

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

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

UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS
DEPARTEMENT D'ECOLOGIE ET GENIE DE L'ENVIRONNEMENT



Mémoire de Master

Domaine : Science de la nature et de la vie

Filière : Microbiologie-Ecologie

Spécialité : Microbiologie de l'environnement (Santé, eau et environnement)

Thème

ANALYSE BACTÉRIOLOGIQUE DE L'EAU DES PLAGES DU NORD-EST ALGÉRIEN : CAS D'ANNABA ET EL-TARF

Présente par : Bara Mouslim

Belhamra Zineb

Chettibi Farah

Devant le jury composé de :

Président : Mr Houhamdi Moussa

Professeur

Université de Guelma

Examineur : Mr Djekoun Mohamed

M. A. A

Université de Guelma

Encadreur: Mr Atoussi Sadek

M. A. A

Université de Guelma

Juin 2011

Remerciements

Au terme de notre travail on remercie dieu le puissant créateur qui nous a guidés vers l'achèvement de ce travail.

Nous tenons à présenter nos sincères remerciements ainsi que notre profonde gratitude à monsieur Houhamdi Moussa professeur en biologie et monsieur Djekoun Mohamed maître assistant A de l'université de Guelma qui nous ont fait l'honneur de bien vouloir accepter de juger ce modeste travail.

Nos sincères remerciements s'adressent à notre encadreur monsieur Atoussi Sadek maître assistant A à l'université de Guelma qui nous a dirigés tout au long de notre travail.

On remercie également 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 la réalisation de ce travail.

On termine par un grand remerciement à nos chers parents qui nous ont soutenus durant toutes notre formation.

Farah

Moussim

Zineb

Sommaire :

| | page |
|---|------|
| Introduction | 1 |
| Chapitre I : Généralités. | |
| 1. Généralités sur la méditerranée | 2 |
| 1.1. Présentation | 2 |
| 1.2. Climat | 2 |
| 1.3. Faune et flore | 3 |
| 2. Les descripteurs généraux en hydrologie marine | 3 |
| 2.1. Caractéristiques physicochimiques | 3 |
| 2.1.1. Température | 4 |
| 2.1.2. Salinité | 4 |
| 2.1.3. pH | 4 |
| 2.1.4. Oxygène dissous | 4 |
| 2.1.5. Azote ammoniacal | 5 |
| 2.1.6. Nitrite | 5 |
| 2.1.7. Nitrate | 5 |
| 2.1.8. Phosphore minérale dissous | 6 |
| 2.1.9. Silicium dissous | 6 |
| 2.2. La flore bactérienne marine | 6 |
| 2.2.1. Bactéries indicatrice de contamination | 7 |
| a. Les coliformes totaux | 7 |
| b. Coliformes fécaux | 7 |
| c. <i>E. coli</i> | 8 |
| d. Streptocoques fécaux | 8 |
| 2.2.2. Germes pathogènes | 8 |
| a. Salmonelles | 8 |
| b. Vibrion | 8 |
| 3. La pollution marine | 9 |
| 3.1. Types de pollution et impactes | 9 |
| 3.1.1. La pollution physique | 9 |
| 3.1.2. La pollution chimique | 9 |
| 3.1.3. La pollution biologique | 10 |

Chapitre II : Description du site

| | |
|-----------------------------------|----|
| 1. Description de la zone d'étude | 14 |
| 1.1. Localisation géographique | 15 |
| 1.2. Climatologie | 15 |

Chapitre III : Matériels et méthodes

| | |
|---|----|
| 1. Prélèvements et choix des stations | 20 |
| 1.1. Choix des stations | 20 |
| 1.2. Les prélèvements | 20 |
| 2. Mesure de la température et du pH | 23 |
| 3. Analyse bactériologique de l'eau de mer | 23 |
| 3.1. Analyse quantitative | 23 |
| 3.1.1. Dénombrement de la microflore mésophile totale | 23 |
| 3.1.2. Dénombrement des indicateurs de contamination fécale | 25 |
| a. dénombrement des coliformes totaux et coliformes thermotolérants | 25 |
| b. dénombrement des streptocoques fécaux | 26 |
| 3.1.3. Recherche et dénombrement des spores des anaérobies sulfite réducteurs (ASR) | 29 |
| 3.2. Recherches des germes pathogènes | 30 |
| 3.2.1. Recherche des salmonelles | 30 |
| a. Enrichissement | 30 |
| b. Isolement des | 30 |
| c. Identification | 30 |
| 3.2.2. Recherches du vibron cholérique | 32 |
| a. Enrichissement | 32 |
| b. Isolement | 32 |
| c. Identification | 32 |
| 3.2.3. Recherche des staphylocoques pathogènes | 34 |
| a. Isolement | 34 |
| b. Identification | 34 |
| ▪ Test catalase | 34 |
| ▪ Test staphylocoagulase | 34 |
| 3.2.4. Recherche des <i>Pseudomonas</i> | 36 |
| o Test oxydase | 36 |
| 4. Testes d'identifications complémentaires | 36 |
| ▪ Coloration de Gram | 36 |

| | |
|-------------|----|
| ▪ Api 20 E | 37 |
| ▪ Api Staph | 37 |
| ▪ Api 20 NE | 38 |

Chapitre IV : Résultats et discussion.

| | |
|--|----|
| 1. Evaluation de la température des sites de prélèvements | 39 |
| 2. Evaluation du pH des sites de prélèvements | 40 |
| 3. Evaluation de la flore mésophile totale | 40 |
| 4. Evaluation du nombre de coliformes totaux | 41 |
| 5. Evaluation du nombre des coliformes thermotolérants | 41 |
| 6. Evaluation du nombre des streptocoques fécaux | 42 |
| 7. Evaluation du nombre des spores des anaérobies sulfite réducteurs (ASR) | 43 |
| 8. Testes d'identifications complémentaires | 44 |
| 8.1. Sur milieu Chapman | 44 |
| 8.2. Sur milieu GNAB | 44 |
| 8.3. Sur milieu Hectoen | 46 |
| 8.4. Sur milieu King A King B | 47 |
| 8.5. Résultats du Profils biochimique des bactéries | 48 |
| Conclusion et perspectives | 53 |
| Références bibliographiques | |
| Annexe | |
| Résumé | |
| Abstrat | |
| ملخص | |

Produced with Scantopdf

Liste des abréviations

- ADH : arginine déshydrogénase.
- ASR : anaérobies sulfite réducteurs.
- BCPL : bouillon lactose au pourpre de bromocresole.
- Cat : catalase.
- °C : degré Celsius.
- CF : coliformes fécaux.
- CT : coliformes totaux.
- E : Enterobactériacées.
- Fig. : figure.
- Gel : gélatinase.
- Glu : glucose.
- GNAB : gélose nutritive alcaline biliée.
- 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.
- VF : viande foie.
- Vol. : volume.
- VP : voges proskawer.

Liste des tableaux :

| N° du Tab. | Titre du tableau | page |
|-------------------|---|-------------|
| 1 | Les principales bactéries responsables de gastroentérites. | 11 |
| 2 | Les virus pouvant causer des gastroentérites | 12 |
| 3 | Températures moyennes mensuelles (°C) de 1977 à 2009 (station « les Salines ») | 15 |
| 4 | Précipitations moyennes mensuelles (mm) à la station des Salines (1975-2009). | 16 |
| 5 | Précipitations annuelles dans la station des Salines et la station Pont Bouchet | 18 |
| 6 | Moyenne mensuelle de l'humidité relative à la station des Salines en % (1984-2005) | 19 |
| 7 | Moyenne mensuelle de la vitesse des vents en m/s à la station des Salines (1984-2005). | 19 |
| 8 | Résumé des fréquences de prélèvements. | 21 |
| 9 | Evaluation du nombre de la flore mésophile totale dans les sites de prélèvement. | 41 |
| 10 | Evaluation du nombre des spores des ASR dans les sites de prélèvement. | 44 |
| 11 | Différentes caractéristiques des colonies cultivées sur milieu Chapman. | 45 |
| 12 | Différentes caractéristiques des colonies cultivées sur milieu GNAB. | 46 |
| 13 | Différentes caractéristiques des colonies cultivées sur milieu Hectoén. | 47 |
| 14 | Différentes caractéristiques des colonies cultivées sur milieu King A King B. | 48 |
| 15 | Resultats du teste catalase et oxydase des colonies sur milieu King A King B | 49 |
| 16 | Liste des bacteries identifiées dans les différents milieux de cultures. | 50 |

Liste des figures :

| N° de Fig. | Titre de la figure | page |
|------------|---|------|
| 1 | Localisation géographique du golf d'Annaba (site officiel de la wilaya) | 15 |
| 2 | Evolution des températures moyennes à la station les salines (1977-2009) | 16 |
| 3 | Evolution des Précipitations moyennes mensuelles (mm) aux stations des Salines (1975-2009) | 17 |
| 4 | Localisation des sites de prélèvements | 20 |
| 5 | Plage Saint Cloud (prise le 12/04/2011 par Belhamra) | 22 |
| 6 | Port d'Annaba (prise le 03/05/2011 par Chetibi) | 22 |
| 7 | Plage H'naya (prise le 12/04/2011 par Belhamra) | 22 |
| 8 | Dénombrement des micro-organismes revivifiables à 22 et à 37°C dans les eaux: (Labres et al. 2008) | 24 |
| 9 | Recherche et dénombrement des coliformes totaux et les coliformes thermotolérants. | 27 |
| 10 | Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux. | 28 |
| 11 | Recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfite réducteurs (ASR). | 29 |
| 12 | Recherche et identification des salmonelles. | 31 |
| 13 | Recherche des <i>Vibrio</i> dans l'eau de mer. | 33 |
| 14 | Recherche et identification des Staphylocoques (<i>S.aureus</i>). | 35 |
| 15 | Evaluation de la température dans les sites de prélèvements. | 39 |
| 16 | Evaluation du pH dans les sites de prélèvements. | 40 |
| 17 | Evaluation du nombre de coliformes totaux dans les sites de prélèvements. | 42 |
| 18 | Evaluation du nombre de coliformes thermotolérants dans les sites de prélèvement. | 43 |
| 19 | Evaluation du nombre de streptocoques fécaux dans les sites de prélèvement. | 44 |
| 20 | Les colonies obtenues sur le milieu Hectoen | 49 |
| 21 | Les colonies obtenues sur le milieu Chapman | 49 |
| 22 | Bâtonnets Gram(-) | 50 |
| 23 | Cocci Gram(+) | 50 |
| 24 | Profile biochimique de <i>Mycobacterium phlei</i> | 51 |
| 25 | Profile biochimique de <i>salmonella arizonae</i> | 51 |

| | | |
|----|--|----|
| 26 | Profile biochimique de <i>Mycobacterium kansasii</i> | 51 |
| 27 | Profile biochimique de <i>Enterobacter aerogenes</i> | 51 |
| 28 | Profile biochimique de <i>Escherichia coli</i> | 52 |
| 29 | Profile biochimique de <i>Micrococcus ssp</i> | 52 |

Produced with ScanTOPDF

Introduction

Produced with ScanTOPDF

Au plan mondial, la question de l'approvisionnement en eau devient chaque jour plus préoccupante. Le constat unanimement partagé est simple : déjà précaire dans certaines régions du globe, la situation ne pourra qu'empirer dans les années à venir. Le formidable essor démographique que va en effet connaître notre planète dans les vingt-cinq prochaines années va nécessairement s'accompagner d'une explosion de la consommation en eau et d'une dégradation de sa qualité. Cela risque de mettre gravement en péril le ravitaillement en eau douce d'une grande partie de l'humanité et par voie de conséquence d'aggraver les conflits entre pays voisins ayant des ressources communes.

Les eaux de mers sont d'énormes réservoirs d'eau, étant donné qu'elles représentent plus de 70% de la superficie du globe. Elles devraient à court et à moyen terme fournir la plus grande partie de l'eau douce destinée à la consommation humaine grâce aux usines de dessalement.

Le bassin méditerranéen est l'une des régions du monde la plus densément et la plus anciennement peuplée, et la position stratégique qu'occupe cette mer a fait d'elle une zone de grand trafic maritime reliant les Cinq continents. Tous ces facteurs réunis ont induits de graves effets sur la faune et la flore de cet écosystème très diversifié : déversement des eaux usées des mégapoles qui la bordent, excédent d'éléments minéraux et de pesticides d'origine agricole et industriel charriés par les fleuves, et aussi une pollution par les hydrocarbures dues soit aux accidents de pétroliers, aux opérations de dégazage en pleine mer ou même d'origine tellurique. Ces pollutions peuvent avoir de graves effets sur la santé humaine surtout que ces dernières années les plages sont devenues un lieu de villégiature très prisé.

L'urgence de trouver des solutions pour la protection de la méditerranée et de la santé des gens qui fréquentent ces plages se fait sentir et pour y parvenir, il faut d'abord déterminer les sources de pollution et leurs effets sur ces écosystèmes.

A cet effet nous avons réalisé une étude sur la qualité bactériologique de deux plages et du port de la ville d'Annaba, et aussi l'évaluation de quelques paramètres physico-chimiques qui sont la température et le pH.

Notre travail est structuré en quatre chapitres interdépendants le premier consiste en une synthèse bibliographique avec des généralités sur la méditerranée et les différents types de pollution affectant cette dernière. Le deuxième est consacré à la description du site le troisième consacré aux méthodes utilisées. Le dernier représenté sous forme de graphes comporte les résultats obtenus et leur discussion.

Chapitre I :
Généralités

Produced by ScanTOPDF

1. Généralités sur la mer méditerranée

1.1. Présentation :

La Méditerranée est une mer située au carrefour de trois continents. Au nord, elle baigne le littoral méridional de l'Europe, au sud l'Afrique du Nord et à l'est l'Asie mineure. La péninsule italienne et la Sicile divisent la Méditerranée en bassin occidental et bassin oriental communiquant par le détroit de Sicile. La longueur du grand axe est-ouest est de 3.860 km; bien que la largeur moyenne ne dépasse pas 700 km, la largeur maximale est d'environ 1.800 km. La profondeur moyenne de la Méditerranée a été estimée à 1.502 m. La plus grande profondeur se trouve à la fosse Matapan, située dans le bassin oriental, à 4.632 m. Dans le bassin occidental, la profondeur maximale se situe au sud-ouest de l'île de Ponza (mer Tyrrhénienne), à 3.731 m. La superficie de la Méditerranée, à l'exclusion de la mer Noire, est de 2.556.000 kilomètres carrés. Par comparaison avec les autres mers/océans de la planète, l'Atlantique par exemple qui a une superficie de 85.620.000 kilomètres carrés, le bassin méditerranéen se situe parmi celles dont l'étendue est de dimensions modestes. En raison de la latitude à laquelle se trouve la Méditerranée, la température des eaux de surface varie grandement selon les saisons. Les variations de température et valeurs extrêmes sont plus marquées dans la partie nord du bassin, et elles le sont moins dans les parties est et sud. La différence de température dans le nord-ouest de l'Adriatique est importante; on peut relever une variation de 24° C entre les températures hivernales les plus faibles (+ 4° C) et les températures estivales les plus fortes (+ 28° C). En raison de la forte évaporation et de l'apport fluvial limité, la salinité moyenne est généralement beaucoup plus élevée que dans les océans. Autour de Gibraltar, la salinité est voisine de 36 pour mille; à mesure qu'on va vers l'est, la salinité moyenne augmente, atteignant un niveau de 39,5 dans le bassin oriental. Le degré élevé d'évaporation, non compensé par les apports fluviaux ou météorologiques, entraîne une balance des échanges positive avec la plupart des entrées d'eau de surface provenant de l'Atlantique. En ce qui concerne l'estimation totale des entrées (apports de l'Atlantique et de la mer Noire, apports fluviaux, précipitations) et des sorties (évaporation, issue des eaux de la Méditerranée dans l'Atlantique et la mer Noire). Ainsi l'équilibre hydrologique est avant tout entretenu par l'afflux de masses d'eau océaniques pénétrant par le détroit de Gibraltar (PNUE, 1995).

1.2. Climat :

Le littoral méditerranéen est dominé par un climat unique au monde. C'est une zone climatique tempérée propre au pourtour méditerranéen et à quelques régions méridionales et littorales de l'Afrique, de l'Amérique et de l'Australie. La chaleur et la sécheresse de l'été, l'irrégularité des précipitations de l'automne et la douceur de l'hiver sont caractéristiques des régions

de type méditerranéen. Le gel est assez rare, la nébulosité peu élevée et l'insolation importante. Les vents locaux, liés à la présence de couloirs et de reliefs montagneux, sont nombreux et assez violents. [9]

Les précipitations sont d'une grande irrégularité selon les années, des averses, nombreuses et violentes, provoquent parfois des crues subites des cours d'eau, pouvant entraîner des inondations dramatiques. Le climat méditerranéen s'étend sur une frange plus ou moins large, dans les régions entourant la Méditerranée. [9]

La Méditerranée bénéficie d'une faible amplitude de marée, subit une évaporation plus importante et enregistre de ce fait des taux de salinité plus élevés. La mer s'évapore très vite. [9]

1.3. Faune et flore :

La région qui entoure la mer méditerranéenne est caractérisée par une végétation principalement des oliviers, le chêne vert en plus on trouve le chêne liège, le pin parasol et le pin d'alpes.

Au sein même de la mer méditerranéenne on peut rencontrer une diversité biologique très importante, il existe un très grand nombre d'espèces animales et végétales qui colonisent et vivent dans la mer méditerranéenne mais la pollution a un effet négatif sur ces populations faunistiques et floristiques et plusieurs espèces sont menacées comme le cas du corail rouge, le mérrou (le poisson type de la méditerranée) , la tortue caouane, la loutre d'Europe, le rorquals commun et le phoque moine en plus des oiseaux marins comme le pélican frise et le pygargue a queue blanche...etc. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, la flore de la mer Méditerranéenne ne constitue pas, en elle même, une unité géographique et c'est également vrai pour la faune. Certes il existe un certain nombre d'organismes caractéristiques de la Méditerranée, mais, dans sa grande majorité, le fond biologique n'est qu'un mélange d'espèces de différentes origines. [9]

2. Les descripteurs généraux en hydrologie marine

2.1. Caractéristiques physicochimiques :

En tout premier lieu, il s'agit de la température et de la salinité qui sont les deux descripteurs de base des masses d'eaux. Ils sont de bons traceurs de mélange des eaux.

La qualité générale de l'eau est influencée par des processus chimiques et biologiques, et altérée ou non par des apports anthropiques. L'oxygène dissous et le pH permettent de caractériser très

globalement la qualité du milieu, surtout dans les milieux estuariens de faible salinité (Aminot et Kerouel, 2004).

2.1.1. Température :

La température joue aussi un rôle important dans les cycles biologiques qui ont des répercussions sur la productivité des écosystèmes. La principale application physico-chimique est la détermination de la valeur de saturation des gaz dissous et en particulier l'oxygène, et aussi un paramètre important pour la connaissance de masse d'eaux, elle permet l'étude de mélange des masses d'eaux (Aminot et Chaussepied, 1983).

2.1.2. Salinité :

La mesure de la salinité est importante dans l'étude du milieu marin. Par son influence sur la densité de l'eau de mer, elle permet de connaître la circulation océanique, d'identifier les masses d'eau d'origines différentes et de suivre leurs mélanges au large comme à la côte ou dans les estuaires. La grandeur « salinité » représente la proportion de sels minéraux dissous dans l'eau de mer. Dans les océans la salinité est voisine de 35‰. La Méditerranée présente des valeurs de salinité plus élevées allant de 38-39‰ (Aminot et Chaussepied, 1983).

2.1.3. Le pH :

Le pH (potentiel hydrogène) mesure la concentration en ions H^+ de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14, 7 étant le pH de neutralité.

Le pH de l'eau de mer voisin de 8.2 est principalement fixé par la présence des carbonates : CO_2 , HCO_3^- , CO_3^{2-} . La modification des concentrations en CO_2 (respiration, photosynthèse ou échange air-océan) ou en CO_3^{2-} (précipitation) entraîne donc une modification du pH.

En milieu côtier certains rejets industriels ou les apports d'eaux de ruissellement sont la cause de variation du pH qui s'avère être dans ce cas un indice de pollution (Aminot et Chaussepied, 1983).

2.1.4. L'Oxygène dissous :

L'eau absorbe autant d'oxygène que nécessaire pour que les pressions partielles d'oxygène dans le liquide et dans l'air soient en équilibre. L'Oxygène moléculaire dissous est un paramètre important du milieu qui gouverne la majorité des processus biologiques des écosystèmes aquatique.

La concentration en oxygène dissous est résultante des facteurs physico-chimiques et biologiques suivants:

- ✓ échange à l'interface air-océan.
- ✓ diffusion et mélange au sein de la masse d'eau.
- ✓ utilisation dans le phénomène de photo-oxydation.
- ✓ utilisation dans les réactions d'oxydation chimique.
- ✓ utilisation par les organismes aquatiques pour la respiration.
- ✓ production *in situ* pour la photosynthèse. (Aminot et Chaussepied, 1983).

2.1.5. L'azote ammoniacal:

Il est présent sous deux formes en solution, l'ammoniaque (NH_3) et l'ammonium (NH_4^+) dont les proportions dépendent du pH de la température et de la salinité. Dans les eaux marines et estuariennes l'ammonium est très prédominant. L'azote ammoniacal provient des excréations animales et de la décomposition bactérienne des composés organiques azotés; il est utilisé par le phytoplancton comme source d'azote et oxydé par les bactéries nitrifiantes (Aminot et Chaussepied, 1983).

2.1.6. Les nitrites:

Dans le cycle de l'azote, les nitrites sont considérés comme étant des ions intermédiaires entre les nitrates et l'azote ammoniacal, ce qui explique les faibles concentrations rencontrées en milieu aquatique qui sont de l'ordre de quelques micromoles par litre d'azote nitreux (Aminot et Chaussepied, 1983).

2.1.7. Les nitrates:

L'ion nitrate est la forme oxydée stable de l'azote en solution aqueuse, il entre dans le cycle de l'azote comme support principal de la croissance phytoplanctonique, il est ensuite régénéré à partir des formes organiques par les bactéries. Lorsque la vitesse de régénération devient inférieure à la vitesse d'utilisation, les ions nitrate sont un facteur limitant de la croissance des algues et leur concentration reste souvent inférieure aux limites de détections de l'analyse. Une telle situation est rencontrée en milieu océanique en surface ou sur les côtes pendant l'été. L'ion nitrate est issu de l'oxydation des nitrites par les bactéries appelées nitrobacters (Aminot et Chaussepied, 1983).

2.1.8. Phosphore minéral dissous:

Le phosphore est un élément nutritif dont la forme minérale majoritaire est l'orthophosphate, il est essentiel à la vie aquatique. Dans les écosystèmes aquatiques continentaux, on considère généralement le phosphore comme le principal facteur limitant de la production de la biomasse végétale. Normalement la teneur en ortho phosphate est assez faible en surface en milieu océanique et côtier non pollué de 0 à 1 $\mu\text{mol/l}$.

Dans les estuaires des concentrations très élevées peuvent être atteinte plusieurs dizaines de micromoles par litre selon salinité. Ces fortes concentrations sont un indice d'un enrichissement d'origine domestique et agricole (Aminot et Chaussepied, 1983).

2.1.9. Silicium dissous:

Le silicium est un élément nutritif car il entre dans la composition des squelettes de certaines espèces phytoplanctonique (diatomées, radiolaire...) aux quelles il est indispensable. La concentration des eaux océaniques de surface peut être très basse ($<1\text{mol/l}$).les concentrations s'élèvent progressivement lorsque l'on se rapproche des cote et en particulier dans les estuaires. Au pH habituel de l'eau de mer ($\approx 8,2$), le silicium dissous se trouve à 95% sous la forme d'acide orthosilicique Si(OH)_4 , 5% étant sous la forme ionisée SiO(OH)_3^- . (Aminot et Chaussepied, 1983).

2.2. La flore bactérienne marine:

Dans les écosystèmes aquatiques, les organismes les plus nombreux sont les microorganismes, les bactéries forment la composante majoritaire. Leur rôle est fondamental dans l'équilibre écologique des milieux aquatiques, principalement par la régulation des cycles biogéochimique et énergétique (Bianchi et *al.*, 1989).

Les bactéries marines diffèrent physiologiquement de celles qui ont des habitats non marins ; elles sont très adaptées aux conditions très spéciales offertes par le milieu marin : salinité, pH, oxygénation réduite, basses températures et des pressions souvent considérables (Morita et Colwell, 1974).

Les bactéries rencontrées dans l'eau de mer sont de trois types: les bactéries typiquement aquatiques, les bactéries telluriques et des bactéries de contamination (Rodier et Bazin, 1996).

- Les bactéries typiquement aquatiques: appartiennent le plus souvent aux genres *Vibrio*, *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Chromobacterium*, *Corynebacterium*, *Spirillum*, *Crenothrix*, *Sphaerotilus*, *Galionella*, etc.
- Les bactéries telluriques: rencontrées dans l'eau sont des bactéries sporulées (*Bacillus*, *Clostridium*) ou appartenant au genre *Streptomyces*.
- Les bactéries de contamination: La charge bactérienne des eaux usées domestiques, qui représentent la principale source de micro-organismes pathogènes pour l'homme en milieu marin, est très élevée, soit 10^9 à 10^{10} germes/litre (Gauthier et Pietri, 1989).

Les espèces considérées comme pathogènes à transmission hydrique sont réparties au sein de quatre genres : *Salmonella* (bacilles de la typhoïde, des paratyphoïdes A et B et de diverses gastro-entérites), *Shigella* (bacilles dysentérique), *Escherichia* (essentiellement *E.coli* ou colibacille) parmi les *Entérobactéries*, et *Vibrio* (vibrion du cholera) parmi les *Vibrionacées* (Brisou et Denis, 1978 ; Gauthier et Pietri, 1989 ; Eberlin, 1997).

Une contamination bactérienne industrielle peut être directe, liée au rejet des bactéries lactiques (industrie de fermentation alimentaire) ou indirecte : flore associées aux rejets sucrés, amylacés (industrie alimentaire), protéiques (abattoirs), divers (papeterie, tannerie, etc.).

2.2.1. Bactéries indicatrices de contamination:

a. Les coliformes totaux:

Les coliformes totaux sont utilisés depuis très longtemps comme indicateurs de la qualité microbienne de l'eau parce qu'ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale. Les coliformes totaux sont définis comme étant des bactéries en forme de bâtonnet, aérobies ou anaérobies facultatives, possédant l'enzyme -galactosidase permettant l'hydrolyse du lactose à 35°C (Archibald, 2000; Edberg et al, 2000). 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*.

b. Coliformes fécaux:

Les coliformes fécaux, ou coliformes thermo tolérants, sont un sous-groupe des coliformes totaux capables de fermenter le lactose à une température de $44,5^{\circ}\text{C}$. L'espèce la plus fréquemment associée à ce groupe bactérien est *Escherichia coli* et, dans une moindre mesure, certaines espèces

des genres *Citrobacter*, *Enterobacter* et *Klebsiella* (Elmund, 1999; Edberg et al, 2000).

c. *Escherichia coli*:

E. coli fait partie du groupe des coliformes totaux et constitue le seul membre de ce groupe que l'on trouve exclusivement dans les matières fécales des humains et des animaux. Sa présence dans l'eau indique non seulement une contamination récente par des matières fécales, mais aussi la présence possible de bactéries, virus et protozoaires pathogènes. [4] [5] [6]

d. 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. avium*, *S. faecalis* et *S. faecium*. (Marchal et al, 1987)

2.2.2. Les germes pathogènes:

a. *Salmonella*:

Sont des parasites de l'homme, des mammifères (rongeurs), des volailles et des animaux à sang froid (reptiles). Elles appartiennent à la famille des *Enterobactériacées* et sont des bâtonnets mobiles, Gram (-), aérobies et facultativement anaérobies. Elles fermentent le glucose, le maltose et le mannitol, avec production de gaz, mais elles ne fermentent pas le saccharose. Elles réduisent le sulfite en sulfure et decarboxylent la lysine. Dans le milieu marin, les exutoires d'eaux usées constituent la principale source de pollution par les salmonelles. [1]

b. *Vibrio*:

Sont des bacilles Gram négatif, mobile (ciliature polaire ou mixte) ou immobiles; ils sont aéro-anaérobie facultatifs, croissent sur milieux ordinaires, réduisent les nitrates en nitrites et dégradent les glucides par métabolisme fermentatif. Les *Vibrio* survivent dans les eaux polluées ainsi que sur les objets contaminés. (Le Minor et Veron, 1989)

3. La pollution marine

La frange côtière, à l'interface terre mer, est un lieu d'activités humaines...mais aussi un lieu de concentration des pollutions...L'Organisation des Nations Unies définit comme suit la pollution marine: « c'est l'introduction par l'homme dans le milieu marin ou dulçaquicole, directement ou indirectement, de substances ou d'énergies, ce qui entraîne des effets délétères tels que: dommage aux ressources biologiques, danger pour la santé humaine, entrave aux activités y compris la pêche; diminution de la qualité de l'eau du point de vue de son utilisation et réduction des possibilités offertes dans le domaine des loisirs. (Ait Kaci, Hamdi, 2008).

3.1. Les types de pollution et leurs impacts :

3.1.1. La pollution physique :

C'est l'altération de la transparence de l'eau par la présence de matières 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. Les conséquences directe de ce rejet est l'élévation de la température des eaux ce qui modifie le taux d'oxygène, augmente l'activité cellulaire et la respiration de la biocénose, diminue la diversité du phytoplancton et peut provoquer la prolifération d'espèces Thermopyles. [8]

3.1.2. La pollution chimique :

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

Les engrais agricoles, les pesticides, les composés organochlorés utilisés en agriculture, lessivés par les pluies, une partie est entraînée en profondeur vers les nappes et une autre vers les eaux littorales via les cours d'eau. Les pesticides, de maillon en maillon se concentre en fin de chaîne alimentaire. Le cas du DDT, qui n'est plus utilisé aujourd'hui, est pour le moins probant: les tissus des moules peuvent le concentrer jusqu'à 70 000 fois plus que sa teneur dans l'eau de mer ambiante! Une menace pour les écosystèmes littoraux mais aussi... pour l'homme.

Parmi les contaminants chimiques les plus connus et considérés comme éléments toxiques ; les métaux lourds(le cadmium, mercure, le plomb, arsenic...) ces éléments sont dits bio-accumulables

peuvent à travers la chaîne alimentaire depuis le plancton atteindre l'homme et provoquent des altérations graves de certains organes. [8]

1.2.1. L'impacte de la pollution chimique :

▪ L'eutrophisation :

L'eutrophisation des eaux naturelles est l'une des conséquences de l'interaction croissante entre l'homme et son environnement. C'est le processus d'enrichissement des eaux par des éléments nutritifs des végétaux, en premier lieu l'azote et le phosphore, qui stimule la production primaire aquatique. Ses manifestations les plus graves en sont les proliférations d'algues (eaux rouges), l'écume algale, l'augmentation de la croissance des algues benthiques et, par moments, une croissance massive de macrophytes immergés et flottants.

L'eutrophisation peut atteindre le milieu marin comme les milieux continentaux : Les eaux dormantes, telles que les lacs et les étangs, les cours d'eau ayant un débit faible ou qui accueillent des rejets trop importants, par exemple, de grosses exploitations agricoles, humaines ou industrielles. Les golfes, baies et autres étendues semi-fermées. (Bernard, 2001).

L'eutrophisation et ses effets secondaires occasionnent une décoloration des eaux, une diminution de la transparence, une altération esthétique et pour les baigneurs un gêne qui nuit aux activités récréatives. Les agglomérations de macrophytes denses et de macroalgues obstruent les canaux, les lagunes et les estuaires, compromettant la pêche et la navigation et réduisant l'écoulement et la contenance des réservoirs d'eau douce, etc. Avec le vieillissement, le matériel organique en décomposition consomme et, dans des cas graves, épuise la réserve d'oxygène de l'eau, entraînant toute une série de problèmes secondaires comme la mortalité du poisson, la formation de substances corrosives et autres indésirables telles que CO_2 , CH_4 , H_2S , NH_3 , des substances organoleptiques (aux propriétés sapides et odorantes), des acides organiques, des toxines, etc. Le contact de matériel algal visqueux et un pH élevé peuvent provoquer une dermatite et une conjonctivite, et l'ingestion d'algues peut provoquer de la diarrhée chez des sujets sensibles. Le développement d'algues excréant des toxines dans le milieu marin, quand celles-ci s'accumulent dans le poisson, et notamment les mollusques/crustacés, constituent une menace pour la santé de l'homme (PNUE, 1995).

3.1.3. La pollution biologique :

Elle peut être microbiologique et elle se rapporte à la pollution des eaux littorales par les bactéries et virus pathogènes, les parasites, qui proviennent du continent et qui se sont trouvées rejetés par les émissaires et égouts. Les mollusques bivalves, qui sont des animaux filtreurs,

concentrent les microbes et virus. C'est pourquoi leur consommation parfois peut provoquer un risque quand ils proviennent de zones polluées.

La pollution planctonique due à la prolifération de certaines algues microscopiques émettant des toxines telles les espèces du genre *Dinophysis* ou *Alexandrium*. Les mécanismes de ces explosions phytoplanctoniques sont encore mal cernés mais la présence en surabondance de nutriments azotés ou phosphatés influence certainement le phénomène. [8]

▪ **L'impacte de la pollution biologique :**

• **Les gastro-entérites :**

Une gastro-entérite est une infection inflammatoire du système digestif pouvant entraîner de la nausée, des vomissements, des crampes abdominales, des flatulences et de la diarrhée, ainsi que de la déshydratation, de la fièvre et de la céphalée (mal de tête). Elles peuvent être d'origine bactériennes, virales, ou dus à des parasites internes, protozoaires ou amibes pathogènes.

Les gastroentérites sont causées généralement par l'ingestion accidentelle d'eau contaminée par des matières fécales, ou bien par la consommation de poisson ou de fruits de mer contaminé.

Tab. 1 : les principales bactéries responsables de gastroentérites. (Rejsek, 2002).

| bactéries | Maladies induites | Indication de la recherche |
|--|--|--------------------------------------|
| <i>Aeromonas</i> | Gastro-entérite syndrome cholériforme. | |
| <i>Clostridium perfringens</i> | Gastro-entérite. | Contamination fécale peu spécifique. |
| <i>Enterococcus</i> | | Contamination fécale. |
| <i>Escherichia coli</i> entérotoxiques et entéroinvasifs | Gastro-entérite et autres maladies. | Contamination fécale. |
| <i>Campylobacter jejuni</i> ou <i>coli</i> | Gastro-entérite. | |
| <i>Salmonella typhi</i> et <i>paratyphi</i> A | Fièvres typhoïde et paratyphoïdes. | |
| <i>Salmonella</i> | Gastro-entérite. | |
| <i>Shigella dysenteriae</i> | Dysenterie bacillaire. | |
| <i>Shigella</i> | Gastro-entérite. | |
| <i>Vibrio</i> | Cholera, gastro-entérite, infection cutanée. | |
| <i>Yersinia enterocolitica</i> | Gastro-entérite. | |

Tab. 2 : les virus pouvant causer des gastroentérites (Rejsek, 2002).

| Famille | Genre | Espèce | Maladies provoquées | Contamination |
|---------------|-----------------|---------------------|---|----------------------|
| Reoviridae | Rotavirus | Rotavirus humains | Gastro-entérite | ingestion |
| Caliciviridae | Calicivirs | Calicivirs humains | Gastro-entérite | ingestion |
| | | Virus de Norwalk | Gastro-entérite | |
| | | Astrovirus | Gastro-entérite | ingestion |
| Adenoviridae | Mastadéno-virus | Adénovirus | Gastro-entérite, pharyngite, conjonctive. | Ingestion et contact |
| Coronaviridae | coronavirus | Coronavirus humains | Entérocolite | ingestion |
| | | Coronavirus like | Gastro-entérite | ingestion |

- **Les dermatoses :**

Sont les infections de la peau, différents microorganismes sont en cause. Les infections cutanées bactériennes sont souvent contagieuses et de gravité variable. Deux germes sont le plus souvent responsables : les streptocoques et les staphylocoques.

Les mycoses cutanées également appelées dermatophytes/dermatomycoses sont dus à des champignons cosmopolites. Trois genres sont impliqués dans ces mycoses : Epidermophyton, Microsporium, Trichophyton. (Debabza, 1995)

- **L'otite externe :**

Le terme otite désigne l'inflammation de l'oreille. L'otite externe est une infection du canal auditif externe de l'oreille par une bactérie staphylocoque (staphylocoque doré) ; *Pseudomonas aerogenosa* elle cause une forme d'otite externe maligne qui s'accompagne d'une inflammation du tissu osseux surtout pour les diabétiques et les immunodéprimés. [2]

- **La conjonctivite :**

Le terme de conjonctivite définit dans le langage commun une inflammation de l'œil. D'un point de vue médical, la conjonctivite définit l'inflammation d'une membrane présente sous les paupières et sur la cornée, le dessous de la paupière apparaît rouge et inflammatoire.

La conjonctivite a plusieurs causes. C'est habituellement une infection due à un virus ou à une bactérie. La plupart des infections virales produisent une conjonctivite bénigne. Elles affectent d'abord un œil, puis se communiquent à l'autre dans les jours suivants ; des adénovirus sont en cause. Les patients atteints de conjonctivite bactérienne présentent une inflammation sous les

paupières qui sont gonflées et collées au réveil. L'infection peut s'accompagner d'une légère gêne à la lumière Il peut y avoir une sensation de sable ou de corps étranger dans l'œil .Les bactéries le plus fréquemment observées dans les conjonctivites banales sont les *Staphylococcus aureus*, *Haemophilus influenzae*, *Streptococcus pneumoniae* et *Pseudomonas aeruginosa*. *Neisseria gonorrhoeae* et *Corynebacterium diphtheroides*, qui peuvent causées des conjonctivites bactériennes plus dangereuse dont les symptômes sont beaucoup plus intenses. [3]

1. Description de la zone d'étude

1.1. Localisation géographique :

Le golfe d'Annaba est situé à l'extrême Est de l'Algérie, il est limité à l'Est par le Cap Rosa ($36^{\circ} 58'N$ et $8^{\circ} 15'E$) et à l'ouest par le Cap de Garde ($36^{\circ} 58'N$ et $7^{\circ} 47'E$) ; la distance séparant les deux caps est d'environ (40 km), la profondeur maximale des eaux est égale à 65 mètres. Le golfe reçoit les eaux douces par le biais de deux oueds: le Mafrag à l'Est et la Seybouse Sud-est, dont le débit est très irrégulier suivant les saisons. Ces oueds apportent des matières minérales et organiques de différentes origines terrigènes, agricoles, domestiques et industrielles. De plus la zone reçoit d'autres rejets des effluents urbains et industriels de plusieurs usines installées sur la cote, en particulier les produits phytosanitaires de FERTIAL. Le golfe de Annaba est caractérisé par un plateau continental très étroit, c'est ainsi que la plate forme continentale avance jusqu'à 10 milles seulement au large. Ce plateau continental est non seulement étroit mais il est accidenté, surtout au voisinage des deux caps. Il est restreint au Nord du Cap de Garde, puis s'élargit dans le golfe et se rétrécit légèrement à l'Est (Vaissière et Fredj, 1963). Du point de vue sédimentologique, le fond marin débute généralement par du sable fin dans le secteur Ouest puis ce sable se mélange avec de la vase fine dans le secteur Est. Les courants dans le golfe d'Annaba présentent, à l'ouverture du golfe, après le Cap de Garde, une circulation orientée d'Ouest en Est avec des vitesses fluctuantes selon les saisons pouvant atteindre de 0.5 à 1 m/s. Ce courant décolle de la face Sud Est du Cap de Garde en direction de l'embouchure de l'Oued Mafrag. (Belabed, 2010)

Selon le site officiel de la wilayat d'Annaba la ville comptait 865 946 habitants en 2010.avec une densité de 45,28 habts/Km². Au pied du massif de l'Edough, Annaba est baignée par la mer méditerranée sur 80 km. Elle offre un cadre agréable pour le tourisme balnéaire climatique et d'affaires Le foncier touristique dispose de 03 zones d'expansion touristique (corniche d'Annaba, Oued - Bagrat de Séraïdi, baie ouest de Chétaïbi) totalisant une superficie de 2.059 ha, ainsi que 37 ha potentiellement exploitables localisés à Sidi Salem (El Bouni).



Fig.1 : Localisation géographique du golf d'Annaba (site officiel wilaya d'Annaba).

1.2. Climatologie:

Comptant parmi les régions les plus arrosées de l'Algérie située en bordure de la mer Méditerranée, elle est donc soumise à un climat méditerranéen caractérisé par un hiver doux et humide et un été chaud et sec et dont le régime dépend principalement de deux paramètres : les précipitations et la température (Hamzaoui, 2007 ; Belabed, 2010).

1.2.1. 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 est ainsi que le déficit d'écoulement annuel 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. La station météorologique de l'aéroport « les Salines » est la seule à enregistrer les températures ; les valeurs moyennes sont présentés dans le tableau 3.

Tab. 3 : Températures moyennes mensuelles (°C) de 1977à 2009 (la station des Salines)

| mois | Jan | Fév. | Mar | Avr | mai | juin | juil | Aout | sep | Oct. | Nov. | Déc. |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Moye | 11.18 | 11.20 | 12.54 | 15.18 | 18.94 | 22.21 | 25.33 | 25.76 | 23.11 | 19.52 | 15.11 | 12.57 |

Il ressort du tableau (Tab.3) 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 essentiellement pendant la période d'été de 22 à 25,76; les moyennes mensuelles des températures les plus basses sont observées pendant la période d'hiver, avec un minimum pendant le mois de janvier 11,18. L'évolution de ces températures au cours de l'année donne une courbe en cloche. (Fig. 2)

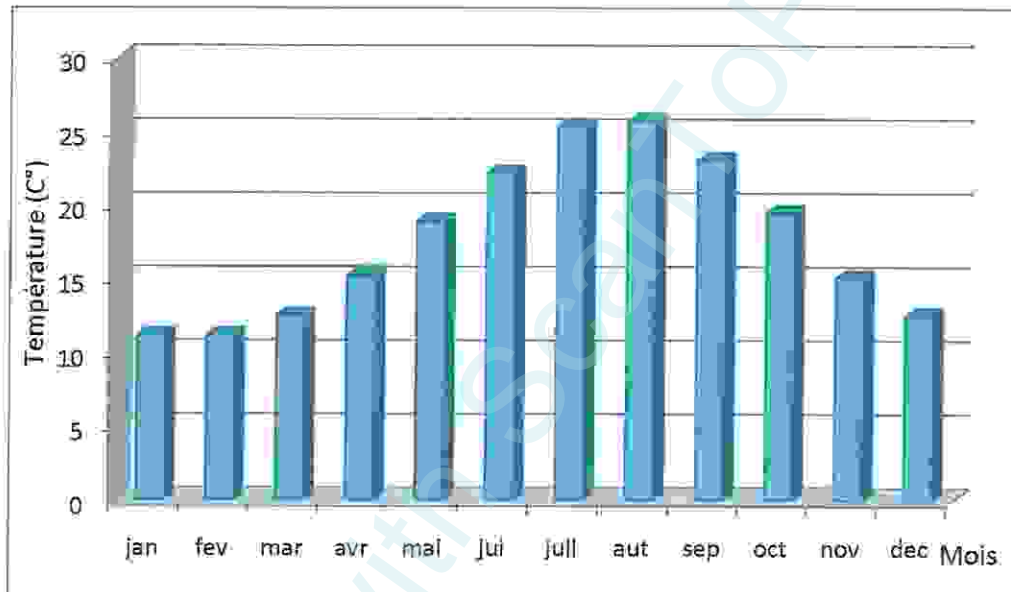


Fig. 2 : Evolution des températures moyennes à la station les salines (1977-2009)

1.2.2. Les précipitations:

Constituant un facteur essentiel qui caractérise le climat d'une région, les précipitations jouent un rôle prépondérant dans le comportement hydraulique des cours d'eau et dans l'alimentation éventuelle des nappes souterraines.

- **Précipitations moyennes mensuelles:**

Les moyennes mensuelles des précipitations pour la station les salines (1975-2009) présentés dans le tableau suivant (Tab. 4)

Tab. 4 : Précipitations moyennes mensuelles (mm) à la station des Salines (1975-2009).

| mois | Jan. | fév. | Mar. | Avri. | Mai | Juin. | juil. | Aout | Sep. | oct. | nov. | déc. |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|--------|
| P _{mm} | 93.96 | 64.08 | 96.14 | 59.62 | 43.29 | 34.39 | 3.37 | 6.85 | 53.05 | 68.46 | 79.54 | 104.75 |

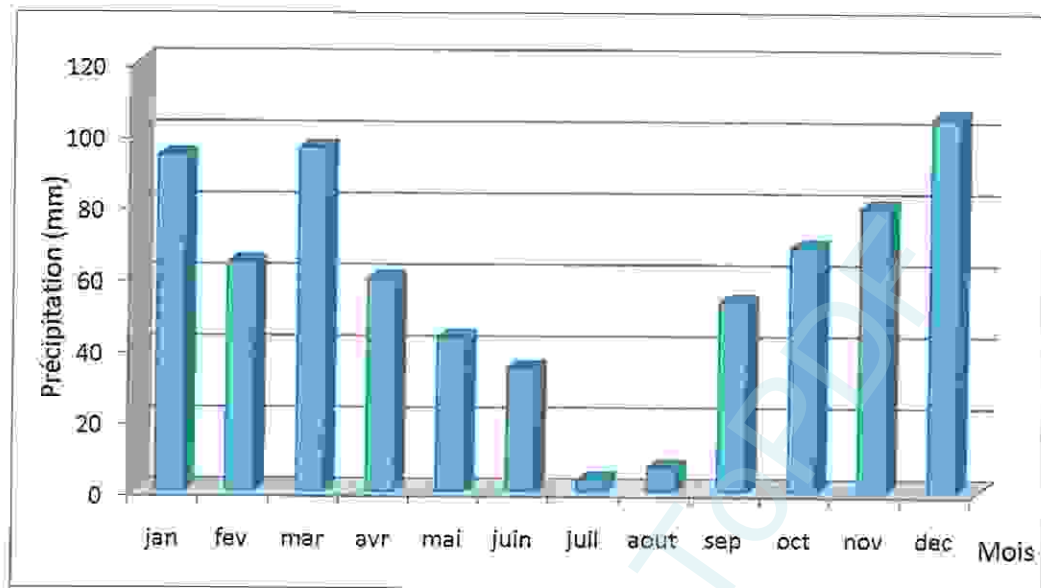


Fig. 3 : Évolution des Précipitations moyennes mensuelles (mm) aux stations des Salines (1975-2009)

Les valeurs moyennes mensuelles des précipitations représentées par l'histogramme montrent que les précipitations varient d'un mois à l'autre. Cette variation traduit une forte irrégularité entre les différents mois de l'année hydrologique. A ce titre le mois de Décembre reste le plus pluvieux de l'année, en revanche le mois de juillet est le moins pluvieux.

- **Précipitations moyennes annuelles**

Les valeurs des précipitations annuelles moyennes permettent de caractériser la pluviosité de chaque année. (Tab. 5)

L'année la plus pluvieuse est 2004/2005. Les moyennes des précipitations enregistrées sont respectivement de 987.7mm à la station les Salines, et de 940.3mm à la station Pont Bouchet. En revanche, l'année la plus sèche est 1996/1997 avec 422.8mm, pour les Salines, et 1987/1988 avec 372.4mm pour la station Pont Bouchet.

Tab. 5 : Précipitations annuelles dans la station des Salines et la station Pont Bouchet

| Année | Les Salines | Année | Pont Bouchet |
|-----------|-------------|-----------|--------------|
| 1972/1973 | 709.2 | 1977/1978 | 457.5 |
| 1973/1974 | 455 | 1978/1979 | 505.23 |
| 1974/1975 | 459.6 | 1979/1980 | 520.3 |
| 1975/1976 | 496 | 1980/1981 | 468.9 |
| 1976/1977 | 759 | 1981/1982 | 665.4 |
| 1977/1978 | 544 | 1982/1983 | 858.3 |
| 1978/1979 | 679 | 1983/1984 | 843.4 |
| 1979/1980 | 609.2 | 1984/1985 | 659.33 |
| 1980/1981 | 633 | 1985/1986 | 604.7 |
| 1981/1982 | 760.4 | 1986/1987 | 677.6 |
| 1982/1983 | 678.1 | 1987/1988 | 372.4 |
| 1983/1984 | 945.1 | 1988/1989 | 487.8 |
| 1984/1985 | 1311.4 | 1989/1990 | 489.5 |
| 1985/1986 | 534.2 | 1990/1991 | 672.4 |
| 1986/1987 | 921.7 | 1991/1992 | 655.1 |
| 1987/1988 | 409.5 | 1992/1993 | 665.4 |
| 1988/1989 | 553.8 | 1993/1994 | 488.6 |
| 1989/1990 | 534.2 | 1994/1995 | 531.8 |
| 1990/1991 | 616.3 | 1995/1996 | 727.5 |
| 1991/1992 | 668.1 | 1996/1997 | 382.7 |
| 1992/1993 | 674.8 | 1997/1998 | 775.1 |
| 1993/1994 | 497.7 | 1998/1999 | 700.4 |
| 1994/1995 | 559.6 | 1999/2000 | 470.5 |
| 1995/1996 | 805.7 | 2000/2001 | 518.9 |
| 1996/1997 | 422.7 | 2001/2002 | 408.5 |
| 1997/1998 | 926.8 | 2002/2003 | 937.2 |
| 1998/1999 | 847.4 | 2003/2004 | 648.1 |
| 1999/2000 | 558.5 | 2004/2005 | 940.3 |
| 2000/2001 | 543.9 | moyenne | 611.88 |
| 2001/2002 | 471 | | |
| 2002/2003 | 854.3 | | |
| 2003/2004 | 704.4 | | |
| 2004/2005 | 987.7 | | |
| Moyenne | 670.73 | | |

1.2.3. L'humidité :

L'humidité relative de l'air correspond au rapport de la tension de vapeur réelle observée à la tension de vapeur saturante à la même température. Les moyennes mensuelles de l'humidité relative varient de 70.64% en été (juillet) à 79.26% en hiver (janvier) avec une moyenne annuelle étant de 74.69% (Hamzaoui, 2007) (Tab.6).

Tab. 6 : Moyenne mensuelle de l'humidité relative à la station des Salines en % (1984-2005)

| mois | Jan. | fév. | Mar. | Avril. | Mai. | Juin. | juil. | Aout | Sep. | oct. | nov. | déc. |
|---------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Moyenne | 72.38 | 74.99 | 75.84 | 77.57 | 79.26 | 76.54 | 74.89 | 74.16 | 75.23 | 73.38 | 70.64 | 71.43 |

1.2.4. Les 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 (Tab7).

Tab. 7: Moyenne mensuelle de la vitesse des vents en m/s à la station des Salines (1984-2005).

| mois | Jan. | fév. | Mar. | Avril. | Mai. | Juin. | juil. | Aout | Sep. | oct. | nov. | déc. |
|---------|------|------|------|--------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|
| Moyenne | 3.79 | 3.9 | 3.8 | 3.89 | 3.65 | 3.75 | 4 | 3.78 | 3.64 | 3.28 | 3.63 | 3.94 |

Chapitre III :
Matériel et Méthodes

Produced with ScanTOPDF

1. Prélèvements et choix des stations :

1.1. Choix des stations :

Trois stations ont été choisies en fonction du type et du degré de pollution :

- Station (1) plage Saint Cloud ($36^{\circ}55'03.19''\text{N}$ $7^{\circ}46'32.21''\text{E}$) : elle est en pleine zone urbaine ; elle reçoit plusieurs effluents qui charrient des « rejets domestiques ».
- Station (2) port d'Annaba ($36^{\circ}52'57.15''\text{N}$ $7^{\circ}46'05.43''\text{E}$) : différentes sources de pollution sont enregistrés (centrale électrique, bateaux de marchandises et de voyageurs, déchets de minerai de fer de l'entreprise "FERPHOS" et rejets d'égouts...).
- Station (3) plage H'naya ($36^{\circ}52'57.15''\text{N}$ $7^{\circ}46'05.43''\text{E}$) : c'est une plage située loin des zones urbaines et ne reçoit aucun rejet fluviale, urbain ou industriel. Elle est fortement fréquentée en période estivale. Il est toute fois bon de noter la présence de chantier de construction pendant la période de prise des prélèvements. (Marchand, 2000)

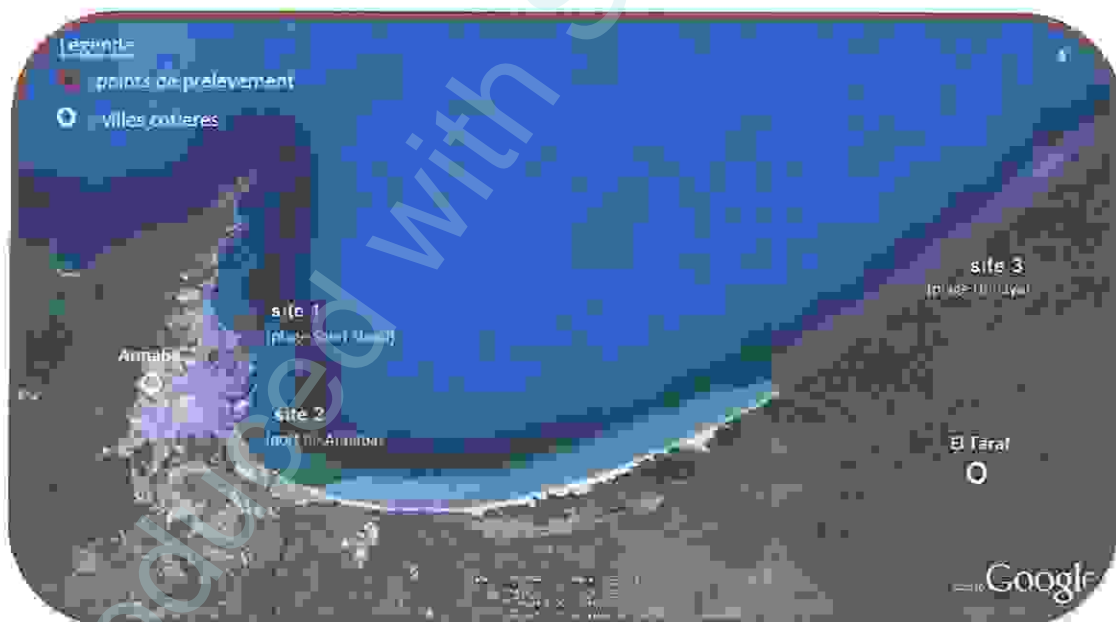


Fig. 4 : Localisation des sites de prélèvements.

1.2. Les prélèvements :

Les prélèvements sont étalés sur une période de deux moi (avril, mai) ; le rythme d'échantillonnage était d'un prélèvement par mois. (Tab. 8)

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

L'échantillon destiné à l'analyse bactériologique doit être prélevé dans des conditions d'asepsie rigoureuse et doit être le plus représentatif possible du milieu d'où il provient (Guiraud, 1998).

Les échantillons sont prélevés à l'aide de flacons en verre pyrex munis de bouchons à vis, stériles (Derviche *et al*, 2008). Le flacon débouché et immergé complètement à une profondeur de 30 cm en position verticale renversée en le tenant par le fond : il est alors retourné jusqu'à ce que l'ouverture soit légèrement plus haute que le fond et dirigée dans le sens contraire du courant. Après le prélèvement, les flacons doivent être soigneusement rebouchés (Guiraud, 1998). Il est essentiel que les échantillons soient clairement étiquetés immédiatement avant les prélèvements et que les étiquettes soient lisibles et indétachables (Lightfoot, 2002).

Les échantillons sont transportés dans une caisse iso-thermique (4-6 °C) jusqu'à leur arrivée au laboratoire (Haddad, 2004). La teneur des échantillons en coliformes se modifie entre le moment du prélèvement et celui d'examen. Il est important donc de procéder à l'analyse le plus rapidement possible, de préférence dans l'heure suivante et en aucun cas après 24 heures (Coulibaly, 2005).

Tab. 8 : Résumé des fréquences de prélèvements.

| | Date de prélèvement | | Heure de prélèvement. |
|--------|---------------------|-------------|-----------------------|
| Site 1 | Prélèvement 1 | 12-04-2011. | 9 :00 h |
| | Prélèvement 2 | 03-05-2011. | 12:20 h |
| Site 2 | Prélèvement 1 | 12-04-2011. | 09 :45 h |
| | Prélèvement 2 | 03-05-2011. | 11:55 h |
| Site 3 | Prélèvement 1 | 12-042011. | 10 :35h |
| | Prélèvement 2 | 03-05-2011 | 10 :00 h |



Fig. 5 : Plage Saint Cloud (prise le 12/04/2011 par Belhamra).



Fig. 6 : Port d'Annaba (prise le 03/05/2011 par Chettibi).



Fig. 7 : Plage H'naya (prise le 12/04/2011 par Belhamra).

2. Mesure de la température et du pH :

L'eau à analyser est amené aux électrodes d'un multi paramètre de marque (HANNA H/9812-5) qui mesure à la fois la température et le pH. La lecture est faite après stabilisation de la valeur.

3. Analyse bactériologique de l'eau de mer :

Actuellement, le contrôle bactériologique de l'eau est basé sur la technique de filtration sur membrane. Cependant cette technique n'a pas été utilisée dans le présent travail et ceci suite au manque de moyens. Le travail est limité à la recherche sélective de certaines bactéries au détriment d'autres selon la disponibilité des milieux de cultures et des réactifs.

3.1. Analyse quantitative :

3.1.1. Dénombrement de la microflore aérobie mésophile totale (germes totaux) :

• Mode Opératoire

A partir de l'eau à analyser (SM), porter aseptiquement 1 ml en double dans deux boîtes de Pétri vides, numérotées et préparées à cet usage comme l'indique le schéma (Fig. 8). Compléter ensuite avec environ 19 ml de gélose TGEA fondue puis refroidie à $45 \pm 2^\circ\text{C}$.

- 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.
- 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 (Lebres *et al*, 2006).

• Lecture

Les colonies de microorganismes revivifiables apparaissent en masse sous formes lenticulaires et bien distinctes. Retenir les boîtes contenant moins de 300 colonies. Il faut qu'une boîte renferme au moins 15 colonies.

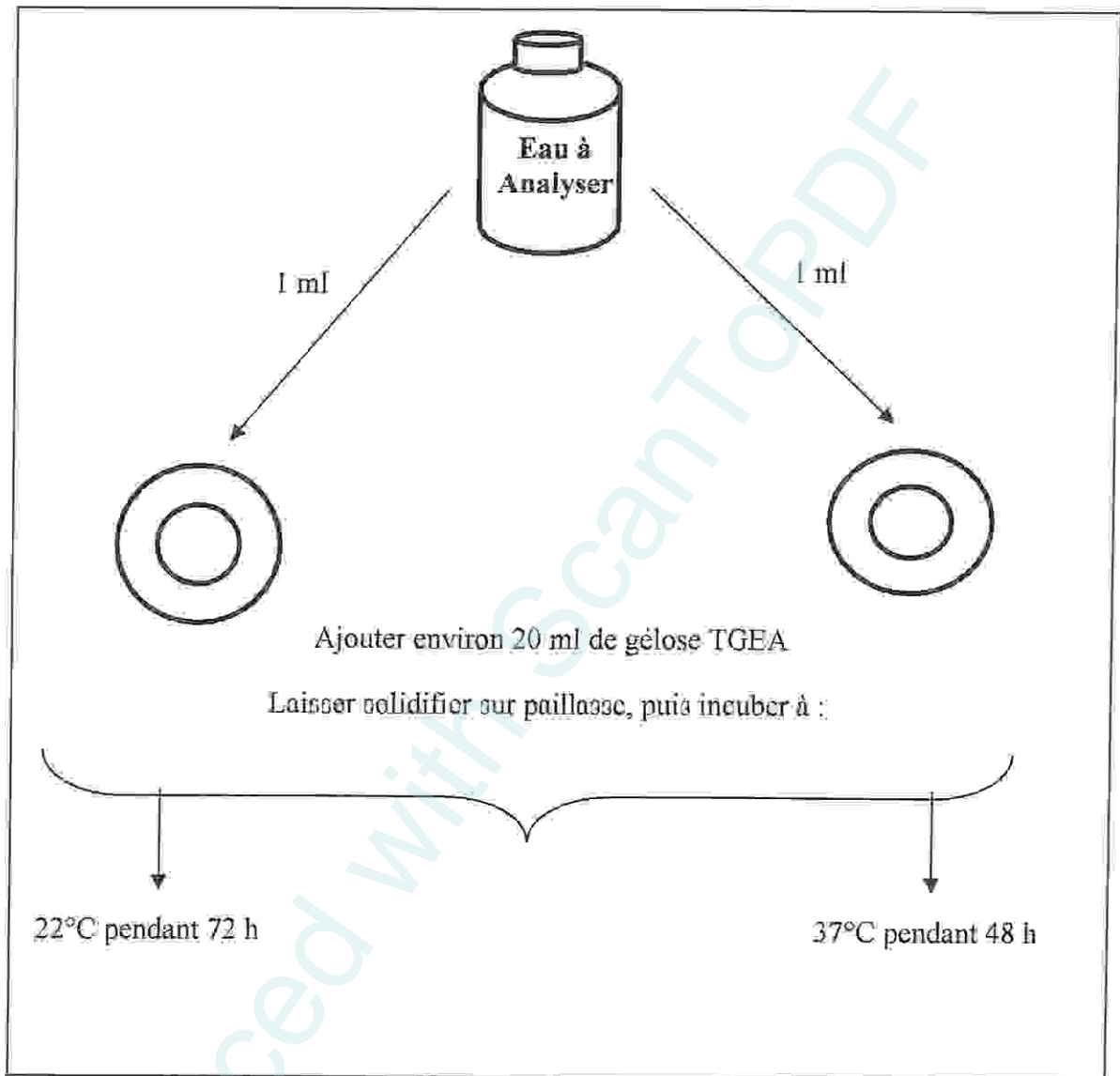


Fig. 8 : Dénombrement des micro-organismes revivifiables à 22 et à 37°C dans les eaux. (Labres *et al*, 2008).

3.1.2. Dénombrement des indicateurs de contamination fécale (coliformes totaux, fécaux et streptocoques fécaux) par la méthode de colimétrie (fermentation en tubes multiples) :

- **Principe**

La technique du NPP fait appel à la méthode de fermentation en tubes multiples (Roux, 2003). Son principe consiste à ensemer de nombreuses prises d'essai d'un même échantillon et/ou de dilutions de celui-ci dans des tubes de milieu de culture liquide.

Les prises d'essai de l'échantillon ou des dilutions, sont donc incorporées dans des séries (3 série) de 3 à 5 tubes par série, de milieu non véritablement sélectif : c'est le test de présomption (croissance ou non).

On enseme une deuxième série de tubes de milieu plus sélectif en repiquant les tubes ayant donné un résultat positif dans les premières séries : c'est le test de confirmation (Tandia, 2007).

La lecture des tubes inoculés et la détermination du nombre des germes se fait par détermination du Nombre le Plus Probable (NPP) (Rajonson *et al.*, 1992), qui n'est qu'une estimation statistique du nombre de bactéries qui, plus probablement qu'un autre, donnerait les résultats observés; il ne s'agit pas du nombre réel de bactéries présentes.

- **Mode opératoire :**

- a. **Dénombrement des coliformes totaux et coliformes thermotolérants :**

- **Tests présomptifs**

Nous prenons 5 tubes de Bouillon Lactosé au Bromocrésol Pourpre (BCPL), simple concentration, munis d'une cloche de Durham. Après l'avoir homogénéisée soigneusement, prélever 1 ml d'eau à analyser à l'aide d'une pipette Pasteur et la porter dans le premier tube de la série de dilution (10^{-1}). après homogénéisation du contenu de tube (10^{-1}), avec une nouvelle pipette Pasteur, prélever 1 ml et ensemer le tube (10^{-2}), et ainsi de suite jusqu'au tube (10^{-5}). Changer à chaque fois de pipette (Bourgeois et Leveau, 1980). (Fig. 9)

- **Tests confirmatif**

La confirmation de la présence de coliformes est réalisée à partir des tubes d'inoculation positifs, sur un milieu plus spécifique: milieu de Schubert. L'incubation à 44°C pendant 24 h (Guiraud, 1998).

On ajoute quelques gouttes de réactif Kowacks dans les tubes montrant un trouble. Une réaction considérée positive correspond à la formation d'un anneau rouge (Mazieres *et al.* 1980). (Fig. 9)

b. Dénombrement des streptocoques fécaux :

▪ Tests présomptifs

Leur recherche est effectuée sur le milieu Rothe (Briha *et al.* 2007), suivant le même procédé décrits pour les CT (mais avec des séries de trois tubes). L'incubation à 37°C pendant 24 h. (Fig. 10)

▪ Tests confirmatifs

A partir des tubes de Rothe positifs, on effectue une subculture sur milieu EVA Litsky à 37°C pendant 24 h. Le milieu d'Eva-Litsky n'est qu'un milieu de Rothe additionné d'éthyle-violet. La présence de streptocoques se traduit par un trouble plus ou moins important et la formation d'une pastille violette (blanchâtre) au fond du tube (Roux, 2003). (Fig. 10)

• Expression des résultats

La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du Mac Craddy. (Annexe)

3.1.3. Dénombrement des spores des anaérobies sulfite réducteurs (ASR) : Méthode par incorporation en gélose en tubes profonds.

• 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 sulfite-réductrices éventuellement présentes.
- Après chauffage, refroidir immédiatement le flacon destiné à l'analyse, sous l'eau de robinet.
- Répartir 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 paillasse pendant 30 minutes environ, puis incubé à $36 \pm 2^\circ\text{C}$, pendant 44 ± 4 heures (Labres *et al.*, 2008) (Fig. 11)

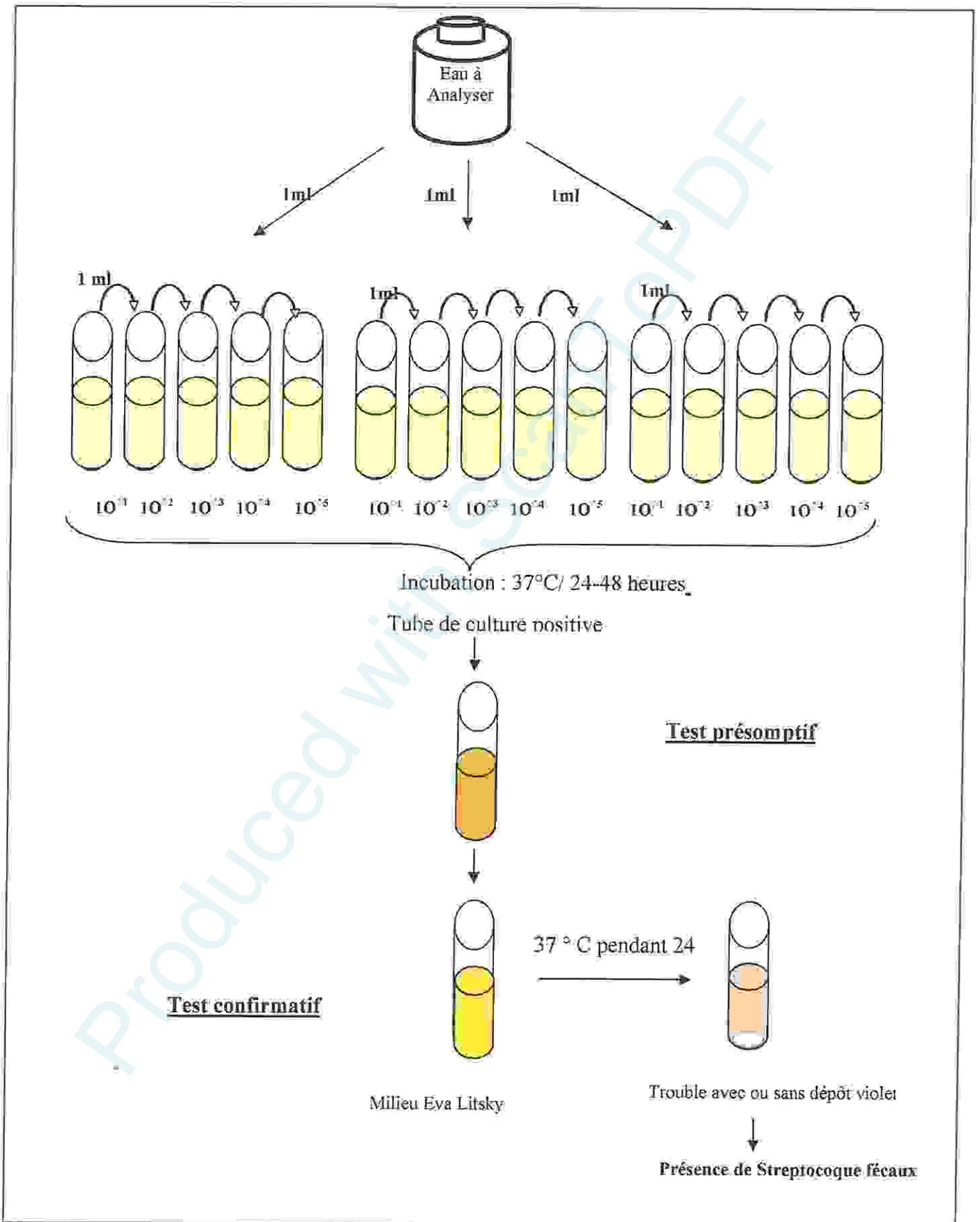


Fig. 10 : Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux.

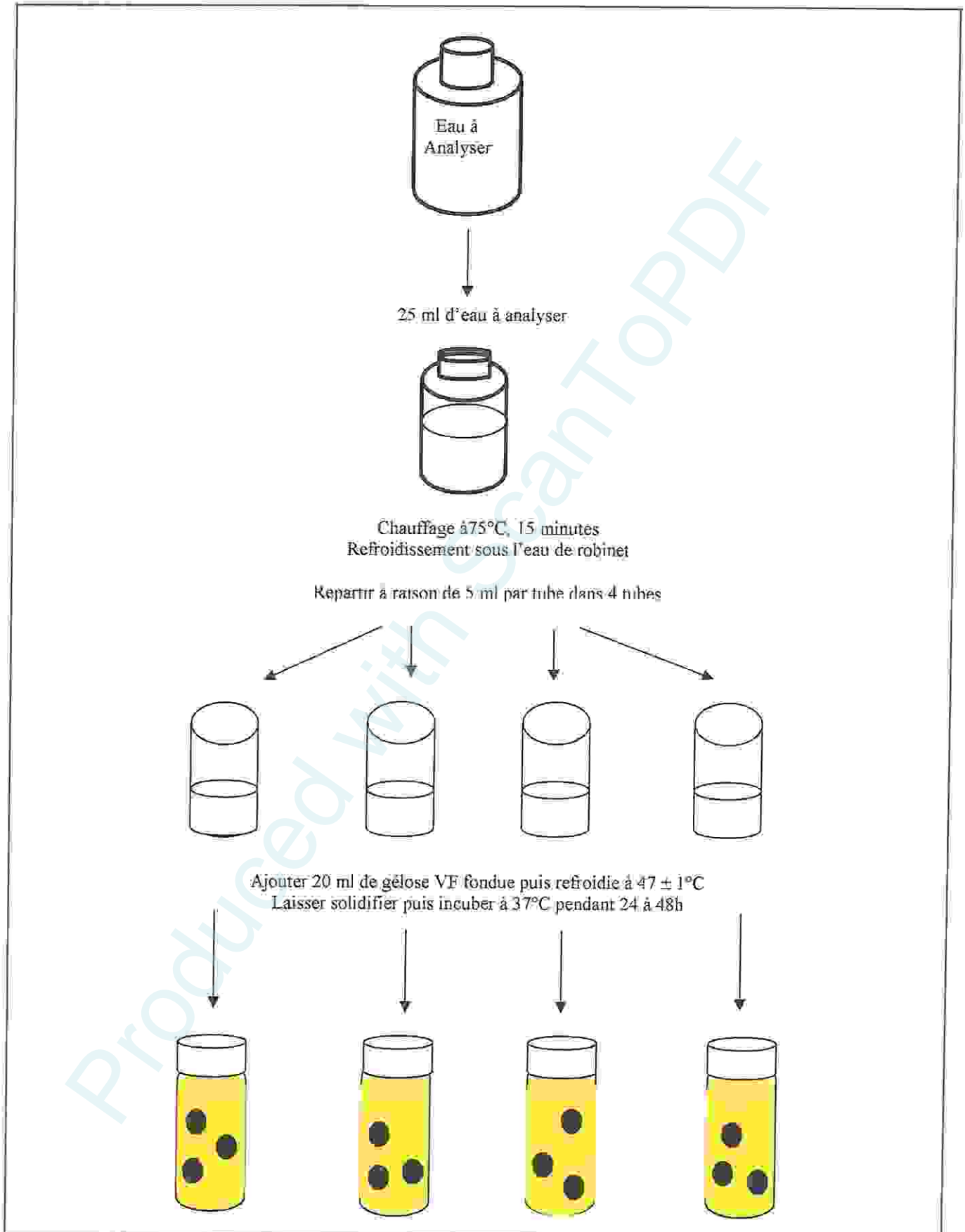


Fig. 11 : Recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfite réducteurs

3.2. Recherche des germes pathogènes:

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

3.2.1. Recherche des Salmonelles:

- **Principe :**

La méthode de recherche de cette bactérie, découle de deux données :

- d'une part leur présence en nombre relativement faible dans les eaux, ainsi que leur difficulté d'y survivre.
- d'autre part, l'existence habituelle d'un nombre important de germes d'accompagnement d'origine fécale ou non fécale.

Ces constatations entraînent l'obligation d'utiliser des milieux d'enrichissement sélectifs dans le but d'inhiber le développement des autres bactéries (Rodier *et al*, 1996).

- **Mode opératoire:**

- a. **Enrichissement:**

Introduire 1ml de l'échantillon d'eau dans 10 ml de S.F.B. Incuber à 37°C pendant 24 h (Ait hamlet, 1998).

- b. **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).

- c. **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)

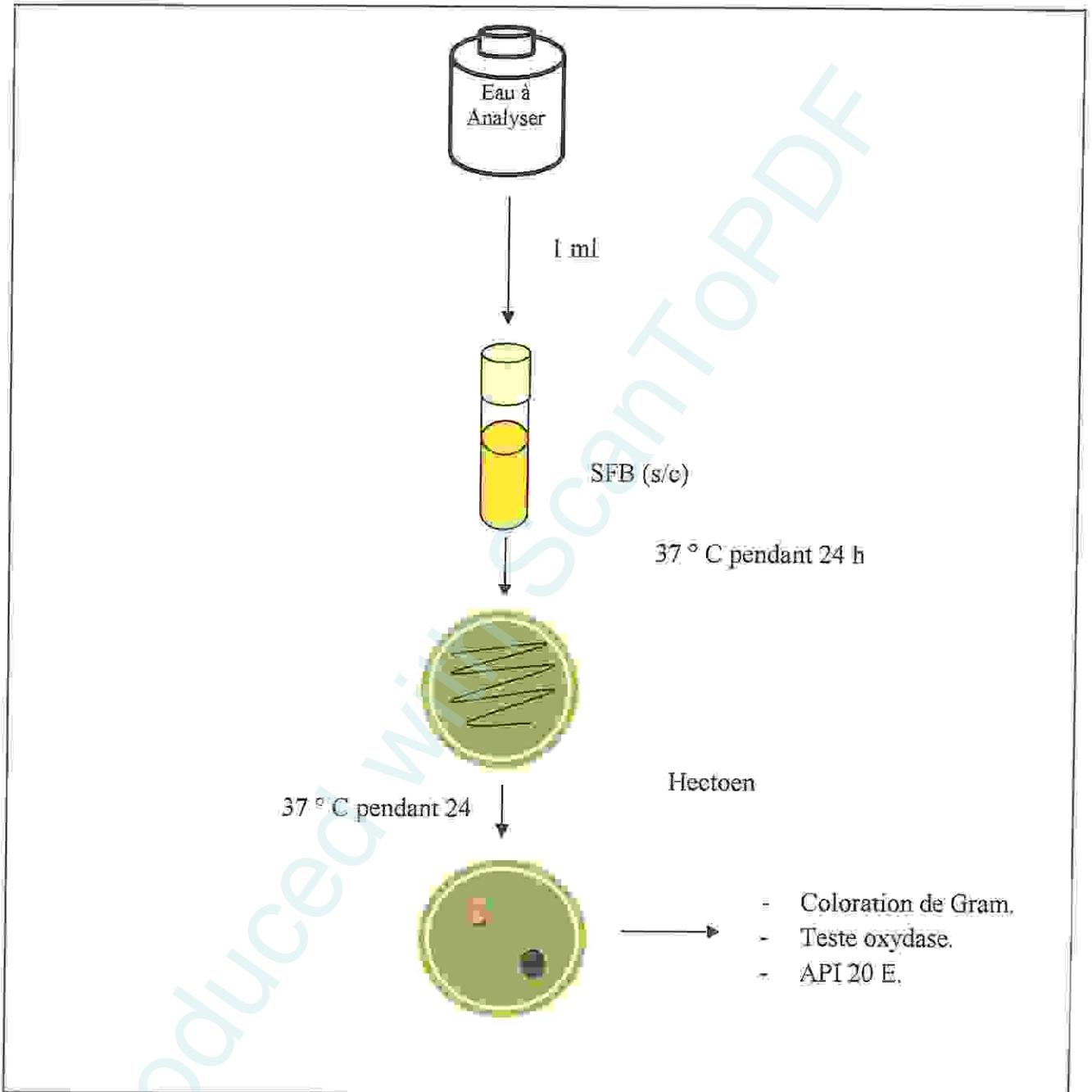


Fig. 12 : Recherche et identification des salmonelles.

3.2.2. Recherche des *Vibrio* :

- **Mode opératoire :**

- a. Enrichissement**

Ajouté 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 ensemer un nouveau milieu d'enrichissement. Incuber à 37°C pendant 3h.

- b. Isolement**

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

- c. 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)

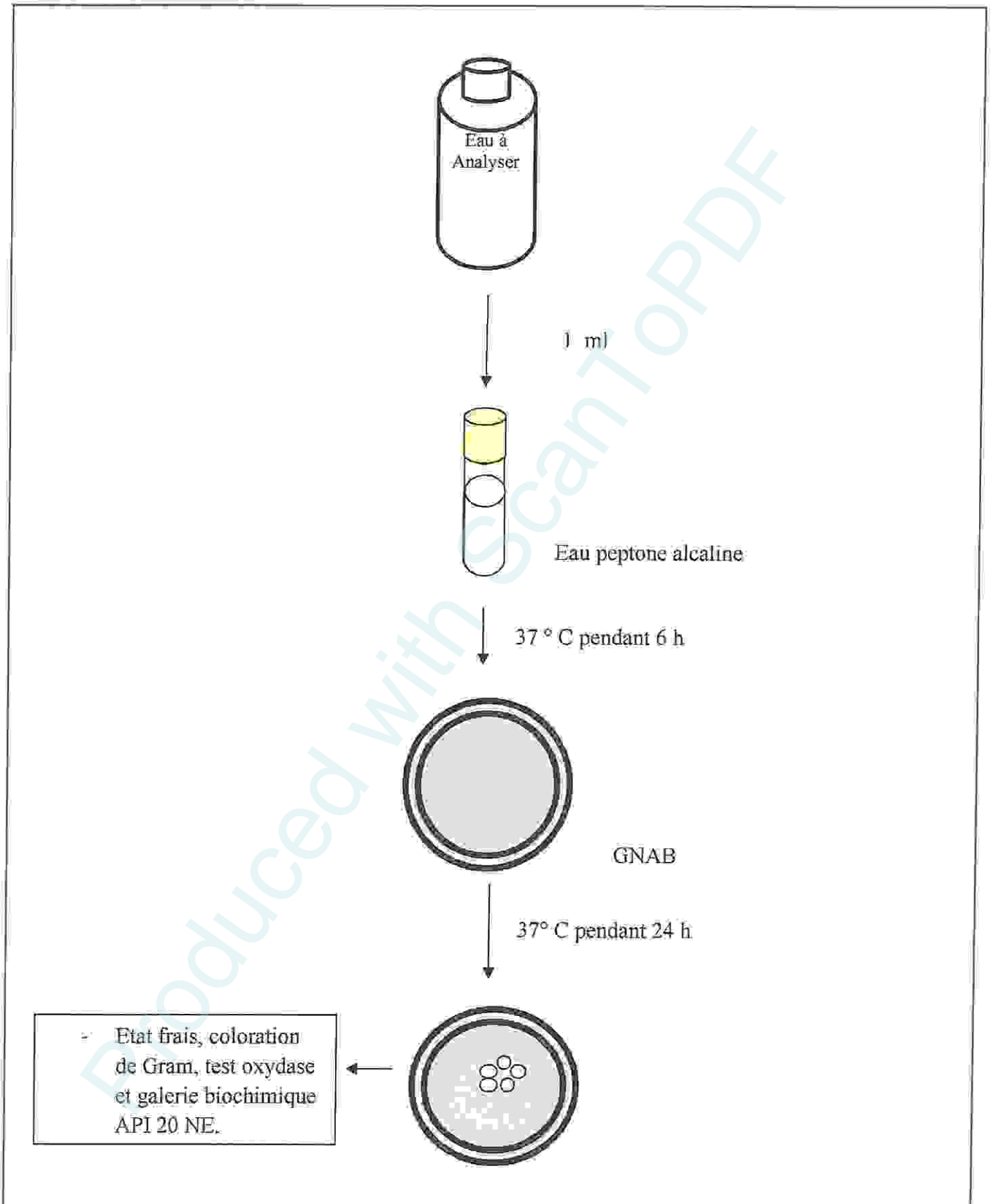


Fig. 13 : Recherche des *Vibrio* dans l'eau de mer.

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

- **Mode opératoire :**

- a. **Isolement**

Le milieu Chapman permet l'isolement sélectif de *Staphylococcus* sur la base d'une tolérance à une forte teneur en Na Cl, et la différenciation de l'espèce *Staphylococcus aureus* par la mise en évidence de la dégradation du mannitol et l'élaboration fréquente d'un pigment (Marchal; 1982). Ensemencer une boîte de milieu Chapman. Incuber à 37° C pendant 24 h.

- b. **Identification**

- **Test catalase**

Une goutte d'eau oxygénée plus une colonie prélevée du milieu Chapman déposer sur une lame et le dégagement immédiat de bulles gazeuses ce traduit par la présence d'une catalase (Marchal;1982).



- **Test staphylocoagulase**

A partir des colonies suspectés (*Staphylococcus aureus*) sur milieu Chapman ensemencer un bouillon cœur-cerveau et incuber à 37°C pendant 18h. Puis mélanger dans un tube stérile 0,5ml du plasma de lapins oxalatés est incubés à 37° C pendant 24 h (Diagnostiques Pasteur, 1987). (Fig. 14)

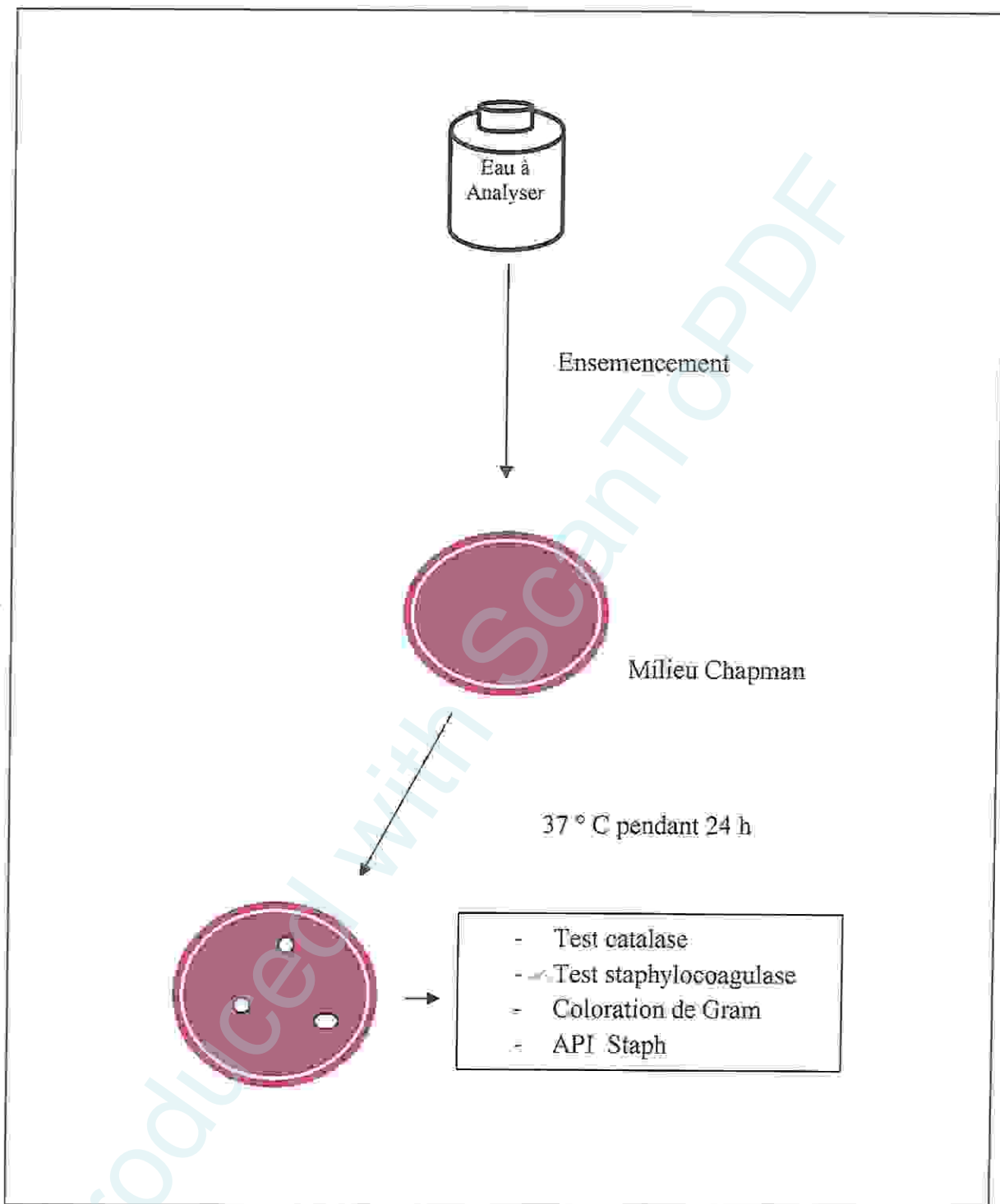


Fig. 14: Recherche et identification des Staphylocoques pathogènes (*S. aureus*).

3.2.4. Recherche des *Pseudomonase* :

- **Mode opératoire**

A l'aide d'une anse de platine ensemence la surface d'un milieu de culture King A ensuite un milieu de culture King B et on incube les milieux a 37° C pendant 24 h.

- **Lecture**

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

- **Teste oxydase**

- **Mode opératoire**

Sur une lame propre et stérile déposer un disque d'oxydase ensuite préparer une suspension bactérienne à partir de la colonie voulue et déposer une goutte de la suspension sur le disque.

- **Lecture**

Considère comme oxydase + toutes colonies qui changent la couleur du disque en violet.

4. Tests d'identifications complémentaires :

- **Coloration de Gram**

- **Préparation du frottis**

- Faire un repiquage des bactéries en milieu liquide ou solide. Recueillir les bactéries des cultures jeunes du dépôt (après centrifugation de la culture liquide) ou directement du milieu solide avec une anse ou un fil et mélanger dans une goutte d'eau stérilisée.
- Faire un frottis sur une lame en étalant une goutte de la suspension microbienne.
- Laisser sécher le frottis.
- Ensuite, faire la fixation en passant rapidement la lame 3 fois à l'intérieur de la flamme d'un bec Bunsen ou par une technique équivalente.
- Après refroidissement, faire la coloration. (Amor Abda, 2009)

- **Coloration**

- Verser sur le frottis fixé quelques gouttes de solution de violet de Gentiane.
- Laisser agir pendant 1 minute et laver avec de l'eau.
- Verser 1 à 2 gouttes de la solution de lugol. Laisser agir pendant 30 secondes.
- Laver avec de l'eau et sécher sur papier filtre.
- Verser l'alcool à 95% vol., laisser agir pendant 30 secondes. Rincer avec de l'eau et sécher sur papier filtre.
- Verser quelques gouttes de solution de fushine, laisser agir pendant 30 secondes.
- Laver avec de l'eau et sécher sur papier filtre.
- Déposer sur le frottis coloré une goutte d'huile d'immersion.
- Observer au microscope avec l'objectif à immersion en champs clair. (Amor Abda, 2009)

- **API 20 E**

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. [10]

- **API Staph**

La galerie API Staph comporte 20 microtubes contenant des substrats déshydratés. Les microtubes sont inoculés avec une suspension bactérienne réalisée en API Staph Medium qui reconstitue les tests. 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. [10]

Chapitre IV :
Résultats et Discussions

Produced with ScanTOPDF

Les résultats que nous avons obtenus durant notre campagne de prélèvement entre le mois d'avril et de mai et réalisé sur 3 sites de prélèvements en locurence la plage Saint Cloud, le port d'Annaba et la plage H'naya nous a permis d'obtenir les différents diagrammes qui récapitulent notre étude.

A noter que certain paramètres ont été réalisés lors d'un seul prélèvement comme le cas de la flore mésophile totale, le nombre de spores des anaérobies sulfite réducteurs (ASR) et la recherche des *Pseudomonas* et cela est due principalement aux conditions rencontrés dans le laboratoire: manque des milieux de cultures et manque de place dans les appareils d'incubation.

1. Evolution de la température dans les sites de prélèvement :

La mesure *in situ* de la température nous a permis de constater que ce paramètre varie entre une valeur minimale de 17° C dans la station 2 lors du prélèvement du moi de mai, et une valeur maximale de 22° C dans la station 1 et la station 3. Ces températures sont dues principalement aux conditions climatiques qui caractérisent la région méditerranéenne et sont considérées comme des valeurs normales pour la saison (Fig. 15)

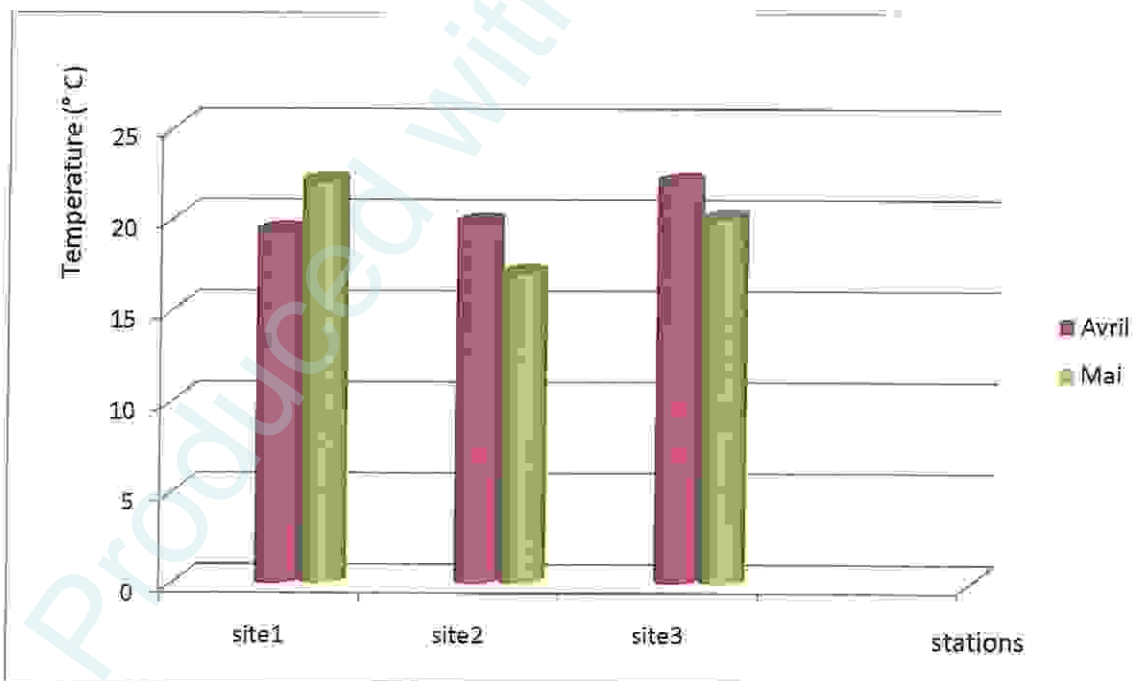


Fig. 15 : Evolution de la température dans les sites de prélèvements.

2. Evolution du pH dans les sites de prélèvement :

Pour les eaux de baignades le pH doit être compris entre 6 et 9 (Rodier J. 1996), dans les eaux de mer il est généralement compris entre 8 et 8,3. Les mesures réalisées, on donne des valeurs comprises entre 7.3 et 8.6 avec une valeur max qui a atteint les 8.6 dans la station 2 durant le mois de mai et une valeur de 7.3 considérée comme minimale dans la station 3 durant le mois d'avril. Cette valeur du pH considérée comme un pH basique est due principalement à la forte teneur et concentration de l'eau de mer en sel, elles correspondent aussi aux valeurs de pH normales des eaux de la méditerranée. (Fig. 16)

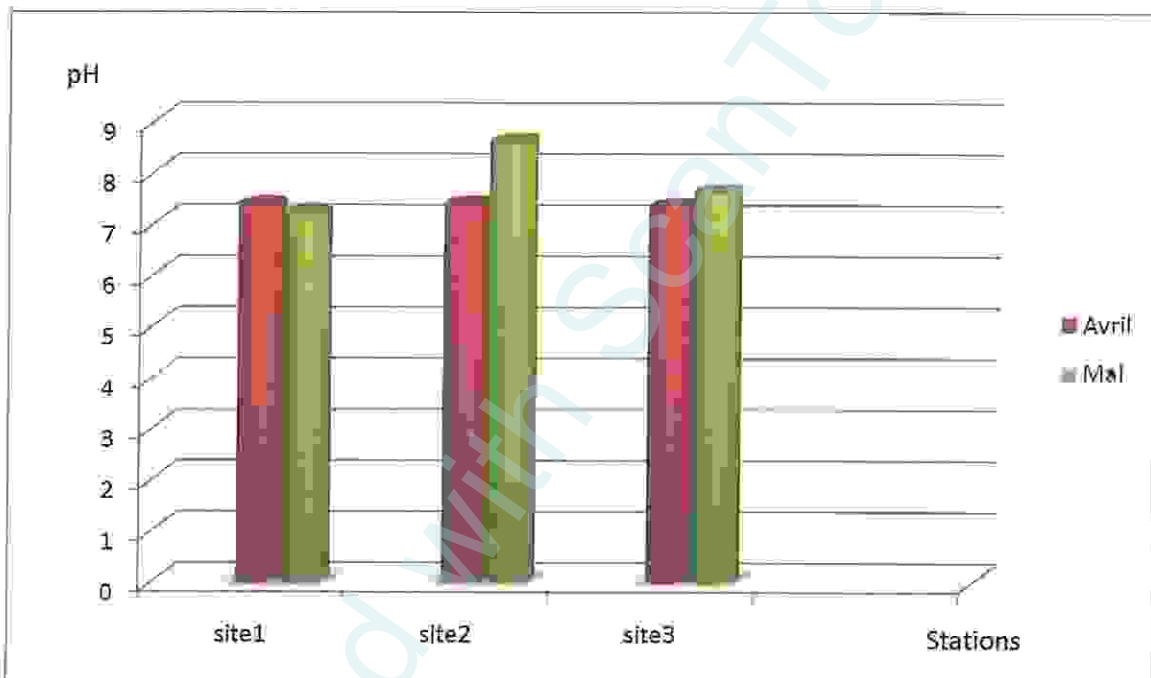


Fig. 16 : Evolution du pH dans les sites de prélèvements.

3. Evaluation de la flore mésophile totale :

A cause de la richesse et la diversité de la microflore aquatique la détermination de la flore mésophile totale dans les 3 stations, de prélèvement nous a permis de constater un nombre de microorganismes qui dépassent généralement les 300 UFC/ml et cela à 22° C et à 37° C. (Tab. 9)

Tab. 9 : Evaluation du nombre de la flore mésophile totale dans les sites de prélèvement.

| | Site1 | Site2 | Site3 |
|-------|-------|-------|-------|
| 22° C | + 300 | + 300 | + 300 |
| 37° C | + 300 | + 300 | + 300 |

4. Evaluation du nombre des 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.

Nous avons constaté que le nombre de coliformes totaux varie entre 3 bactéries/ml et 14000000 bactéries/ml qui représente une valeur maximale trouvée dans les stations 1,2 et 3 est ceci durant le mois de mai tandis que la valeur minimale a été constatée durant le mois d'avril dans la station 1 (3 bactéries/ml).

Ce nombre de coliforme totaux est du à une pollution fécale qui a des origines multiples comme les eaux usées pour la plage Saint Cloud et l'activité agricole dans la région de l'H'naya. Il est à noter aussi que les eaux de ruissellement ont eues une influence sur le nombre de germes calculé lors du deuxième prélèvement qui a eu lieu après de fortes précipitations. En ce qui concerne la station N° 2 le nombre de coliformes calculé ne varie pas et cela peu être expliqué par le fait que le port est une zone de grandes activités en plus le confinement de ces eaux offre un milieu adéquat pour la prolifération des bactéries. (Fig. 17)

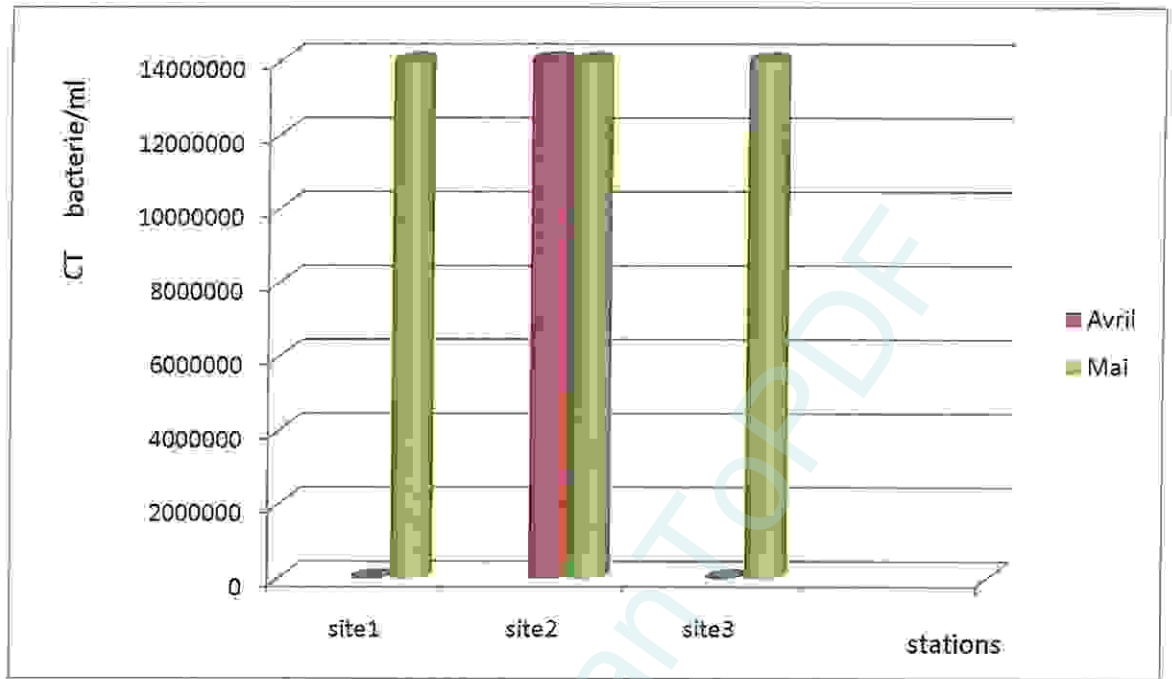


Fig. 17 : Evaluation du nombre de coliformes totaux dans les sites de prélèvements.

5. Evaluation du nombre de coliformes thermotolérants :

Le nombre des germes coliformes fécaux est un indice complémentaire confirmatif de la présence d'*E. coli* parmi les coliformes dénombré précédemment.

Le nombre des coliformes fécaux varie entre 3 bactérie/ml et 400000 bactérie/ml et cette valeur maximale a été enregistré au niveau de la station 2 durant le mois d'avril tandis que la valeur minimale a été enregistrée dans la station 1 pendant les mois d'avril et de mai. Cette contamination est due a une pollution d'origine fécale (eau usée, etc.).

En constate aussi que le nombre des coliformes fécaux est inférieure a celui des coliformes totaux. (Fig. 18)

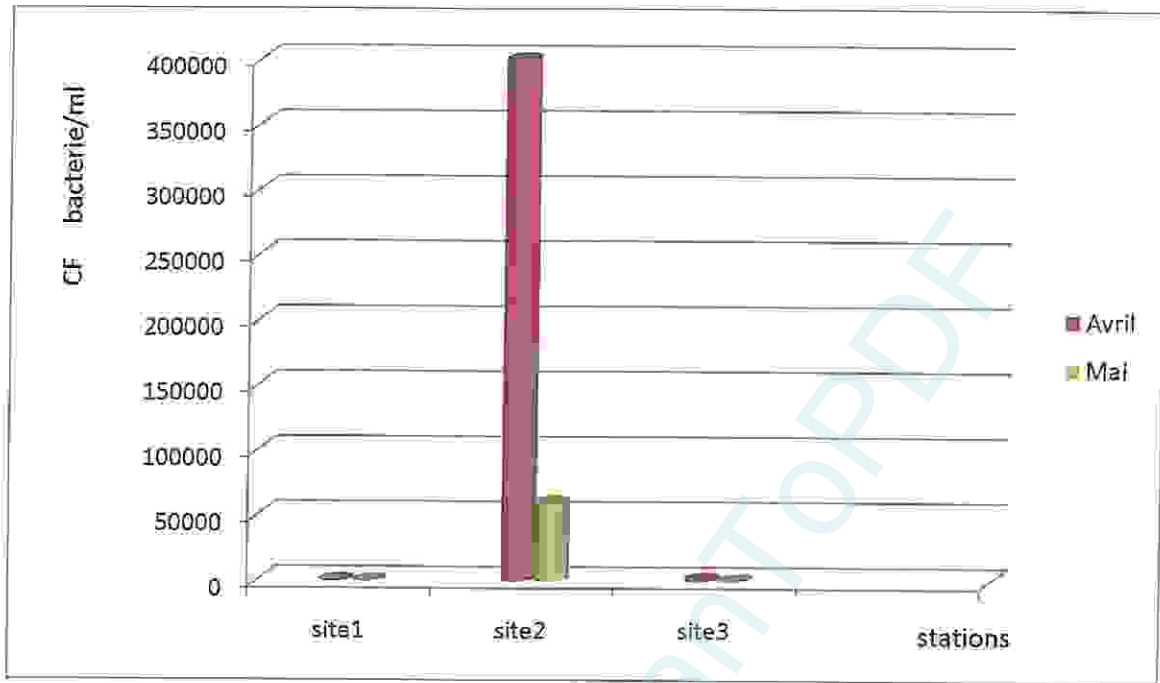


Fig. 18 : Evaluation du nombre de coliformes thermotolérants dans les sites de prélèvement.

6. Evaluation du nombre de streptocoques fécaux :

Le graphe des streptocoques fécaux nous montre que le nombre de germes appartenant à ce groupe bactérien varie entre 700 bactéries/ml et 140000 bactéries/ml.

La valeur maximale a été enregistrée au niveau de la station 2 durant le mois d'avril et de mai ainsi que dans la station 1 durant le mois de mai (14000 bactéries/ml). La valeur minimale a été notée dans la station 1 pendant le mois d'avril.

Cette forte présence de streptocoques fécaux est due à la contamination des eaux par une pollution d'origine fécale causée principalement par des déjections animales en plus de l'effet de ruissellement. (Fig. 19)

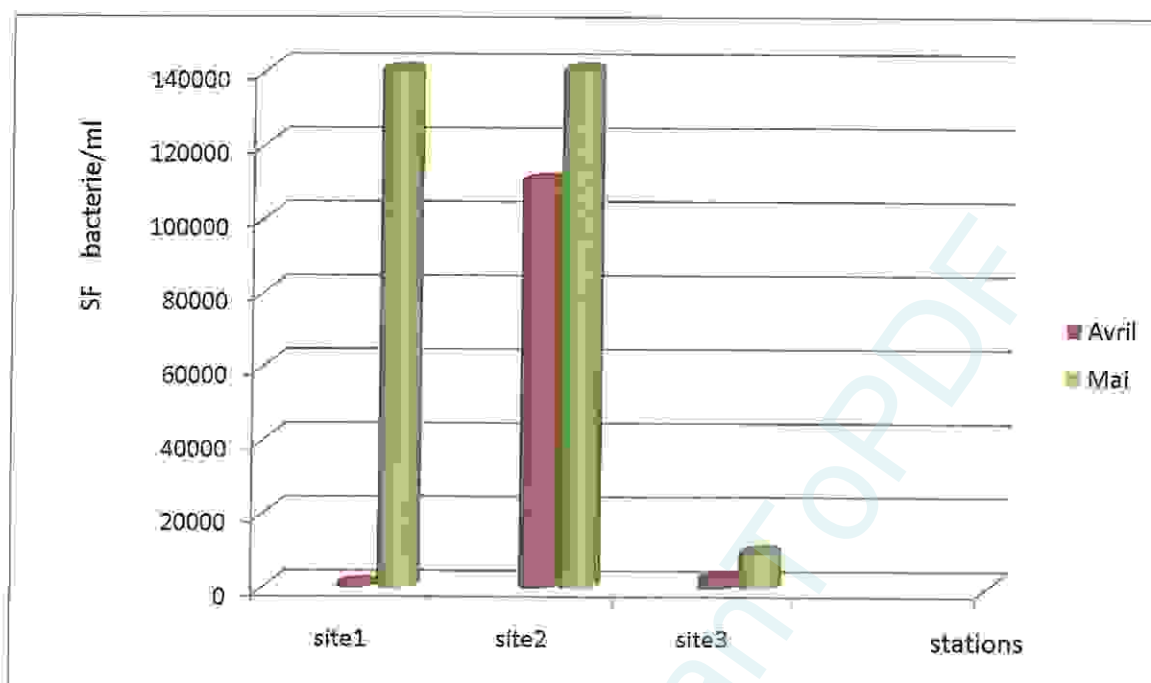


Fig. 19 : Evaluation du nombre de streptocoques fécaux dans les sites de prélèvement.

7. Evaluation du nombre des spores des anaérobies sulfite réducteurs :

La détermination des spores des bactéries anaérobies sulfite réducteurs est un indice de pollution ancienne à cause de la résistance de leurs spores contrairement aux formes végétatives.

Nos résultats montrent l'absence totale d'halo noire dans les tubes contenant le milieu VF (viande foie) ce qui explique l'absence de spore des anaérobies sulfite réducteur dans les trois stations pendant le prélèvement du mois de mai.

Ces résultats confirment l'absence de germes résistant (sporulant) comme les *Clostridium* considérés comme germes extrêmement pathogènes. (Tab. 10)

Tab. 10 : Evaluation du nombre des spores des ASR dans les sites de prélèvement.

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

8. Identifications complémentaires :

8.1. Sur milieu Chapman :

Sur le milieu Chapman les bacteries isolées ont les caractéristiques suivantes (Tab. 11)

Tab. 11 : Différente caractéristiques des colonies cultivées sur milieu Chapman.

| | Forme des colonies | Coloration de Gram | Teste catalase | Test staphylocoagulase | Mannitol mobilité |
|--------|---|--|----------------|------------------------|-------------------|
| Site 1 | <ul style="list-style-type: none"> - Lisse - Bombe - Plate - Régulière - Muqueuse - Blanche | <ul style="list-style-type: none"> - Gram + - Cocci - En chainette | Positif(+) | Négatif(-) | + |
| Site2 | <ul style="list-style-type: none"> - Lisse - Bombe - Plate - Régulière - Muqueuse - Blanche | <ul style="list-style-type: none"> - Gram + - Cocci - En chainette | Positif(+) | Négatif(-) | / |
| Site3 | <ul style="list-style-type: none"> - Lisse - Bombe - Plate - Régulière - Muqueuse - Blanche | <ul style="list-style-type: none"> - Cocci - Gram + - En grappe de raisin | Positif(+) | Négatif(-) | / |

8.2. Sur milieu GNAB :

Après culture des bacteries sur le milieu GNAB on a isolé des colonies qui possèdent des aspects différents selon le site d'échantillonnage. La réalisation d'une coloration de Gram et des tests complémentaires (catalase et oxydase) ont permis de constater les aspects suivants. (Tab. 12)

Tab. 12 : 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 - Ponctiformes - Plate - Lisse - Régulière - Muqueuse | <ul style="list-style-type: none"> - Cocci - Gram - - En chainette | / | / |
| Site2 | <ul style="list-style-type: none"> - Transparente - Ponctiformes - Plate - Lisse - Régulière - Muqueuse | <ul style="list-style-type: none"> - Cocci - Gram - - En chainette | / | / |
| Site3 | <ul style="list-style-type: none"> - Bombe - Régulière - Couleur crème - Muqueuse - 1 mm de diamètre | <ul style="list-style-type: none"> - Cocci - Gram - | + | + |

8.3. Sur milieu Hectoen :

Tab. 13 : Différentes caractéristiques des colonies cultivées sur milieu Hectoen.

| | Souche bactérienne | Forme des colonies | Coloration de Gram | Test catalase | Teste oxydase |
|-------|--------------------|--|--|---------------|---------------|
| Site1 | Souche1 | - Lisse - Jaune - Concave | - Coccobacille - Gram - - En chaînette | + | - |
| | Souche2 | - Bombe - Jaune - lisse | - Coccobacille - Gram - En chaînette | + | - |
| Site2 | Souche1 | - grande - bombe - saumon - brillante | - coccobacille - Gram - | + | - |
| | Souche2 | - jaune - petite - bombe - lisse | - coccobacille - Gram - | + | - |
| | Souche3 | - concave - lisse - jaune - grande taille | - coccobacille - Gram - | + | - |
| Site3 | Souche1 | - verte - régulière - plate | - bacille - Gram - | + | - |
| | Souche2 | - irrégulière - jaune - plate | - bacille Gram - | + | - |
| | Souche3 | - jaune saumon - régulière - bombe - grande | - bacille Gram - | + | - |

8.4. Sur les milieux King A et King B:

Après ensemencement sur le milieu d'isolement spécifique au *Pseudomonas* les milieux King A et King B on a isolé des colonies semblables dans les trois sites de prélèvement et l'examen macroscopique suivis de la coloration de Gram et des tests de catalase et d'oxydase on a identifiées les colonies suivantes (Tab. 14)

Tab. 14 : Différentes caractéristiques des colonies cultivées sur milieu King A King B.

| | Aspect des colonies | | Coloration de Gram | |
|-------|--|--|---|---|
| | King A | King B | King A | King B |
| Site1 | <ul style="list-style-type: none"> - Ponctiforme - Transparent - Bombe - Régulière - Muqueuse | <ul style="list-style-type: none"> - Blanche - Bombe - Lisse - Régulière - Muqueuse | <ul style="list-style-type: none"> - Bacille - Gram - | <ul style="list-style-type: none"> - Cocci - Gram + |
| Site2 | <ul style="list-style-type: none"> - Ponctiforme - Transparent - Bombe - Régulière - Muqueuse | <ul style="list-style-type: none"> - Blanche - Bombe - Lisse - Régulière - Muqueuse | <ul style="list-style-type: none"> - Bacille - Gram - | <ul style="list-style-type: none"> - Cocci - Gram + |
| Site3 | <ul style="list-style-type: none"> - Ponctiforme - Transparent - Bombe - Régulière - Muqueuse | <ul style="list-style-type: none"> - Blanche - Bombe - Lisse - Régulière - Muqueuse | <ul style="list-style-type: none"> - Bacille - Gram - | <ul style="list-style-type: none"> - Cocci - Gram + |

Tab. 15 : Résultats des tests catalase et oxydase des colonies sur milieux King A et King B.

| | Test catalase | Test oxydase |
|-------|---------------|--------------|
| Site1 | + | - |
| Site2 | + | - |
| Site3 | + | - |



Fig.20 : Les colonies obtenues sur le milieu Hectoen.

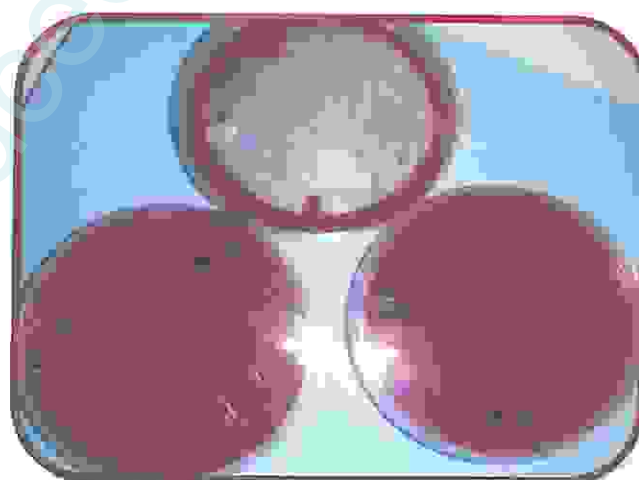


Fig.21 : Les colonies obtenues sur le milieu Chapman.

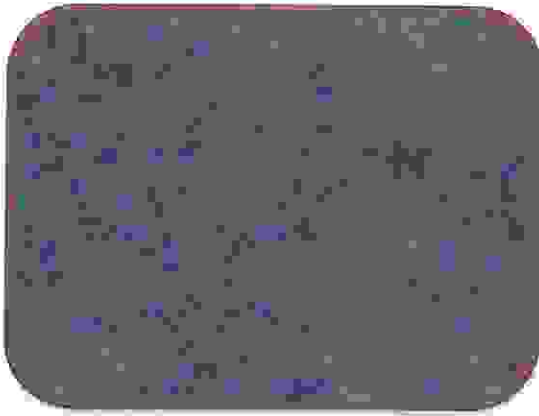


Fig.22 : Bâtonnets Gram (-).

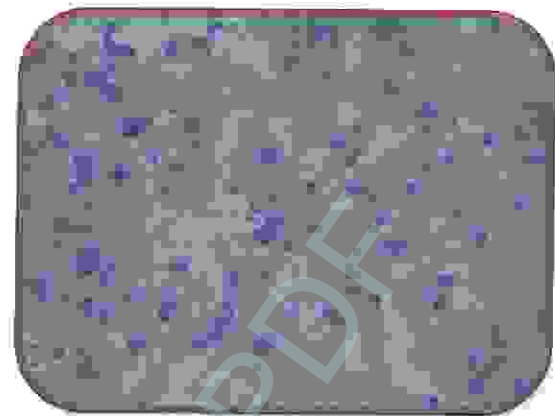


Fig. 23: Cocci Gram (+).

8.5. Résultats du profil biochimique des bactéries:

La réalisation d'un test biochimique est une étape très importante pour identifier une bactérie et pour cela on a utilisé des API systèmes afin d'identifier les espèces bactériennes isolées au niveau des différents milieux de culture. Le tableau 16 résume les résultats obtenus.

Tab. 16 : Liste des bactéries identifiées dans les différents milieux de cultures.

| | Api Staph | Api 20 E | Api 20 NE |
|-------|--------------------------|--|--------------------------|
| Site1 | - <i>Micrococcus</i> ssp | / | - <i>Pasteurella</i> ssp |
| Site2 | / | - <i>Mycobacterium phlei</i> - <i>Mycobacterium kansasii</i> | / |
| Site3 | / | - <i>Salmonella arizonae</i> - <i>Enterobacter aerogenes</i> - <i>Escherichia coli</i> | / |



Fig.24 : Profile biochimique de *Mycobacterium phlei*.



Fig.25 : Profile biochimique de *salmonella arizonae*.



Fig.26: Profile biochimique de *Mycobacterium kansasii*.



Fig.27 : Profile biochimique de *Enterobacter aerogenes*.

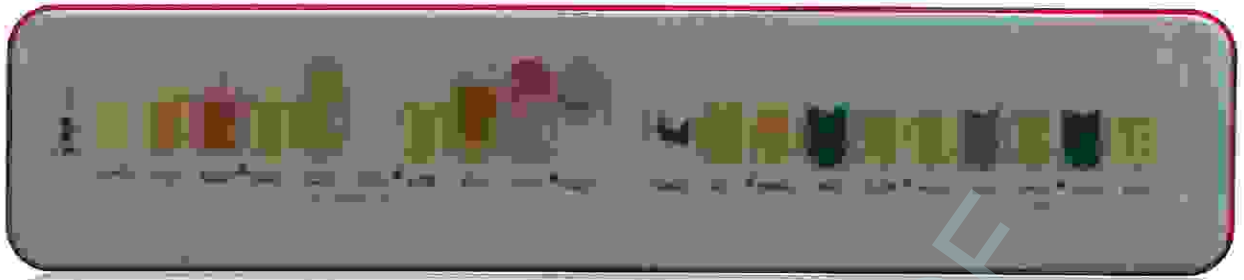


Fig.28: Profile biochimique de *Escherichia coli*.



Fig.29: Profile biochimique de *Micrococcus ssp.*

Conclusion

Produced with ScanTOPDF

Au terme de ce travail nous pouvons conclure que :

Les résultats des paramètres physicochimiques mesurés au niveau des trois sites ont des valeurs considérées comme normales pour la saison en ce qui concerne la température, et les légères variations du pH peuvent être imputées à l'effet de certains facteurs comme les apports en eaux usées domestique et surtout les effluents industriels ainsi que les eaux pluviales.

Quant à l'analyse bactériologique elle a révélé :

Un taux de coliformes totaux et de coliformes thermotolérants et de streptocoques fécaux très élevé surtout au niveau du port. La présence de la deuxième confirme une contamination d'origine fécale. Ceci pourrait être expliqué par les déversements de différents rejets au niveau de ce site et aussi aux conditions de confinement et du manque de brassage de ces eaux. Ce qui nous permet de classer le port comme une zone très polluée.

En ce qui concerne les plages Saint Cloud et H'naya elles peuvent être sujets à des épisodes de pollution momentanée et cela est confirmé par une augmentation du nombre de coliformes totaux et streptocoques fécaux dans les deux sites durant le deuxième prélèvement. Par contre, aucune évolution n'a été enregistré pour le nombre de coliformes thermotolérants.

La recherche des germes pathogènes a montré une faible fréquence d'isolement des bactéries ciblées. Ceci pourrait être due à : leur absence effective, la prédominance des germes fécaux qui ont tendance à supplanter et/ou l'effet de stress qui permet aux bactéries d'être viable mais les rend non cultivables.

Les espèces bactériennes isolées sont : *Micrococcus* sp, *Mycobacterium phlei*, *Mycobacterium kansasii*, *Salmonella arizonae*, *Enterobacter aerogenes*, *Escherichia coli* et *Pasteurella* sp.

À la lumière des résultats obtenus nous recommandons

- ✓ Élargir l'éventail de recherche des germes tests, des bactéries d'intérêt sanitaire, des virus, des levures et des moisissures. On instaurant un protocole de suivi continu de ces écosystèmes pour assurer la santé des baigneurs.
- ✓ Compléter par une étude physico-chimique qui révélerait la présence de métaux lourds et de substances toxiques déversés par les usines.
- ✓ L'installation des stations de traitement des eaux usées (domestiques ou industrielles).

Produced with ScanTOPDF

Références bibliographiques

Produced with ScanTOPDF

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Abis S. (2004)** - Entre unité et diversité : la méditerranée plurielle, FMES, 3p.
- **Ait Hamlet, S. (1998)** - *contribution à l'étude de la qualité de huites oueds de la Wilaya d'el taref : aspects microbiologique et écologique* .mémoire de magister en microbiologie appliquée, université de Annaba, 150p.
- **Ait Kaci M et Hamdi M. (2008)** - *Contribution a l'étude des paramètres physicochimiques et bactériologiques de l'embouchure de l'oued Béni Messous,* Mémoire DEUA, Institutue nationale des sciences de la mer et de l'aménagement du littorale, pp (18-35).
- **Aminot A, Chausspied M. (1983)** - Manuel des analyses chimiques en milieu marin. 395p.
- **Aminot A et Kerouel R. (2004)** - Hydrologie des écosystèmes marins. Paramètres et analyses. *Éditions Ifremer*, 336 p.
- **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.
- **Augier H. (2005)** - Les particularités de la mer méditerranéenne. *Option méditerranéennes* N°19, pp (27-53).
- **Belabed B. (2010)** - *La pollution par les métaux lourds dans la région d'Annaba source de contamination des écosystèmes aquatique,* mémoire de Doctorat, université d'Annaba, pp (42-43, 48-49-).
- **Bereche P. (1999)** - Choléra et environnement, médecine. maladies. Infectieuse, *Elseve .paris*, p29, 301,307
- **Bereche P. Gaillard J-L. (1991)** - Bactériologie, bactéries des infections humaines, *11ere Edition, flammariion.*
- **Bernard Baudot. (2001)** - « Aide à la Décision pour le Traitement des Plans d'Eau, Etude sur l'Eau en France », 2001. *Agence, Rhône-Méditerranée* :- Corse.
- **Bianchi M., Marthy D., Bertrand J.C. Caumette P et Gauthier M. (1989)** - Les microorganismes du domaine océanique. *Edit. Masson.*447p.

- **Bouchaala L. (2010)** - *contribution à l'étude de la qualité microbiologique et physicochimique de l'eau de l'Oued Zenati (Guelma).* mémoire de magister, université de Guelma 137p.
- **Bourgeois C.M. et Leveau J.Y. (1980)** - Techniques d'Analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaire. *APRIA*. 331p.
- **Bricha S., Ounene K., Oulkheir S., El Haloui N. et Attarassi B. (2007)** - Etude de la qualité physicochimique et bactériologique de la nappe phréatique Mⁿasra (Maroc). *Afrique-Sciences*. (3). 391 – 404.
- **Brisou J.F et Denis F. (1978)** - Hygiène de l'environnement maritime. *Edit. Masson*, 248p.
- **CEAEQ. (2000)** - *Recherche et dénombrement des coliformes totaux: méthode par filtration sur membrane*. Centre d'expertise en analyse environnementale, Gouvernement du Québec, 25 p.
- **Coulibaly K. (2005)** - *Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau des puits de certains quartiers du district de Bamako*. Thèse pour obtenir le grade de Docteur en Pharmacie. Université de Bamako. 69p.
- **Debabza A. (2005)** - *Analyse microbiologique des eaux des plages de la ville d'Annaba, évaluation de la résistance aux antis biotiques des microorganismes*. Mémoire de magister. université d'Annaba. 145p.
- **Derwich E., Beziane Z., Benaabidate L et Belghyti D. (2008)** - Evaluation de la qualité des eaux de surface des oueds Fès et Sebou utilisées en agriculture maraichère au Maroc. *Larhyss Journal*. (7). 59-77
- **Diagnostique Pasteur. (1987)** - *milieu et réactifs de laboratoire pasteur* : microbiologie, immunologie. 3ème édition
- **Eberlin T. (1997)** - *Les infections microbiennes*. Edit. Masson. 128p
- **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.
- **Elmund, G.K, M.J Allen et E.W Rice. (1999)** - Comparison of Escherichia coli total coliform and fecal coliform populations as indicators of wastewater treatment efficiency. *Water Environ. Res* 71: 332-339.
- **Gauthier M et Pietri C. (1989)** - Devenir des bactéries et virus entériques en mer: Microorganismes dans les écosystèmes océaniques. *Edit. Masson*. 447p.

- **Guiraud J.P. (1998)** - Microbiologie alimentaire. *Dunod*. 615p.
- **Hamzaoui W. (2007)** - *Caractérisation de la pollution des eaux en milieu industriel et urbain. Cas de la plaine d'El-Hadjar*, Mémoire de magistère, Univ. Annaba, 102. P
- **Labres et Mouffok F. (2008)** - *Le cours national d'hygiène et de microbiologie des eaux de boisson*. Manuel des travaux pratique des eaux. Institut Pasteur d'Algérie. 53p.
- **Labres E. (2001)** - *Microbiologie des eaux, des boissons et des produits de la mer*, manuel des travaux pratiques, institue Pasteur d'Algérie, pp (3-4)
- **Labres E., Azizi D. et Boudjellab B. (2006)** - *Cours d'Hygiène et de Microbiologie des Eaux : Microbiologie des eaux et des boissons*, Institut Pasteur d'Algérie.
- **LAHLAH N. (2011)** - *Trait d'histoire de vie et régime alimentaire chez les hirondelles de fenêtre (Delichon urbica meridionalis) dans le nord- Est Algérien*. mémoire de doctorat, université d'Annaba p212.
- **Leclerc H., Gaillard J.L et Simonet M. (1995)** - Microbiologie générale : la bactérie et le monde bactérien. *Edit. Doin*. 535p.
- **Le minor L et Veron M. (1989)** - Bactériologie médicale, *édition Flammarion*
- **Lightfoot N.F. (2002)** - Analyses microbiologiques des aliments et de l'eau, *Directives pour l'assurance qualité*. 387 p.
- **Marchal N., Bourdon J-I 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
- **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 de Guelma. 113p.
- **Morita R.Y et Colwell R. (1974)** - Effect of the ocean environnement on microbial activities. *Edit. Colwell et Morita, Univ. Park Press, Baltimore*.587p.
- **Mazieres J., Richard B et Mazieres S. (1980)** - Une méthode de recherche rapide des coliformes fécaux dans les eaux de mer et les coquillages. *Rev. Teav. Inst. Pêches marit.* (3). 289-293.
- **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.
- **PNUE. (1995)** - Evaluation de l'état de l'eutrophisation en mer méditerranée, pp 167.

- **PNUE. (2007)** - Evaluation de l'état de l'eutrophisation en mer méditerranée, pp (67-68).
- **Rajonson J., Rasolofonirina N., Ratoaveloson J et Ravaonindriana N. (1992)** - Qualité des eaux. *Emouard* (4). 135-166.
- **Rejsek F. (2002)** - *Analyse des eaux ; aspects réglementaires Et techniques*. Sceran. Paris.360p.
- **Rodier J., Leguebe B., Merlet N et col. (2009)** - *L'analyse de l'eau. Eaux naturelles. Résiduaire. Eau de mer*. 9^{ème} édition. Dunod .paris, 1511p
- **Rodier J. et col. (2005)** - L'analyse de l'eau. Eaux naturelles. Résiduaire. Eau de mer. 8^{ème} édition. *Dunod. Paris*, 1383p.
- **Rodier J. (1996)** - Analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaire. 8^{ème} édition, *Dunod, Paris* 1130p.
- **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).
- **Roux. (2003)** - TP de microbiologie : Analyses de l'eau. *Editions : Novello Célia*. (3). 1-9.
- **Sayad L. (2007)** - *Qualité physicochimique et bactériologique de l'eau de surface de l'écosystème lacustre lac des oiseaux (wilaya d'El-Taraf)*, Mémoire de magister, université d'Annaba, 100p.
- **Semaoune M., Kettab A., Gafsi M et Benmamar S. (2000)** - Impact De L'eutrophisation De L'eau Sur L'environnement, Application Sur Le Lac Hallwil En Suisse.
- **Tandia C.T. (2007)** - Contrôle et suivi de la qualité des eaux usées. Protocole de détermination des paramètres physico-chimiques et bactériologiques. *CREPA*. (3). P 1-52.
- **Vaissière,R. et Fredj,G. (1963)** - CONTRIBUTION à l'étude de la faune benthique du plateau continental de l'Algérie. *Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, 60 (1272) :83p.
- **Zahi Faouzi. (2008)** - *La qualité des eaux et des sols de la région du lac Fetzara (Nord-est d'Algérie)*. Mémoire de magistère, Université d' Annaba, 126. P

Webographie

- [1] : les maladies infectieuses : salmonella

www.pasteur.com

- [2] : encyclopédie vulgaris-médicale (2000-2011) : l'otite.

www.vulgaris-medical.com/encyclopedie/otite-3424.html ,consulté le 14/05/2011

- [3] : Médecine et Santé (2008) : Conjonctivites et kerato-conjonctivites

www.medecine-et-sante.com/maladiesexplications/conjonctivite.html.consulté le 14/05/2011

- [4] : *E. coli* : www.Csa-international.org

- [5] : *E. coli* : www.nsf.org

- [6] : *E. coli* : www.wqa.org

- [7] : les principaux risques liés à la baignade, (2009). Fichier PDF

www.languedoc-roussillon.pref.gouv.fr/actions/DDASS_baignades_2009/risques_baignade2009.PDF. Consulté le 26/04/2011

- [8] : la pollution du littoral PDF, valise documentaire sur le thème du littoral centre permanent d'initiative pour l'environnement du cotentin centre départemental de documentation Pédagogique (Manche

. www.cpiecotentin.com/littoral/pollution/pollution.htm). Consulté le 24/04/2011

- [9] : la mer méditerranée, 2000,

www.polmar.com/guidelamer/mediterranee.htm, consulté le 24 mars 2011.

- [10] : anonyme :

www.arnobio2.com/pratique-bacteriologie-galerie-api.html, .consulté le 1 avril 2011.

Annexe

Produced with ScantOPDF

1. Composition des milieux de culture :

- **Eau peptonée exempte d'indole :**

| | |
|--|--------|
| Peptone bactériologique..... | 10 g, |
| Chlorure de sodium..... | 5 g, |
| Eau distillée..... | 1000ml |
| pH =7.2, autoclavage 15 minutes à 121°C .. | |

- **B.C.P.L (bouillon lactose au bromocresole-pourpre simple concentration):**

| | |
|--|----------|
| Peptone..... | 5 g. |
| Extrait de levure..... | 2g. |
| Lactose..... | 5g. |
| Pourpre de bromocresole..... | 0.025 g. |
| Agar..... | 15g. |
| Eau distillée..... | 1000 ml. |
| pH =6, autoclavage à 120°C pendant 20 minutes. | |

- **Milieu de Chapman :**

| | |
|---|----------|
| Peptone..... | 10g. |
| Extrait de viande de bœuf..... | 1 g. |
| Chlorure de sodium..... | 75 g. |
| Mannitol..... | 10g. |
| Rouge de phénol..... | 0.025 g. |
| Agar..... | 15g. |
| Eau distillée..... | 1000 ml. |
| pH = 7.5, autoclavage à 120°C pendant 20 minutes. | |

- **Milieu de Hektoen :**

| | |
|----------------------------------|---------|
| Protéase peptone..... | 12g. |
| Extrait de levure..... | 3.0 g. |
| Saccharose..... | 12.0 g. |
| Lactose..... | 2.0 g. |
| Solicine..... | 2.0 g. |
| Chlorure de sodium..... | 5.0 g. |
| Thio sulfate de sodium..... | 5 g. |
| Citrate ferrique ammoniacal..... | 5 g. |

| | |
|--------------------------|----------|
| Sels biliaires | 9.0 g. |
| Bleu de bromothymol..... | 0.064 g. |
| Fuchsine acide | 0.04 g. |
| Eau distillée..... | 1000 ml. |

pH=7.7±0.1, bouillir pendant 1 minute.

- **Gélose nutritive :**

| | |
|--------------------------|----------|
| Peptone | 5g. |
| Extrait de viande | 1g. |
| Extrait de levure | 2g. |
| Chlorure de sodium | 5 g. |
| Agar | 15g. |
| Eau distillée..... | 1000 ml. |

pH =7.4, autoclavage à 121°C pendant 15 minutes.

- **Rothe (bouillon glucose l'acide de sodium) :**

| | |
|--|---------|
| Peptone..... | 20 g. |
| Glucose..... | 5 g. |
| Chlorure de sodium | 5g. |
| Monohydrogénophosphate de potassium..... | 2.7 g. |
| Diohydrogénophosphate de potassium..... | 2.7 g. |
| Azide de sodium | 0.2 g. |
| Eau distillée..... | 1000ml. |

pH =6.8 autoclavage 15 minutes à 121°C.

- **Eva-Litsky :**

| | |
|-------------------------------|---------|
| Peptone..... | 20g. |
| Glucose..... | 5g. |
| Chlorure de sodium | 5g. |
| Phosphate bi potassique | 2.7 g. |
| Azosphate de sodium..... | 0.3 g. |
| Ethyle- vliote..... | 5g. |
| Eau distillée..... | 1000ml. |

pH =7, autoclavage 20 minutes à 120°C.

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

| | |
|------------------------|---------|
| Tryptone..... | 5g. |
| Glucose | 1g. |
| Extrait de levure..... | 2.5 g. |
| Gélose | 15g. |
| Eau distillée..... | 1000ml. |

pH =7, autoclavage 20 minutes à 120°C.

- **Viande foie (VF):**

- Base viande foie.....30g
- Glucose
- Amidon
- Agar
- Eau distillée

| | |
|---------------------|---------|
| Glucose | 2g |
| Amidon | 2g |
| Agar | 1g |
| Eau distillée | 1000 ml |

2. Réactifs :

- **Réactif TDA :** pour la recherche de tryptophane désaminase :

| | |
|-------------------------|-------|
| Perchlorure de fer..... | 3.4 g |
| Eau distillée..... | 100ml |

- **Réactif IND :** pour la recherche de l'indole :

| | |
|------------------------------------|---------|
| Paradiméthylaminobenzaldéhyde..... | 5.0g |
| Alcool isoamylique..... | 75.0 ml |
| HCL | 37% |

- **Réactif de Voges Proskauer (VP) :** pour la recherche de l'acétone :

- **VP 1 :**

| | |
|-----------------------------|---------|
| Hydroxyde de potassium..... | 40 g. |
| Eau distillée..... | 100 ml. |

- **VP 2 :**

| | |
|--------------------|--------|
| Alpha naphтол..... | 6 g. |
| Ethanol | 100ml. |

- **Réactif Kovac :** pour la recherche de l'indole.

| | |
|------------------------------------|-------|
| P-diméthyle aminobenzaldéhyde..... | 7g. |
| Alcool amylique..... | 75ml. |
| Acide chlorhydrique concentré..... | 20ml. |

3. Coloration de Gram :

- **Lugol** : Elle est utilisée sur la coloration de Gram pour fixer le colorant.

-Iode.....1g.

-Iodure de potassium.....2g.

Eau distillée.....3g.

- **Violet de gentiane** : Elle est utilisée pour colorer les bactéries.

-violet de gentiane.....1g.

-Ethanol à 90%.....1ml.

-phénol.....2g.

-Eau distillée.....100ml

4. Tableaux supplémentaires des résultats :

Tab. 1 : Evolution de la température dans les sites de prélèvement.

| | Site1 | Site2 | Site3 |
|--------------|---------|---------|-------|
| Avril | 19.3° C | 19.8° C | 22° C |
| Mai | 22° C | 17° C | 20° C |

Tab. 2 : Evolution du pH dans les sites de prélèvement.

| | Site1 | Site2 | Site3 |
|--------------|-------|-------|-------|
| Avril | 7.35 | 7.36 | 7.32 |
| Mai | 7.2 | 8.6 | 7.6 |

Tab. 3 : Evaluation du nombre des coliformes totaux dans les sites de prélèvement.

| | Site1 | Site2 | Site3 |
|--------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Avril | 3 bactérie/ml | 14000000 bactérie/ml | 2000 bactérie/ml |
| Mai | 14000000 bactérie/ml | 14000000 bactérie/ml | 14000000 bactérie/ml |

Tab. 4 : Evaluation du nombre des coliformes thermotolérants dans les sites de prélèvement.

| | Site1 | Site2 | Site3 |
|--------------|---------------|--------------------|------------------|
| Avril | 3 bactérie/ml | 400000 bactérie/ml | 1100 bactérie/ml |
| Mai | 3 bactérie/ml | 60000 bactérie/ml | 300 bactérie/ml |

Tab. 5 : Evaluation du nombre des streptocoques fécaux dans les sites de prélèvement.

| | Site1 | Site2 | Site3 |
|--------------|--------------------|--------------------|------------------|
| Avril | 700 bactérie/ml | 110000 bactérie/ml | 2500 bactérie/ml |
| Mai | 140000 bactérie/ml | 140000 bactérie/ml | 9500 bactérie/ml |

5. La table de Mac-Grady :

Tab. 6: Table de Mac-Grady.

| Nombre caractéristique | Nombre de microorganisme | Nombre caractéristique | Nombre de microorganisme |
|------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|
| 000 | 0.0 | 222 | 3.5 |
| 001 | 0.3 | 223 | 4.0 |
| 010 | 0.3 | 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 | | |

6. Tableaux des API système :

Tab. 7: Lecture et interprétation des résultats de l'API 20 E

| Tests | Substrat | Caractère recherché | Résultats | |
|----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--|------------------------|
| | | | Négatif | Positif |
| ONPG | Ortho-nitro-phenyl-galactoside | Beta-galactosidase | Incolore | Jaune |
| ADH | Arginine | Arginine dihydrolase | Jaune | Rouge/orangé |
| LDC | Lysine | Lysine décarboxylase | Jaune | Orangé |
| ODC | Ornithine | Ornithine décarboxylase | Jaune | Rouge/orangé |
| CIT | Citrate de sodium | Utilisation du citrate | Vert pâle/jaune | Bleu-vert/vert |
| H ₂ S | Thiosulfate de sodium | Production d'H ₂ S | Incolore/grisâtre | Dépôt noir/ fin liseré |
| URE | Urée | Uréase | Jaune | Rouge/orangé |
| TDA | Tryptophane | Tryptophane désaminase | TDA / Immédiat | |
| | | | jaune | Marron foncé |
| IND | Tryptophane | Production d'indole | IND / 2 mn. maxi | |
| | | | jaune | Anneau rouge |
| VP | Pyruvate de sodium | Production d'acétoïne | VP 1 + VP 2 / 10 mn | |
| | | | incolore | Rosé-rouge |
| GEL | Gélatine de Kohn | Gélatinase | Nou diffusion | |
| | | | Diffusion du pigment noir | |
| GLU | Glucose | Fermentation/oxydation | Bleu/bleu-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 | Saccharose | Fermentation/oxydation | Bleu/bleu-vert | Jaune |
| MEL | Melibiose | Fermentation/oxydation | Bleu/bleu-vert | Jaune |
| AMY | Amygdaline | Fermentation/oxydation | Bleu/bleu-vert | Jaune |
| ARA | Arabinose | Fermentation/oxydation | Bleu/bleu-vert | Jaune |
| Ox | Sur papier filtre | Cytochrome-oxydase | Ox / 5-10 mn | |
| | | | incolore | Anneau violet |
| NO ₃ -NO ₂ | Tube GLU | Production de NO ₂ | NIT 1 + NIT 2 / 2-3 mn | |
| | | | jaune | Rouge |
| | | Réduction au stade N ₂ | Zn | |
| | | | Rouge | Jaune |
| MOB | Microscope | Mobilité | Immobile | Mobilité |
| MAC | Milieu de MacConkey | Culture sur | Absence | Présence |
| OF | Glucose | Fermentation : sous huile | Vert | Jaune |
| | | Oxydation : à l'air | Vert | Jaune |
| CAT | | Possession d'une catalase | H ₂ O ₂ / 1-2 mn | |
| | | | Pas de bulles | Bulles |

Tab. 9: Lecture et interprétation de l'API Staph.

| Tests | Substrat | Caractère recherché | Résultats | | |
|-------|------------------------------------|--|------------------------------|---------------|---------------------------------------|
| | | | Négatif | Positif | |
| 0 | Aucun | Témoin négatif | Rouge | - | |
| GLU | D-glucose | Témoin positif | Rouge | Jaune | |
| FRU | D-fructose | Acidification à partir du carbohydate | | | |
| MNE | D-mannose | | | | |
| MAL | Maltose | | | | |
| LAC | Lactose | | | | |
| TRE | D-tréhalose | | | | |
| MAN | D-mannitol | | | | |
| XLI | Xylitol | | | | |
| MEL | D-mélibiose | | | | |
| NIT | Nitrate de potassium | | | | Réduction des nitrates en nitrites |
| | | | | Incolore/rose | Rouge |
| PAL | β -naphthyl ac.phosphate | Phosphatase alcaline | ZYM A + ZYM B / 10 mm | | |
| | | | Jaune | Violet | |
| VP | Pyruvate de sodium | Production d'acétyl méthyl-carbonyl | VP 1 + VP 2 / 10 mm | | |
| | | | Incolore/rose | Violet/rose | |
| RAF | Raffinose | Acidification à partir du carbohydate | Rouge | Jaune | |
| XYL | Xylose | | | | |
| SAC | Saccharose | | | | |
| MDG | α -méthyl-D- glucosamine | | | | |
| NAG | N-acétyl-glucosamine | | | | |
| ADH | Arginine | Arginine dihydrolase | Jaune | Orange/rouge | |
| URE | Urée | Uréase | Jaune | Rouge/violet | |

Tab. 8: Lecture et interprétation de l'Api 20 NE.

| Tests | Substrat | Enzymes/Réactions | Résultats | |
|-----------------|-------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| | | | Négatif | Positif |
| NO ₃ | Nitrate de potassium | Réduction des nitrates en nitrites | NTI 1 + NTI 2 / 5 mm | |
| | | Réduction des nitrates en azote | Incolore | Rose-rouge |
| TRP | Tryptophane | Formation d'indole | ZN / 5 mm | |
| | | | Rose | Incolore |
| GLU | Glucose | Fermentation | Incolore | Goutte rouge |
| ADH | Arginine | Arginine dihydrolase | Bleu à vert | Jaune |
| URE | Urée | Uréase | Jaune | Orange/rose/rouge |
| ESC | Esculine | Hydrolyse | Jaune | Orange/rose/rouge |
| GEL | Gélatine | Hydrolyse | Pas de diffusion du pigment | Gris/marron/noir |
| PNPG | p-nitro-phényl-βD-galactopyranoside | β-galactosidase | Incolore | Diffusion du pigment noir |
| GLU | Glucose | Assimilation | Incolore | Jaune |
| ARA | Arabiose | | | |
| MNE | Mannose | | | |
| MAN | Mannitol | | | |
| NAG | N-acétyl-glucosamine | | | |
| MAL | Maltose | | | |
| GNT | Gluconate | | | |
| CAP | Caprate | | | |
| ADI | Adipate | | | |
| MLT | Malate | | | |
| CIT | Citrate | | | |
| PAC | Phényl-acétate | | | |
| Ox | Tetraméthyl-p-phenylène diamine | | | |
| | | | Incolore | Violet |

7. Décret sur la qualité requise pour les eaux de baignades :

Décret exécutif n° 93-164 du 10 juillet 1993 définissant la qualité requise des eaux de baignade

Le Chef du Gouvernement,

Sur le rapport du ministre de l'éducation nationale,

Vu la Constitution, notamment ses articles 81 et 116;

Vu l'ordonnance n°76-80 du 23 octobre 1976 portant code maritime;

Vu la loi n°83-03 du 5 février 1983 relative à la protection de l'environnement;

Vu la loi n°83-17 du 16 juillet 1983 relative au code des eaux;

Vu la loi n°85-05 du 16 février 1985, modifiée, relative à la protection et à la promotion de la santé;

Vu la loi n°89-23 du 19 décembre 1989 relative à la normalisation;

Vu le décret n°83-457 du 23 juillet 1983 portant création de l'agence nationale pour la protection de l'environnement (ANPE);

Vu le décret n°85-13 du 26 janvier 1985 fixant les conditions d'utilisation des plages;

Vu le décret présidentiel n°92-304 du 8 juillet 1992 portant nomination du Chef du Gouvernement

Vu le décret présidentiel n°92-307 portant nomination des membres du Gouvernement;

Vu le décret exécutif n°92-489 du 28 décembre 1992 fixant les attributions du ministre de l'éducation nationale;

Décète:

Article 1er. - Le présent décret a pour objet de définir la qualité des eaux de baignade à l'exception des eaux destinées aux usages thérapeutiques et des eaux de piscine.

Art. 2. - Au sens du présent décret on entend par:

- "eaux de baignade" les eaux ou parties de celles-ci douces, courantes ou stagnantes ainsi que l'eau de mer, dans lesquelles la baignade est autorisée ou n'est pas interdite et habituellement pratiquée par un nombre important de baigneurs,

- "zone de baignade" l'endroit où se trouvent des eaux de baignade.

Art. 3. - La qualité des eaux de baignade doit satisfaire aux paramètres microbiologiques et physico-chimiques indiqués à l'annexe du présent décret. Les méthodes d'échantillonnage, de conservation, de manipulation et d'analyses des échantillons sont effectuées selon les normes algériennes en vigueur.

Art. 4. - La fréquence minimale des prélèvements, le nombre minimal d'échantillons et d'analyses sont déterminés par arrêté conjoint du ministre chargé de l'environnement et des ministres concernés.

Art. 5. - Lorsque la qualité des eaux de baignade ne satisfait pas aux paramètres prévues à l'annexe du présent décret, le wali territorialement compétent interdit la baignade pour cause de pollution.

Art. 6. - L'agence nationale pour la protection de l'environnement (A.N.P.E) est chargée d'effectuer les opérations de surveillance de la qualité des eaux de baignade et ce, en liaison avec les organismes et institutions concernés. Elle peut, à cet effet, faire appel à des laboratoires agréés conformément à la réglementation en vigueur, agissant sous sa direction et son contrôle.

Art. 7. - Le présent décret sera publié au Journal officiel de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 10 juillet 1993.

Bélaïd ABDESSELAM.

ANNEXE

QUALITE REQUISE DES EAUX DE BAINADE PARAMETRES UNITES

VALEURS GUIDES VALEURS LIMITES MICROBIOLOGIQUES

PARAMETRES UNITES VALEURS

GUIDES VALEURS LIMITES

MICROBIOLOGIQUES

1. Coliformes totaux /100 ml 500 10.000
2. Coliformes fécaux /100 ml 100 2.000
3. Streptocoques /100 ml 100 -
4. Salmonelles 1 L - 0
5. Entérovirus PFU/1 OL - 0
6. Vibrion cholérique /450 ml - 0

PHYSICO-CHIMIQUES

7. Coloration mg/l - Pas de changement anormal de la couleur
8. Huiles minérales mg/l - Pas de film visible a la surface de l'eau et absence d'odeur
9. Substances tensio-actives réagissant au bleu de méthylène mg/l > 0,3 Pas de mousse persistante

10. Phénols (indice phénol) mg/l $C_6H_5O_4 > 0,005$ 0,05 et aucune odeur spécifique
 11. Transparence M 2 1
 12. Résidus goudronneux et matières flottantes (bois, plastique, bouteille et toute autre matière débris ou éclats) - - Absence
 13. P.H - - 6-8
 14. Oxygène dissous % saturation en oxygène - 80-120
 15. Autres substances- - Ne doit pas contenir de substances susceptibles de nuire à la santé des baigneurs.
1. Les concentrations inférieures ou égales aux valeurs guides indiquent une eau de bonne qualité.
 2. Les eaux dont les concentrations sont comprises entre les valeurs guides et les valeurs limites sont de qualité acceptable et doivent faire l'objet d'une surveillance continue.

Produced with ScanTopDF

Abstract:

Last few years humanity finds itself in a population explosion, industrial expansion and an alarming increase of pollution which has led to dramatic consequences on public health and marine ecosystems.

Our study was conducted to assess the bacteriological pollution of beaches St. Cloud, H'naya and the port city of Annaba. The analysis was focused mainly on the quantification of fecal indicator bacteria as total coliforms, fecal coliforms and fecal streptococci, pathogenic bacteria and sulfite-reducers *Clostridium*.

The research for pathogenic bacteria has been focused on a few bacterial genus: *Vibrio*, *Salmonella* and *Staphylococcus*.

The results obtained show that St. Cloud is a momentarily polluted beach (weather and urban flows out swimming season), the port is extremely polluted harbor area (cargo ships, fishing etc And urban flows) and also temporarily polluted H'naya (zone of farming, runoff during the rain). Furthermore, identification tests, to which all strains were submitted, have identified the following genus: *Escherichia*, *Salmonella*, *Enterobacter*, *Micrococcus* and *Mycobacterium*.

Finally the realization of sewage is the most effective way to limit pollution of sea water.

Key words: Annaba, bacteriological analysis, pollution, sea water, pathogenic bacteria, fecal indicator bacteria.

Produced with Scantopdf

ملخص:

النمو الصناعي و الديموغرافي الذي شهده البشر في الأونة الأخيرة تسبب في تلوث المحيط مما اثر على صحة الشعوب والمجتمعات .

أجريت هذه الدراسة على ثلاث محطات شاطئ القديس كلو ،ميناء عنابة و شاطئ الحناية من اجل البحث عن مؤشرات التلوث المتمثلة في القولونيات، القولونيات البرازية، العقديات البرازية، اللاهوانيات مرجعات السلفيت، و بعض البكتريا الممرضة.

النتائج المحصل عليها أثبتت أن شاطئ القديس كلو ملوث أحيانا حسب الظروف المناخية أما بالنسبة للميناء فهو جد ملوث و فيما يخص شاطئ الحناية فملوث بسبب النشاط الفلاحي للمنطقة كما وجدنا بعض البكتريا المتمثلة في:

E. coli, Salmonella arezoniae, Enterobacter aerogenes, Pasteurella, Micrococcus ssp
Mycobacterium kansasii, Mycobacterium phlei

هذه الدراسة أجريت من اجل تقييم الحالة الصحية لهذا النظام البيئي لغرض حمايته من التلوث ولقد استخلصنا ضرورة إنشاء محطات تصفية المياه القذرة قبل توريدها في الطرقة.

الكلمات المفتاح: عنابة، التحليل البكتريولوجية، التلوث، مياه البحر، مؤشرات التلوث البرازي، البكتريا الممرضة.