6,8 autoclavage=15 mn à 121°C.

• Eva-Litsky :

Peptone	20g/l
Glucose	5g/l
Chlorure de sodium	5g/l
Phosphate bi potassique	2,7 g/l
Azosphate de sodium	0,3 g/l
Ethyle- vlote	5g/l
Eau distillée	1000ml

pH=7, autoclavage 20 minutes à 120°C.

Annexes

• TGEA (gélose numération : gélostryptone-glucose-Extrait de levure) :

Tryptone.....	5g
Glucose.....	1g
Extrait de levure.....	2,5g
Gélose.....	15g
Eau distillée.....	1000ml

pH=7, autoclavage 20 minutes à 120°C

• Viande foie (VF): préparer en deux étapes .

> Milieu de base :

Base viande foie.....	30g
Glucose.....	2g
Amidon.....	2g
Agar.....	1g
Eau distillée.....	1000 ml

> Au moment de l'emploi . Ajouter à 20 ml de base fondé

Sulfate de sodium a 5%.....	0,5 ml
Alun de fer commonacol.....	4 gouttes

• Milieu de MacConkey :

L'utilisation de ce milieu est recommandée pour isoler et énumérer les entérobactéries dans les eaux, le lait, les matières alimentaires, les urines. Il peut aussi être utilisé pour la recherche, dans les matières fécales, des salmonella, shigella et des E. coli entéropathogènes pour les nourrissons.

> Formule (en grammes par litre d'eau distillée)

Peptone bactériologique.....	20 g/l.
Sels biliaires.....	1,5 g/l.
Chlorure de sodium.....	5 g/l
Lactose.....	10g/l
Rouge neutre.....	0.03 g/l.
Cristal violet.....	0.001 g/l
Agar.....	15 g/l.

pH = 7.1 (environ).