

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

570288

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET 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



20/6/15

MEMOIRE DE MASTER

Domaine : Science de la Nature et de la Vie

Filière : Microbiologie-Ecologie

Spécialité(Option) : Microbiologie : Eau, Santé et Environnement

Thème :

*Evaluation de la qualité physico-chimique et  
microbiologique de l'eau de baignade de la région de Guelma*

*(Piscines et retenus naturelles)*

Présenté par :

- BOUDOUDA Radja
- KHERCHICHE Fawzia

Membres de jury :

Président	: Mr. HOUHAMDI Moussa	Professeur	Université de Guelma.
Examineur 1:	M <sup>me</sup> . BENHALIMA Lamia	M A B	Université de Guelma.
Examineur 1:	M <sup>me</sup> . BOUMAAZA Awatef	M A B	Université de Guelma.
Encadreur	: Mr. DJEKOUNE Mohamed	M CA	Université de Guelma.

Juin 2012

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET 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



MEMOIRE DE MASTER

Domaine : Science de la Nature et de la Vie

Filière : Microbiologie-Ecologie

Spécialité(Option) : Microbiologie : Eau, Santé et Environnement

Thème :

*Evaluation de la qualité physico-chimique et  
microbiologique de l'eau de baignade de la région de Guelma*

*(Piscines et retenus naturelles)*

Présenté par :

- BOUDOUDA Radja
- KHERCHICHE Fawzia

Membres de jury :

Président	: Mr. HOUHAMDI Moussa	Professeur	Université de Guelma.
Examineur 1:	M <sup>me</sup> . BENHALIMA Lamia	M A B	Université de Guelma.
Examineur 1:	M <sup>me</sup> . BOUMAAZA Awatef	M A B	Université de Guelma.
Encadreur	: Mr. DJEKOUNE Mohamed	M C A	Université de Guelma.

Juin 2012

## Remerciements

*Nous remercions le **Dieu** le Miséricordieux qui nous a éclairé la voix de la science et de la connaissance et par sa grâce on a réussi à achever ce travail.*

*Nos reconnaissances, nos vives gratitudees et nos sincères remerciements vont à Monsieur **HOUHAMDI Moussa**, Professeur au département de Biologie, d'avoir bien accepté de présider ce jury.*

*Nous tenons à remercier Mandâmes **BENHALIMA Lamia**, **BOUMAAZA Awatef** Maîtres assistantes au Département de biologie à l'Université de Guelma pour avoir exprimé son entière disponibilité à participer à ce jury et examiner ce mémoire.*

*Nos vifs remerciements s'adressent à Monsieur **DJEKOUN Mohamed**, Docteur au département de Biologie à l'Université de Guelma, qui nous a fait l'honneur de nous diriger et nous guider avec patience et gentillesse tout au long de la réalisation de ce travail. Ses encouragements, sa disponibilité constante et surtout ses conseils nous ont été d'une précieuse aide.*

*On remercie également Monsieur **NEMOUCH Amat**, Madame **BECHICHE Zohra**, responsables de laboratoire de chimie à l'Université de Guelma, pour leurs aides durant la réalisation de ce travail.*

*Nos sincères remerciements vont à tous les enseignants de la faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers de l'Université de Guelma qui ont contribué à notre formation, et les responsables de laboratoire du Département surtout Melle. **Houria**.*

*N'oublions pas aussi de remercier Monsieur **Kebieche hassen**, chef de laboratoire de la direction de la santé de la Wilaya de Guelma ; ainsi que l'ensemble de l'équipe de la DDS, pour leur accueil bienveillant et leurs conseils avisés, et cela malgré leur emploi du temps chargé.*

*Nous adressons également un grand remerciement à nos cher parents qui nous ont soutenus durant toute notre formation*

*En fin, nous exprimons tous le bonheur du monde à nos collègues de la promotion sortante 2012 du Master Eau, Santé et Environnement.*

**Fawzia**

**Rafja**

Introduction

**Chapitre I: description de site**

1. Localisation géographique.....1

2. Etude climatologique.....2

2.1. La température.....2

2.2. La précipitation.....3

2.3. La relation température-précipitation.....3

2.4. Synthèse climatique.....4

3. Géomorphologie générale..... 5

4. La flore et la faune.....6

4.1. La flore.....6

4.2. La faune.....7

5. Hydrologie.....7

5.1. Le réseau hydrographique.....7

5.2. Les sites de baignade.....8

5.2.1. Les sites naturels.....9

5.2.2. Les sites artificiels.....9

a. Les piscines.....9

b. Les eaux thermales.....10

5.3. Les différents sites de baignades dans la région de Guelma.....10

**Chapitre II: descripteurs physico-chimiques**

1. Caractéristiques physicochimiques.....12

1.1. Mesure in situ.....12

1.1.1. Le pH.....12

1.1.2. La température.....13

1.1.3. La conductivité.....13

1.2. Les mesure au laboratoire.....13

1.2.1. La turbidité.....13

1.2.2. L'Oxygène dissous.....14

1.2.3. La demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>).....14

1.2.4. La demande chimique en oxygène (DCO).....14



# Table de matières

- 1.2.5. L'oxydabilité.....15
- 1.2.6. L'azote ammoniacal.....15
- 1.2.7. Les nitrites.....15
- 1.2.8. Les nitrates.....15
- 1.2.9. Phosphore minéral dissous.....15
- 1.2.10. Le chlorure  $Cl^{-2}$ .....16
- 2. Caractéristiques microbiologiques.....16
- 2.1. Bactéries indicatrices de contamination.....17
  - a. Les coliformes totaux.....17
  - b. Coliformes fécaux.....17
  - c. *Escherichia coli*.....17
  - d. Les streptocoques fécaux.....17
- 2.2. Les germes pathogènes.....18
  - a. *Salmonella*.....18
  - b. *Vibrio*.....18
- 2.3. La flore fongique.....18
  - a- Les champignons.....18
  - b- les levures.....18

## Chapitre III: Les maladies à transmission hydrique

- 1. La pollution hydrique.....19
  - 1.1. La pollution physique.....19
  - 1.2. La pollution chimique.....19
  - 1.3. La pollution microbiologique.....20
- 2. Les maladies à transmission hydrique.....20
  - 2.1. Définition.....20
  - 2.2. Les maladies d'origine microbiologiques.....21
    - 2.2.1. Fièvres typhoïdes et paratyphoïdes.....21
    - 2.2.2. Choléra.....21

2.2.3. Les gastroentérites aiguës et diarrhées.....	21
2.2.4. Les dermatoses .....	22
2.2.5. L'otite externe .....	23
2.2.6. La conjonctivite .....	23
2.3. Les maladies attribuées à l'eau d'origine chimique.....	23
2.3.1. Plomb.....	23
2.3.2. Nitrate.....	24
2.3.2. Soufre.....	24
2.3.3. Chlore.....	25
3. Statistique des MTH dans la wilaya de Guelma (2005-2011).....	27

### Chapitre VI: matériel et méthodes

1. Prélèvements et choix des stations .....	29
1.1. Choix de stations.....	29
1.2. Les prélèvements.....	30
2. Les paramètres physico-chimiques.....	32
2.1. Mesure de la température et du pH.....	32
2.2. Chlorure Cl.....	32
2.3. La demande chimique en oxygène DCO.....	32
2.4. Dosage de nitrate NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> .....	33
2.5. Dosage de l'ammonium NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> .....	34
3. Analyse bactériologique de l'eau de baignade.....	35
3.1. Dénombrement de la microflore aérobie mésophile totale (germes totaux).....	35
3.2. Dénombrement des indicateurs de contamination fécale.....	37
3.2.1. La recherche des coliformes totaux et fécaux.....	37
3.2.2. La recherche des streptocoques totaux et fécaux.....	39
3.3. Dénombrement des spores des anaérobies sulfite réducteurs (ARS).....	39
3.4. Recherche des germes pathogènes.....	44
3.4.1. Recherche des Salmonelles.....	44
3.4.2. Recherche des <i>Vibrio</i> .....	46
3.4.3. Recherche des Staphylocoques pathogènes ( <i>Staphylococcus aureus</i> ).....	48

3.4.4. Recherche des *Pseudomonas* .....50  
 4. Tests d'identifications complémentaires .....50  
 5. Recherche de *Candida* et des champignons .....52

*Chapitre V: résultats et discussion*

1. Evolution de la température dans les sites de prélèvement.....53  
 2. Evolution du pH dans les sites de prélèvement .....53  
 3 La demande chimique en oxygène (DCO) .....54  
 4. Les chlorures.....55  
 5. Les nitrates.....55  
 6. Ammonium.....56  
 7. Evaluation de la flore mésophile totale .....57  
 8. Evaluation du nombre des coliformes totaux .....57  
 9. Evaluation du nombre de coliformes thermotolérants.....58  
 10. Evaluation du nombre de streptocoques fécaux .....59  
 11. Evaluation du nombre des spores des anaérobies sulfite réducteurs .....59  
 12. Identifications complémentaires des bactéries .....60  
 12.1. Sur milieu Chapman .....60  
 12.2. Sur milieu GNAB.....61  
 12.3. Sur milieu Hectoen / SS / Mac Conkey .....62  
 12.4. Sur les milieux King A et King B.....62  
 13. Identification des levures et des champignons.....64  
 14. Résultats du profil biochimique des bactéries.....65

Conclusion et perspective

Referens bibliographiques

Annexe

Résumé

Abstrat

ملخص

## Liste d'abréviation

<b>ASR</b>	Anaérobies sulfitoréducteurs
<b>BCPL</b>	Bouillon lactose au pourpre de bromocrésol
<b>°C</b>	Degré Celsius
<b>CF</b>	Coliforme fécaux
<b>Cl</b>	Chlorure
<b>CSR</b>	<b>Clostridium sulfato-réducteur</b>
<b>CT</b>	Coliforme totaux
<b>D /C</b>	Double concentration
<b>E</b>	Est
<b>E.coli</b>	<i>Escherichia coli</i>
<b>Eva Litsky</b>	Bouillon à l'éthyle violet et aide de sodium
<b>Fig</b>	Figure
<b>g /l</b>	Gramme par litre
<b>h</b>	Heure
<b>H<sub>2</sub>O</b>	Eau
<b>H<sub>2</sub>S</b>	Hydrogène sulfuré
<b>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub></b>	Eau oxygéné
<b>ha</b>	Hectare
<b>Km</b>	Kilomètre
<b>m</b>	Mètre
<b>mm</b>	Millimètre
<b>mn</b>	Minute
<b>m/s</b>	Mètre par seconde
<b>µm</b>	Micromètre
<b>µs</b>	Micro-Siemens
<b>mg/l</b>	Milligramme par litre
<b>MES</b>	Matière en suspension
<b>N</b>	Nord
<b>Na cl</b>	Chlore de soduim
<b>nm</b>	Nanomètre
<b>NH<sub>3</sub></b>	Ammoniac
<b>NH<sub>4</sub></b>	Ammonuim



<b>NO<sub>2</sub></b>	Dioxyde d'azote
<b>NPP</b>	Nombre le plus probable
<b>NTU</b>	Nephelometric turbidity unit
<b>O<sub>2</sub></b>	Oxygène
<b>OPOW</b>	Office du Park Olympique de la Wilaya de Guelma
<b>OMS</b>	Organisation mondiale de santé
<b>ONPG</b>	Ortho-Nitrophényle-B-D-Galactosidase
<b>pH</b>	Potentielle Hydrogène
<b>PHWE</b>	Pressurized hot water extraction
<b>PO<sub>4</sub></b>	Phosphate
<b>RM</b>	Rouge de méthyle
<b>RN</b>	Route Nationale
<b>Roth</b>	Bouillon à l'azide de sodium
<b>S /C</b>	Simple Concentration
<b>SF</b>	Streptocoque Fécaux
<b>Sp</b>	Espèce
<b>SS</b>	<i>Salmonella-Shigella</i>
<b>T</b>	Température
<b>Tab</b>	Tableau
<b>TDA</b>	Tryptophane décarboxylase
<b>TDS</b>	Taux des sels dissous
<b>TH</b>	Dureté totale
<b>TGEA</b>	Tryptone-Glucose-Extrait de levure-Agar
<b>TSI</b>	Triple Sagar Iron
<b>UFC</b>	Unité formant colonie
<b>VF</b>	Viande foie
<b>VP</b>	Voges Proskawer

## Liste des figures

N° de fig	Titre de figure	Page
1	Localisation géographique de la région de Guelma.	1
2	Diagramme pluviothermique de la ville de Guelma (1999-2009)	4
3	Situation de la ville de Guelma dans le climagramme d'Emberger (1999-2009).	5
4	Géomorphologie de la région de Guelma.	6
5	Réseau hydrographique.	8
6	Statistique des MTH dans la wilaya de Guelma (2005-2011).	27
7	Localisation géographique des sites.	29
8	La digue de Rasfa.	31
9	Le Bassin du complexe de Hamman Debagh.	31
10	La Piscine de l'OPOW.	31
11	Dénombrement des micro-organismes revivifiables à 22 et à 37°C dans les eaux.	37
12	Recherche et dénombrement des coliformes totaux et les coliformes fécaux.	41
13	Recherche et dénombrement des streptocoques totaux et les streptocoques fécaux.	42
14	Recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfite réducteurs (ASR).	43
15	Recherche et identification des salmonelles.	45
16	Recherche des <i>Vibrio</i> dans l'eau.	47
17	Recherche et identification des Staphylocoques pathogènes ( <i>S. aureus</i> ).	49
18	Evolution de la température dans les sites de prélèvements.	53
19	Evolution du pH dans les sites de prélèvements.	54
20	La variation de la demande chimique en oxygène en fonction des sites de prélèvement.	54
21	La variation de chlorure en fonction des sites de prélèvement.	55
22	La variation de nitrate en fonction des sites de prélèvement.	56
23	La variation de l'ammonium en fonction des sites.	56
24	Evaluation du nombre de coliformes totaux dans les sites de prélèvements.	58
25	Evaluation du nombre de coliformes thermotolérants dans les sites de prélèvement.	58
26	Evaluation du nombre de streptocoques fécaux dans les sites de prélèvement.	59
27	Les colonies de <i>S.aureus</i> sur le milieu chapman.	63

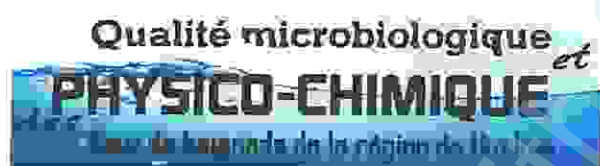
28	Les colonies obtenues sur le milieu Hectoën et SS.	63
29	Les colonies de <i>S. arizonae</i> sur le milieu Hectoën.	63
30	Les colonies de <i>Pseudomonas</i> sur le milieu GNAB.	63
31	Bacille Gram (-).	63
32	Cocci en amas Gram (+).	63
33	Les colonies de <i>Clostridium</i> obtenues sur le milieu VF.	64
34	Profilé biochimique de <i>Enterobacter cloacae</i> .	66
35	Profilé biochimique de <i>Citrobacter freundii</i> .	66
36	Profilé biochimique de <i>salmonella arizonae</i> .	66
37	Profilé biochimique de <i>Enterobacter aerogenes</i> .	67
38	Profilé biochimique de <i>Escherichia coli</i> .	67
39	Profilé biochimique de <i>Micrococcus spp.</i>	67

Produced with Scantopdf

## Liste des tableaux

N° du tab	Titre du tableau	Page
1	Données météorologique de la région de Guelma (ONM).	2
2	Température moyenne mensuelle la région de Guelma (1994-2008).	2
3	Répartition des précipitations moyennes saisonnières (station de Guelma, 1994-2008).	3
4	Les trois milieux qui composent une piscine.	9
5	les principales bactéries responsables de gastroentérites.	22
6	Germes pathogènes susceptible d'être rencontrés dans les bassins de natation.	26
7	Résumé des fréquences de prélèvements.	30
8	Evaluation du nombre de la flore mésophile totale dans les sites de prélèvement.	57
9	Evaluation du nombre des spores des ASR dans les sites de prélèvement.	60
10	Différentes caractéristiques des colonies cultivées sur milieu Chapman.	60
11	Différentes caractéristiques des colonies cultivées sur milieu GNAB.	61
12	Différentes caractéristiques des colonies cultivées sur milieu Hectoen/SS/ Mac Conkey.	62
13	Différentes caractéristiques des colonies cultivées sur milieu King A King B.	67
14	Différentes caractéristiques des colonies cultivées sur milieu Sabouraud	64
15	Liste des bactéries identifiées dans les différents milieux de cultures.	65
16	Table de NPP.	Annexe
17	Tableau de lecture de l'APi 20E.	Annexe
18	Tableau de lecture de l'APi20 Staph.	Annexe
19	Normes fixés pour les eaux de baignades naturelles.	Annexe
20	Normes fixés pour les eaux des piscines.	Annexe
21	Norme de la qualité des eaux de baignade en nitrate.	Annexe





# Introduction

Produced with ScanTOPDF

Dans tous l'univers, il y a une molécule que l'homme cherche avidement, à cause de sa grande importance dans la vie biologique. Sa formule, peut s'écrire de façon très simple :  $H_2O$ , l'eau. Derrière ce mot peut se cacher un monde très vaste, c'est le monde des microorganismes qui pose, par leur présence dans l'eau, un véritable problème pour la santé humaine.

La Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE) adoptée en 2000 précise que « l'eau n'est pas un bien marchand comme les autres mais un patrimoine qu'il faut protéger, défendre et traiter comme tel ». Le caractère de bien commun de l'eau et sa capacité à remplir de nombreuses fonctions font la spécificité de cette ressource.

On peut évaluer la qualité de l'eau par rapport à son état d'origine (état patrimonial) mais celle-ci se définit le plus souvent par rapport à l'usage qu'on en fait. Les niveaux de qualité sont ainsi différents si l'eau est destinée à la production d'eau potable ou à un usage industriel ou de baignades. Il existe donc non pas une qualité mais des qualités de l'eau, selon l'usage et les normes qui lui correspondent.

Pendant la période estivale, la baignade et les activités récréatives liées à l'eau sont très pratiquées dans les rivières et les lacs intérieurs qui sont parmi les destinations touristiques recherchées. A cette occasion, le public Algérien et étranger souhaite trouver un environnement accueillant, préservé des différentes formes de pollution ou de nuisance.

Ainsi, la qualité de l'eau de baignade représente un facteur de santé, mais est devenue également un élément important de développement touristique. la surveillance de cette qualité demeure une préoccupation constante des départements ministériels chargés de la santé et de l'environnement.

Les maladies associées à la baignade sont principalement des infections causées par des microorganismes (bactéries, virus et protozoaires) ayant contaminé les eaux. Les voies d'exposition sont la voie digestive, la voie cutanée ou l'inhalation. La contamination peut être aiguë ou chronique. Les effets sur la santé sont à long ou à court terme.

L'urgence de trouver des solutions pour la protection des eaux de baignades et de la santé des gens qui fréquentent ces sites de loisirs 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 microbiologique des eaux de baignades de la région de Guelma, et aussi l'évaluation de quelques paramètres physicochimiques qui sont la température, pH, DCO, nitrate, etc....

Afin de présenter l'étude menée en ce sens, le présent manuscrit s'articule en deux parties : l'une bibliographique, l'autre expérimentale.

Dans la partie bibliographique, la description du site de la région de Guelma constitue un premier chapitre.

Un second chapitre est quant à lui dédié à la présentation des descripteurs physico-chimiques et microbiologiques comme descripteurs hydriques; et un troisième chapitre concernant les maladies à transmission hydrique.

La partie expérimentale débute avec la présentation de la démarche entreprise qui tient lieu de préambule au chapitre "Matériel & Méthodes" proprement dit. Les chapitres "Résultats" et "Discussion" sont ensuite exposés avant de dresser un bilan de ces travaux au travers d'une conclusion générale et de présenter les perspectives d'études sur lesquelles ces travaux seraient susceptibles de déboucher.



# Chapitre I

Produced With ScantOPDF



## 1. Localisation géographique :

Guelma (CALAMA) est une petite ville de l'Est algérien (Fig.1) d'un nombre d'habitants avoisine les 44 000. Elle s'étend sur une superficie de  $3686 \text{ Km}^2$ . Elle se situe au Nord est de l'Algérie à 60 km environ de la méditerranée et à 600 km à l'Est d'Alger. Elle occupe une position médiane entre le Nord du pays, les hauts plateaux et le sud.

Elle est limitrophes aux wilayas de : Annaba au Nord (65 km), El Taref au Nord Est, Souk Ahras au Sud Est, Oum el Bouaghi au sud, Constantine (116 km) à l'Ouest et Skikda au Nord Ouest. (Zouaidia , 2006)

La Ville de Guelma se trouvant au carrefour de grandes villes comme Annaba, Skikda et Constantine, cette spécificité offre à cette ville une importance non négligeable dans le domaine industriel, que se soit agricole ou mécanique.

Guelma est aussi très connue par ses hammams, dont le plus connu, Hammam Maskoutains, qui est un pilier du tourisme Guelmi, sans oublier les vestiges romain de Calama qui constitue un héritage archéologique très important. [1]



Figure 1 : Localisation géographique de la région de Guelma

## 2. Etude climatologique :

Les facteurs climatiques jouent un rôle déterminant dans le régime des cours d'eau, et dans l'alimentation éventuelle des nappes souterraines.

Les données météorologiques récoltés de la station de Guelma ONM (Organisation National Météorologique), sur 15 ans (1994-2008) dont les données sont résumées dans le tab 1, nous permettent de caractériser le climat de la région.

**Tableau 1 : Données météorologique de la région de Guelma (ONM).**

Latitude	Altitude (m)	longitude	Période d'observation
36° 28'	227	07°28'E	1994-2008

### 2.1. La température :

La température est l'un des facteurs les plus importants du climat. Elle agit sur les répartitions d'eau qui s'opèrent par le phénomène de l'évapotranspiration et influe sur l'activité chimique et bactérienne.

L'étude des températures moyennes mensuelles et annuelles est primordiale, car c'est elle qui nous permet d'évaluer de déficit d'écoulement annuel et saisonnier.

Les données des températures moyennes mensuelles mesurées au niveau de la station de Guelma, sur une période de 15 ans sont consignées dans le tableau 2.

**Tableau 2: Température moyenne mensuelle la région de Guelma (1994-2008).**

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Ayr	Mai	Jun	Jui	Aout
T(°C)	23.56	19.83	14.33	10.87	9.76	10.19	12.47	14.84	19.65	24.25	27.16	27.51

Les températures moyennes mensuelles les plus élevées sont observées pendant la période allant de juin à octobre, avec des températures variantes de 20 à 27.51°C. Par contre les températures les plus basses (9 à 12.47°C) sont observées pendant la période hivernale (décembre à mars) avec un minimum enregistré pendant le mois de janvier 9.76°C.

## 2.2. La précipitation :

La précipitation désigne tout type d'eau qui tombe de ciel, sous forme liquide ou solide. Elle représente un facteur climatique très important qui conditionne l'écoulement saisonnier et par conséquent le régime des cours d'eau.

La répartition mensuelle recueillie à la station météorologique de Guelma sur une période de 17 ans (1994 – 20011) sont récapitulées dans le tab 3. La valeur maximale est observée au mois de janvier avec 102.03 mm et la valeur minimale au mois de juillet avec 2.96 mm.

**Tableau 3 : Répartition des précipitations moyennes saisonnières.**  
(Station de Guelma, 1994-2008).

Saison	Automne			Hiver			Printemps			Eté		
Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Aou
P (mm)	46.41	37.05	71.25	81.8	102.03	62.77	60.12	67.71	45.05	16.45	2.96	12.4
Moy(mm)	51.57			82.20			57.63			10.67		

Ce tableau montre que la saison hivernale est la plus pluvieuse avec une moyenne de 82.20 mm/mois, ce qui produit une charge de la nappe et une dilution des éléments chimiques, tandis que l'été est sec avec une faible recharge de 10.63 mm/mois, ce qui produit une évaporation et une concentration des éléments chimiques. Il en ressort que janvier est le mois le plus pluvieux et que juillet est le mois le plus sec.

## 2.3. La relation température-précipitation :

Selon Bagnouls et Gaussen, une période sèche est due aux croisements des courbes de température et des précipitations. Cette relation permet d'établir un histogramme pluviométrique sur le quel les températures sont portées à une échelle double des précipitations, (Fig. 2)

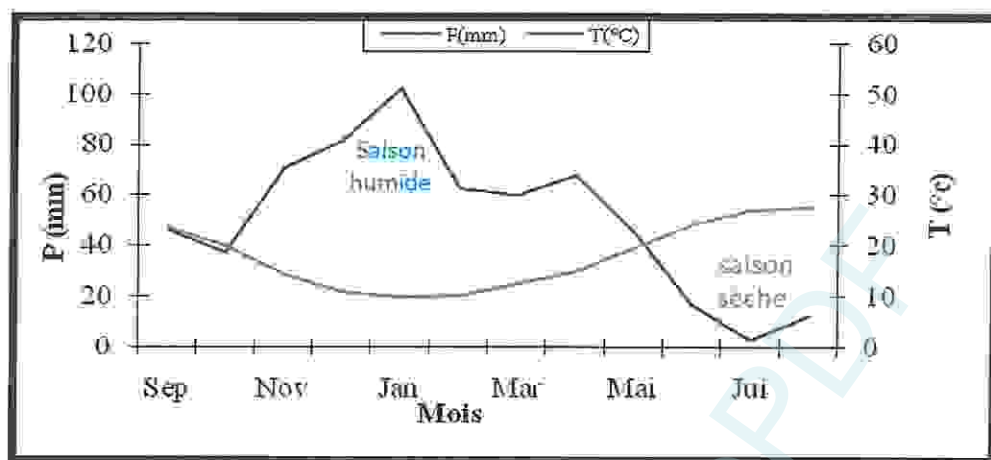


Figure 2 : Diagramme pluviothermique de la ville de Guelma (1999-2009).

D'après ce diagramme établi à partir des données des températures et des précipitations de la station de Guelma, on peut distinguer deux périodes :

- La première froide et humide, qui s'étale sur 8 mois, du mois d'octobre jusqu'au mois de mai.
- La seconde chaude et sèche qui s'étale sur 4 mois, du mois de juin jusqu'au mois de septembre.

La détermination de cette période est une grande importance pour la connaissance de la période déficitaire en eau.

#### 2.4. Synthèse climatique :

Selon Emberger (1963), la région méditerranéenne est subdivisée en cinq étages bioclimatiques. Pour déterminer l'étage bioclimatique de la zone d'étude (Guelma), il faut procéder au calcul du quotient pluviométrique d'Emberger ( $Q^2$ ).

$$Q^2 = 1000 \cdot P / \frac{(M+m) \cdot (M-m)}{2}$$

D'où :

**M** : Température maximale du mois le plus chaud ( $M = 36.34^\circ\text{C} = 309.34\text{K}$ )

**m** : Température minimale du mois le plus froid ( $m = 4.62^\circ\text{C} = 277.62\text{K}$ ).

**P** : Précipitation annuelle  $P = 606.1$ .



Notre région (Guelma) présente un  $Q^2=65.10$  ce qui la classe dans l'étage bioclimatique à végétation semi-aride à hiver frais. (Fig.3). (Cité in Haddad et al., 2009)

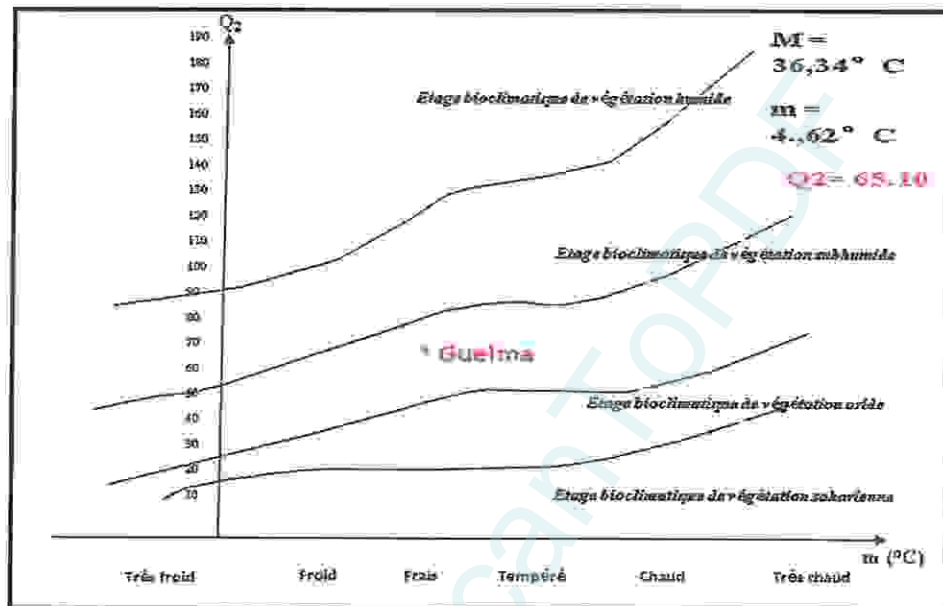


Figure 3: Situation de la ville de Guelma dans le climagramme d'Emberger (1999-2009).

### 3. Géomorphologie générale :

Le relief est composé dans sa majorité (32,82%) de montagnes dont les principales sont :

- Mahouna qui culmine à 1411 m,
- Houara qui culmine à 1 292 m,
- Taya (Bouhamdane) qui culmine à 1208 m,
- Débar qui culmine à 1060 m.

Le reste du relief est composé de plaines de plateaux (27,22%) de collines et de piémonts (26,29%) (Fig.4). (Cité in Benmarce, 2007)

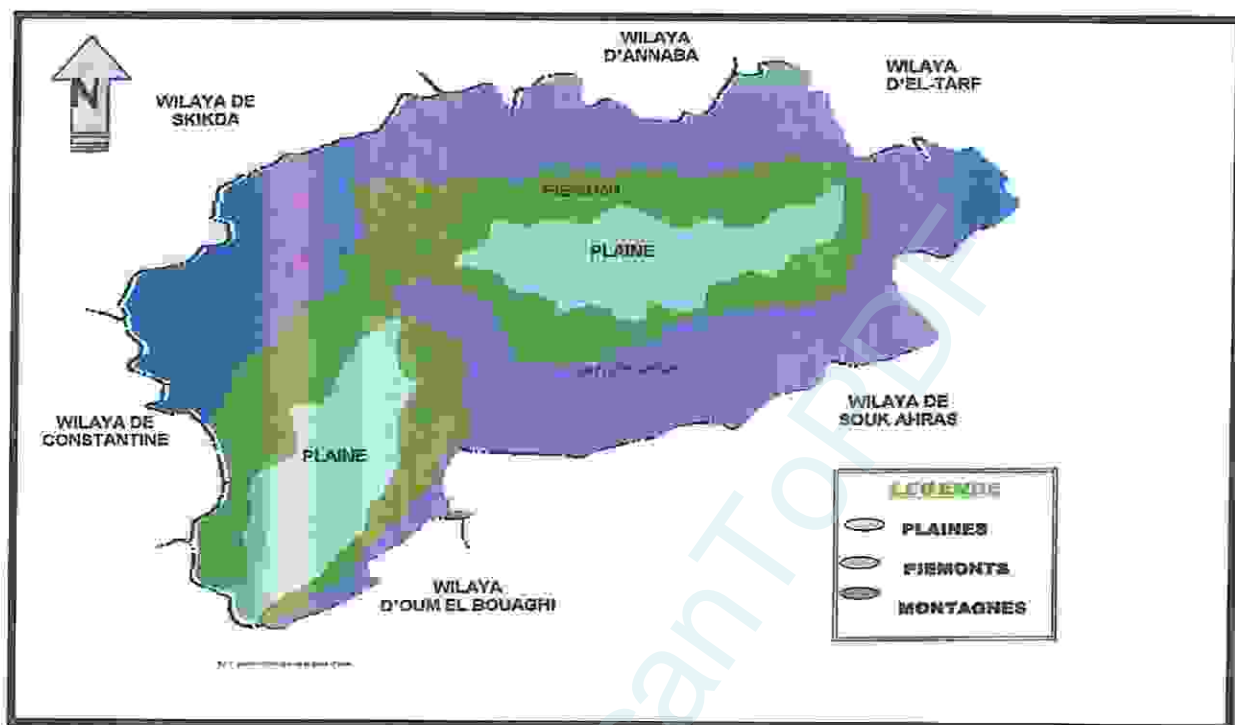


Figure 04. Géomorphologie de la région de Guelma. (Cité in Benmarce, 2007)

#### 4. La flore et la faune :

##### 4.1. La flore

La wilaya de Guelma est dominée par une couverture forestière de 105,393 ha, soit un taux de 28,59 de la superficie totale de la wilaya à un paysage discontinu et hétérogène, confiné discontinuellement dans les massifs répartis d'Ouest en est.

Les grands espaces s de terrains sont à vocation forestière dans la partie sud-est. Selon la densité, les forêts se répartissent comme suit :

- Forêts denses : 19,459ha.
- Forêts claires : 10,491 ha.
- Maquis et broussailles + parcours : 57,402 ha
- Reboisements : 3589 ha.
- Vides : 14,457 ha.

Les principales essences sont le chêne liège (localisé dans Beni Salah, Houara, Djeballa, Mahouna : 21,884 ha), l'Eucalyptus (2,657ha), le Pin d'Alep (2,915 ha), le Pin Maritime (1,410 ha ), le chêne Zeen (2,753 ha) et le Cyprès (1,517 ha).

#### 4.2. La faune :

- Les mammifères : loups, sanglier, chacal, renard, lièvre, lapin, gerboise, cerf de barbarie représentant une espèce protégée.
- Les oiseaux Perdix gambara, caille de blés, tourterelle, chardonneret (espèce hyperprotégée) ; moineau ; hibou, palomb, cigogne blanche, héron garde boeuf, héron cendré.
- Les reptiles : tortue, lézard, couleuvre. (Cité in Zouaidia, 2006)

### 5. Hydrologie :

#### 5.1. Le réseau hydrographique :

Le réseau hydrographique est très dense (fig 5). Il emprunte surtout les axes des principaux plissements dans les couches marneuses facilement érodables. Il est constitué principalement de l'oued Seybouse et de ses affluents et draine une superficie de 6471 km<sup>2</sup> pour se jeter dans la méditerranée à l'est de la ville d'Annaba. Il fait partie du bassin versant du Constantinois-Seybouse-Mellègue [A N R II, 2005]. Il s'étend sur une longueur de 240 km. Il touche près de 86 communes sur 7 wilayas de l'est du pays : Annaba, El Tarf, Skikda, Ouagla Bououghli, Constantine, Souk Ahras et Guelma. (Cité in Benmarce, 2007).

Les principaux Oueds dans la région de la wilaya sont :

- **Oued Seybouse** : il prend sa source à Medjez Amar (point de rencontre entre oued Charef et oued Bouhamdane). Il traverse la plaine de Guelma-Bouchehouf sur plus de 45 Km du Sud au Nord. Son apport total est estimé à 408 millions m<sup>3</sup>/an.
- **Oued Bouhamdane** : il prend sa source dans la commune de Bouhamdane à l'Ouest de la wilaya. Son apport est de 96 millions m<sup>3</sup>/an.
- **Oued Mellah** : provenant du Sud-Est, ce court d'eau enregistre un apport total de 151 millions m<sup>3</sup>/an.
- **Oued Charef** : Prend sa source au Sud de la wilaya et son apport est estimé à 107 millions m<sup>3</sup>/an. (Cité in Zouaidia, 2006)





### 5.2.1. Les sites naturels :

La contamination peut résulter de la surverse du réseau d'assainissement, notamment en période pluvieuse, de l'absence de récupération des eaux pluviales, d'une sur fréquentation en période estivale, de l'absence de renouvellement de l'eau, de déjections animales ou encore de contaminations accidentelles, industrielles ou autre. [3]

### 5.2.2. Les sites artificiels :

#### a- Les piscines :

Sont des systèmes caractérisés par une forte concentration humaine qui est source importante de pollution.

L'approche globale d'une piscine peut amener à la définir comme un ensemble de trois milieux juxtaposés qui diffèrent par l'état chimique de la matière qui les compose : gazeuse pour l'atmosphère de la piscine, liquide pour l'eau des bassins et solide pour l'environnement des bassins. A ces trois états de la matière peuvent être associées les voies de pénétration dans l'organisme qui permettent l'interaction entre le milieu et l'individu.

**Tableau 4 : Les trois milieux qui composent une piscine**

Milieu	Etat de la matière	Voie d'interaction milieu-Individu
<b>Atmosphère de la piscine</b>	Gaz	Respiratoire
<b>Eau des bassins</b>	liquide	Cutanéo-muqueuse et orodigestive
<b>Environnement des bassins (sols)</b>	solide	Cutanéo-muqueuse

Les différences observés pour ces trois milieux tant au niveau de la voie d'interaction milieu-individu, que de la composition chimique et microbiologique conduisent à ce que chacun d'entre eux possède ses risques sanitaires spécifiques. (Phillipe, 1999)

L'eau de piscine doit être à la fois filtrée, désinfectée et désinfectante. En effet, aussi bien filtrée soit elle, une eau peut encore contenir des germes pathogènes (virus, bactéries, parasites), susceptibles d'être dommageables pour la santé des baigneurs. Ainsi, l'eau doit être désinfectée pour éliminer tous ces germes et empêcher la prolifération des algues. L'eau doit également être désinfectante pour pouvoir détruire au plus vite toutes les pollutions apportées par les baigneurs



(sueur, urine, squames de la peau, résidus de cosmétiques, etc.) ou par les conditions environnementales. [4]

#### b- Les piscines d'eau thermale :

Puisent l'origine dans les profondeurs de la Terre. C'est au cours de leur long cheminement vers la surface, qu'elles s'enrichissent de propriétés chimiques et d'oligo-éléments. Selon le sol dont elle jaillit, l'eau sera utilisée pour diverses orientations thérapeutiques comme les douleurs rhumatismales, et pour se réchauffer des froidures et des fatigues de l'hiver, rien de tel qu'un week-end de cure dans une station thermale. [5]

### 5.3. Les différents sites de baignades dans la région de Guelma :

Guelma est une ville non côtière, située à 60 km des plages d'Annaba, c'est une ville à climat rude par rapport aux villes côtières.

La T° estivale dépasse les 45°C, donc c'est une qu'a besoin de moyenne de loisir et de rafraichissement.

La ville dispose de 8 piscines dont 4 dans l'activité : l'OPW, piscine de Mermoura, piscine de Hammam Debagh et 2 piscines de Hammam Ouled Ali, les autres non fonctionnelle pour des causes non connus : piscine de CMPF, piscine de Gahdour et piscine de Hammam Bradae.

Suite à ce manque la population jeune de cette ville fréquente des lieux de baignades naturelles et non autorisé : site de Rasfa, Barrage, le cours d'eau d'Oued Seybouse.

Ces baignades non contrôlées peuvent d'être des source de contamination de maladies hydriques très importantes d'après les enquêtes épidémiologiques récentes au niveau de bureau de chef lieux de la prévention de la wilaya.



## Chapitre II

Produced with ScanTOPDF

L'appréciation de la qualité de l'eau est effectuée selon les dispositions du code de la santé publique.

La qualité des eaux de baignade est évaluée au moyen de deux types d'indicateurs : physico-chimiques et microbiologiques (bactéries) :

- **Les paramètres physico-chimiques** font l'objet d'une mesure ou d'une évaluation visuelle ou olfactive sur le terrain. Ils concernent :
  - la présence de mousses, de phénols (composés chimiques aromatiques, utilisés pour la fabrication de produits tels que colorants, produits pharmaceutiques, parfums, huiles essentielles, solvants), d'huiles minérales (mélange d'hydrocarbures),
  - la couleur de l'eau,
  - la transparence de l'eau.

Sur la base d'observations sur le terrain, d'autres paramètres peuvent être mesurés notamment en laboratoire : pH, nitrates, phosphates, chlorophylle, cyanobactéries, micropolluants (métaux lourds), ...

- **Les analyses microbiologiques**, effectuées concernent la mesure des micro-organismes (bactéries, champignons, virus), sont normalement présents dans la flore intestinale des mammifères, et de l'homme en particulier. Leur présence dans l'eau témoigne de la contamination fécale des zones de baignade. Ils constituent ainsi un indicateur du niveau de pollution par des eaux usées et traduisent la probabilité de présence de germes pathogènes. Plus ces germes sont présents en quantité importante, plus le risque sanitaire augmente. Les bactéries recherchées en laboratoire sont :
  - les coliformes totaux;
  - les *Escherichia coli*;
  - les entérocoques intestinaux

Dans certaines circonstances, par exemple en cas de dépassement des valeurs limites de qualité de ces paramètres ou de pollution par des rejets d'eaux usées, la recherche d'autres germes peut être réalisée (salmonelles, entérovirus, levures...). [6]

## 1. Caractéristiques physicochimiques :

Les substances présentes dans l'eau peuvent être classées selon deux modes différents :

- Suivant leur nature chimique : organique ou minérale ;
- Suivant leur état physique : matières dissoutes, colloïdes ou en suspension.

Ces distinctions sont arbitraires dans la mesure où, d'une part une substance peut se trouver soit à l'état dissous, soit en suspension selon les conditions du milieu, et d'autre part l'eau est le siège de phénomènes de dégradation biologique qui peuvent transformer des substances organiques en substances minérales. (Cité in Merzoug, 2009)

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)

### 1.1. Mesure in situ :

Pour chaque prélèvement d'échantillons, des mesures in situ sont effectuées afin de déterminer certaines caractéristiques de l'environnement des prélèvements comme la température, le pH, la conductivité, l'O<sub>2</sub> dissous et la couleur apparente.

Ces paramètres sont très sensibles aux conditions de milieu, elles peuvent disparaître ou se modifier au cours du stockage et transport de l'échantillon au laboratoire. (Rodier, 1996)

#### 1.1.1. Le pH :

La valeur du pH permet de déterminer l'acidité, la neutralité ou la basicité de l'eau, autrement dit la concentration en ions hydrogène. (Zerluth, 2004)

Le pH est mesuré à l'aide d'un pH mètre de terrain (PHWE), la mesure est réalisée selon les étapes suivantes :

- Plonger la sonde du pH mètre dans l'eau.
- Attendre quelques secondes la stabilisation de l'affichage sur l'écran, puis lire le résultat de la mesure. (Amri, 2008)



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)

### 1.1.2. La température :

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)

Donc il est très important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc la conductivité électrique dans la détermination de pH.

La mesure de la température est effectuée sur terrain à l'aide d'un thermomètre ou multi paramètre. (Cité in Abekane, 2011)

### 1.1.3. La conductivité :

La conductivité est la propriété que possède une eau de favoriser le passage d'un courant électrique. Elle est due à la présence dans le milieu d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique (elle dépend de la nature de ces ions dissous et de leurs concentrations). (Rejsek, 2002)

Dans une eau stagnante, il existe toujours des « flux » invisible. L'eau conduit la chaleur, le courant électrique et le son, ce dernier étant propagé encore plus rapidement que dans l'air. (Zerluth, 2004)

## 1.2. Les mesure au laboratoire :

### 1.2.1. La turbidité :

La turbidité mesure la quantité de matière en suspension à l'origine d'un trouble. (Beaux, 1998)



À l'aide d'un turbidimètre, il est recommandé d'effectuer la mesure aussi rapidement que possible après prélèvement, de préférence le même jour. Les échantillons doivent être agités avant la mesure. (Cité in Boukertouta et al., 2009)

### 1.2.2. 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 )

### 1.2.3. La demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>) :

Exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation de la matière organique biodégradable d'une eau par le développement de micro-organismes, dans des conditions données. Les conditions communément utilisées sont 5 jours (on ne peut donc avoir qu'une dégradation partielle) à 20°C, à l'abri de la lumière et de l'air ; on parle alors de la DBO<sub>5</sub>.

Cette mesure est très utilisée pour le suivi des rejets des stations d'épuration, car elle donne une approximation de la charge en matières organiques biodégradables. Elle est exprimée en mg d'O<sub>2</sub> consommé. (Rodier, 1996)

### 1.2.4. La demande chimique en oxygène (DCO) :

Exprime la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique (biodégradable ou non) d'une eau à l'aide d'un oxydant, le bichromate de potassium. Ce paramètre offre une représentation plus ou moins complète des matières oxydables présentes dans l'échantillon par exemple : certains hydrocarbures ne sont pas oxydés dans ces conditions). L'objectif de la DCO est donc différent de celui de la DBO.

La DCO peut être réalisée plus rapidement que la DBO (oxydation " forcée ") et donne une image de la matière organique présente, même quand le développement de micro-organismes est impossible (présence d'un toxique par exemple).

#### 1.2.5. L'oxydabilité :

Est une mesure similaire à la DCO, utilisée dans le cas de faible concentration en matière organique ( $DCO < 40 \text{ mg / l d'O}_2$ ). (Cité in Abekane et al., 2011)

#### 1.2.6. L'azote ammoniacal:

Il est présent sous deux formes en solution, l'ammoniaque ( $\text{NH}_3$ ) et l'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) 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 excréments animaux 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.

#### 1.2.7. 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.

#### 1.2.8. 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)

#### 1.2.9. 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)

#### 1.2.10. Le chlorure $\text{Cl}^{-2}$ :

Les chlorures existent dans toutes les eaux à des concentrations variables. Une forte fluctuation des chlorures dans le temps peut être considérée comme indice de pollution.

Ils peuvent avoir plusieurs origines :

- Percolation à travers des terrains salés.
- Infiltration d'eaux marines dans les nappes phréatiques.

Activité humaines et industrielles. (Cité in Chaouch et al., 2009)

## 2. Caractéristiques microbiologiques :

Il existe dans l'eau douce naturelle (en particulier dans l'eau de surface : rivières et lacs) des micro-organismes aquatiques divers, que l'on peut classer dans les grands groupes suivants : bactéries, virus, champignons, amibes, vers, insectes, ... algues planctoniques (ou phytoplancton), zooplancton (crustacés, mollusques, rotifères, protozoaires, etc.).

Certains de ces micro-organismes sont pathogènes et occasionnent des maladies d'origine hydrique, d'autres jouent un rôle fondamental dans l'équilibre complexe qui régit les biotopes aquatiques où coexistent les consommateurs de molécules organiques (hétérotrophes) et les producteurs de matières organiques que sont les autotrophes. L'identification et la quantification de ces micro-organismes font appel à des techniques analytiques variées souvent complexes. [7]

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)



## 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°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. (Cité in Bara et al., 2011)

### d. Les streptocoques fécaux:

Ces bactéries appartiennent à la famille de *Streptococaceae*, au genre *Streptococcus* et au groupe sérologique D de Lance Field. 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. Les germes pathogènes:

### a. *Salmonella*:

Sont des parasites de tube digestif 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 décarboxylase la lysine. Dans le milieu aquatique, les exutoires d'eaux usées constituent la principale source de pollution par les salmonelles. (Cité in Bara et al., 2011)

### 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 et présents en quantité abondante dans le tube digestif des malades et des porteurs sains. (Le Minor et Veron, 1989)

## 2.3. La flore fongique :

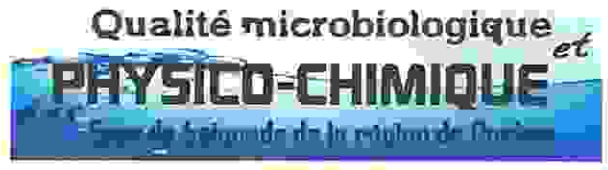
### a- Les champignons :

Les champignons, qui forment le phylum des Eumycota, sont des organismes eucaryotes. Leur nombre est évalué à ce jour à environ 60.000 espèces, mais il est probablement plus élevé. Un nombre plus restreint, quelques centaines, sont opportunistes et peuvent devenir pathogènes pour l'homme et les animaux. L'organisation cellulaire de base des champignons est le thalle qui constitue l'appareil végétatif. Celui-ci se caractérise par une grande variété de structures, qui vont d'une forme unicellulaire (levure) à, le plus souvent, une forme filamenteuse, pouvant présenter un degré considérable de différenciation.

### b- les levures :

Les levures sont un cas particulier de forme fongique unicellulaire possédant un seul noyau par cellule, existant dans de nombreux groupes de champignons. Les levures se distinguent en premier lieu par leur mode de division cellulaire. le bourgeonnement ou, beaucoup plus rarement, la fission. Certaines levures peuvent présenter une étape filamenteuse au cours de leur cycle de multiplication ou selon leur condition de vie (*Candida albicans*).





# Chapitre III

Produced With Scantopdf

Bien que l'eau constitue un facteur important dans la santé humaine et animale, son insuffisance ou son absence détermine un manque d'hygiène favorable à la survenue de maladies et d'épidémies.

La dégradation de l'environnement est souvent responsable de l'apparition d'épidémies, de maladies à transmission hydrique ou alimentaire ; la typhoïde et les dysenteries et l'hépatite virale A constituent les maladies prédominantes.

La pleine image des maladies associées à l'eau est complexe pour un grand nombre de raisons : les différents types de pollution :

### **1. La pollution hydrique :**

La pollution de l'eau est une altération qui rend leur utilisation dangereuse et perturbe l'écosystème aquatique, elle peut concerner les eaux superficielles (rivières, plans d'eau) et les eaux souterraines. Elle perturbe aussi les conditions de vie de la flore et la faune aquatique et compromet les utilisations de l'eau et de l'équilibre du milieu aquatique.

La pollution de l'eau provient essentiellement des villes, de l'industrie de l'agriculture. La pollution générée par les deux premières est localisée (pollution ponctuelle), et peut être partiellement traitée, tandis que l'agriculture provoque une pollution diffuse, dispersée dans les champs, qui atteint progressivement les nappes souterraines et les rivières. [8]

#### **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 directes 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 Thermophiles.

#### **1.2. La pollution chimique :**

Les polluants chimiques sont nombreux et d'origines diverses ; les déchets et les déversements industriels minéraux et organiques, qui peuvent être dégradables par les phénomènes biologiques, chimiques ou physiques, 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 concentrent 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. (Cité in Bara et al., 2011)

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]

### 1.3. La pollution microbiologique :

La pollution microbiologique des eaux de baignade est essentiellement d'origine fécale. Les eaux usées provenant des habitations, les déjections des animaux et les effluents d'élevages rejetés dans le milieu et qui pollueraient des sites de baignades, peuvent être la cause d'une mauvaise qualité de l'eau.

La pluie peut également provoquer des débordements des ouvrages de collecte et de traitement des eaux usées ou des ruissellements importants sur des surfaces souillées.

Les troubles de santé liés à la qualité microbiologique de l'eau sont généralement bénins (ex : gastro-entérites, affections de la sphère ORL). [9]

## 2. Les maladies à transmission hydrique :

### 2.1. Définition :

L'eau est essentielle à la vie mais elle peut être contaminée par des déchets humains, et animaux contenant des microorganismes pathogènes pouvant provoquer des épidémies graves connues sous le nom de maladies à transmission hydriques.

Les maladies associées à la baignade sont principalement des infections causées par des microorganismes (bactéries, virus et protozoaires) ayant contaminé les eaux. Les voies d'exposition sont la voie digestive, la voie cutanée ou l'inhalation. Les maladies hydriques se propagent rapidement dans les pays disposant pas de bonnes conditions d'hygiène et de systèmes de traitements des eaux : les pollutions sont transportées par ruissellement ou par infiltration dans



des sources d'eau douce, contaminant ainsi l'eau potable et les aliments. (Cité in Lassouad et al., 2008)

## 2.2. Les maladies d'origine microbiologiques :

### 2.2.1. Fièvres typhoïdes et paratyphoïdes:

Ce sont des véritables septicémies dues à salmonelles : *salmonella typhi* et *salmonella paratyphi A, B, C*.

Ces bactéries pathogènes spécifiques provoquent des maladies consécutives à un défaut d'hygiène générale ou à une contamination alimentaire (Léon et Michel, 1984). Ces maladies peuvent revêtir différents aspects cliniques sont essentiellement : la fièvre, céphalées, diarrhée, douleurs abdominales, accompagnées d'un abattement extrême (le tufhos) et peuvent avoir des complications graves, parfois mortelles : hémorragies intestinales, collapsus cardiovasculaire, atteintes hépatique, respiratoire, neurologique.

La toxine peut être également responsable de troubles plus généraux par atteinte du système nerveux central. La bactérie est retrouvée dans les selles du malade dans 50 à 80 des cas. (Roland, 2003)

### 2.2.2. Choléra :

Le choléra est une toxi-infection entérique épidémique contagieuse due à la bactérie *Vibrio cholerae*, ou bacille virgule. Strictement limitée à l'espèce humaine, elle est caractérisée par des diarrhées brutales et très abondantes (gastro-entérite) menant à une sévère déshydratation. La forme majeure classique peut causer la mort dans plus de la moitié des cas, en l'absence de traitement (de quelques heures à trois jours).

La contamination est orale, d'origine fécale, par l'eau de boisson ou des aliments souillés. Le choléra a été la première maladie pestilentielle à faire l'objet, dès le XIX<sup>e</sup> siècle, d'une surveillance internationale. [10]

### 2.2.3. Les gastroentérites aiguës et diarrhées :

Une gastro-entérite est une infection inflammatoire du système digestif pouvant entraîner de la nausée, des vomissements, des crampes abdominales, des ballonnements 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 contaminé.

Tableau 5 : 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 autre maladies.	Contamination fécale.
<i>Campylobacter jejuni</i> ou <i>C. coli</i>	Gastro-entérite.	
<i>Salmonella sp.</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.	

#### 2.2.4. 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 a des champignons cosmopolites .Trois genres sont impliqués dans ces mycoses : Epidermophyton, Micosporium, Trichophyton. (Cité in Debabza, 1995)



### 2.2.5. 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.

### 2.2.6. 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 causer des conjonctivites bactériennes plus dangereuses dont les symptômes sont beaucoup plus intenses. (Cité in Bara et al., 2011)

## 2.3. Les maladies attribuées à l'eau d'origine chimique :

Certaines substances comme les métaux lourds ne sont pas éliminées par l'organisme.

Elles s'y accumulent, et leur ingestion prolongée peut être de maladies graves, même si leur teneur dans l'eau est très faible. Ingerée en grande quantité, lors d'une pollution accidentelle, ces mêmes substances sont rapidement toxiques.

### 2.3.1. Plomb :

Le plomb passe rapidement dans le sang et va perturber de nombreux mécanismes biochimiques, touchant principalement le système nerveux mais aussi d'autres fonctions, comme

la reproduction. Les enfants exposés de manière prolongée à de faibles doses de plomb peuvent ainsi développer un saturnisme, une maladie caractérisée par divers troubles pouvant être irréversibles : ceux-ci concernent la croissance, le développement du système nerveux central, le développement intellectuel et le comportement.

A plus fortes doses, le plomb peut même induire chez les adultes, et aussi bien chez les hommes que chez les femmes, des troubles de la reproduction, des insuffisances rénales, ou des encéphalopathies. Il peut également se fixer sur les os où il ne sera pas gênant tant qu'il ne sera pas renvoyé dans le sang ; or cela peut se produire en particulier chez les femmes enceintes entraînant une exposition du fœtus, et chez les personnes âgées qui se retrouvent empoisonnées de manière brutale.

### 2.3.2. Nitrate :

Au-delà d'un certain seuil de concentration, les nitrates peuvent engendrer, chez les enfants et surtout les nourrissons très sensibles à une absorption trop importante, un empoisonnement du sang appelé une méthémoglobinémie ou encore maladie bleue. Les nitrates ne sont pas nocifs en soit pour la santé. Mais sous l'action des bactéries présentes dans le corps humain, ils se transforment en nitrites qui eux oxydent l'hémoglobine du sang qui ne peut fixer l'oxygène et perturbe la respiration cellulaire.

Même à faible concentration, ils peuvent également engendrer à long terme des cancers chez les adultes lorsqu'ils sont associés à pesticides avec lesquels ils forment des composés cancérogènes. Le risque demeure difficile à évaluer et les normes actuelles, qui fixent les seuils de concentration des nitrates à 50 mg/l représentent une application raisonnable du principe de précaution. (Cité in Behalil et al., 2011)

### 2.3.3. Soufre :

On peut facilement trouver le soufre dans l'environnement sous forme de sulfure. Lors de différents procès, on rejette dans l'environnement des composés soufrés qui peuvent avoir des conséquences néfastes pour les animaux ou pour l'homme. Ces composés soufrés gênants sont aussi formés dans la nature lors de divers réactions, la plupart du temps lorsque des substances qui ne sont pas naturellement présentes ont été ajoutées. Ces liaisons sont indésirables car elles ont souvent une mauvaise odeur et elles sont souvent toxiques.

Globalement, les substances sulfuriques peuvent avoir sur la santé les effets suivants:

- Effets neurologiques et modification du comportement.
- Perturbation de la circulation sanguine.
- Problème au cœur.
- Problèmes aux yeux, problèmes de vision.
- Problème de reproduction.
- Dommages sur le système immunitaire.
- Désordre gastro-intestinal.
- Problème de fonctionnement du foie et des reins.
- Défaut de l'ouïe.
- Perturbation du métabolisme hormonale.
- Problème dermatologique.
- Suffocation et embolie pulmonaire. [11]

#### 2.3.4. Chlore :

Les désinfectants utilisés pour la désinfection des piscines peuvent avoir un effet néfaste sur la santé.

Trop de chlore peut provoquer de l'eczéma et de l'érythème. Une eau à pH élevé augmente la possibilité d'avoir ce genre de problème.

Lorsque l'eau est mobile, il y a un contact avec une quantité suffisante d'air. Le dioxyde de carbone est relâché dans l'eau, abaissant la valeur de la baisse. Lorsqu'on applique du chlore, le gaz de chlore s'évaporer

La ventilation des piscines est souvent insuffisante et des sous-produits de désinfection volatils peuvent persister. [12]



Tableau 6: Germes pathogènes susceptible d'être rencontrés dans les bassins de natation.  
(Philippe,1999)

Microorganismes		Pathologies			
		Cutanées	O.R.L	Digestives	Autres
Fongique	Levures ( <i>Candida albicans</i> )	Candidose	-	-	-
	Moisissures ( <i>Aspergillus</i> )	Erythèmes, pustules...	Infection de l'oreille	-	-
Parasites	Amibes	-	-	Dysenterie	Méningite
	<i>Plasmodium</i>	-	-	-	paludisme
	<i>Giardia lamblia, Giardia intestinalis, Plasmodium</i>	-	-	Gastroentérite	-
Bactéries	Staphylocoques	Furonculose pyodermite	Rhinite, pharyngite	-	Conjonctivite
	Streptocoques	Impétigo	Angine, otite	-	-
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Dermite folliculite	Otite	-	-
	<i>Salmonella</i>	-	-	Typhoïde, diarrhée	-
	<i>Shigella</i>	-	-	Dysenterie bacillaire	-
	<i>Mycobactérium balnei</i>	granulomes	-	-	-
	<i>E.coli</i>	-	-	Gastroentérite	-
	<i>Clostridium</i>	-	-	diarrhée	Tétanos
Virus	poliovirus	-	-	-	poliomyélite
	Autre entérovirus	-	pharyngite	diarrhée	Méningite bénigne
	Virus de l'hépatite A	-	-	-	Hépatite virale
	Adénovirus	-	Infections respiratoires	Diarrhée	Conjonctivite épidémique



## 1. Prélèvements et choix des stations :

### 1.1. Choix de stations :

- **Station (1) Rasfa :**

C'est une digue (Fig.8) de collecte des eaux d'Oued Seybouse pour le pompage aux différents ouvrages périmètres d'irrigations de Boumahra. Elle est alimenté par le barrage de Hammam Debagh à travers Oued Seybouse par le mécanisme du lâchés. Mais les rejets fécaux de Boumahra et Belkhir restent toujours comme source de contamination.

- **Station (2) bassin de complexe de hammam Debagh :**

Le complexe Challala, localisé dans la daïra de Hammam Debagh. Ce complexe est situé à vingt kilomètres de la ville de Guelma. Hammam Challala se distingue particulièrement par la radioactivité et la chaleur de ses eaux qui atteint 95°C. Elles sont classées 2èmes au monde après les geysers d'Islande, et le débit est de 700 litres par seconde. «L'eau est pompée la nuit et utilisée le lendemain pour les bains». (Fig.9)

- **Station (3) piscine de l'OPOW :**

Il situé dans le complexe sportif de la ville de Guelma (Fig.10) près de stade Souidani Boudjamea sous la responsabilité de la direction de la jeunesse de sport. C'est une piscine semi olympique couverte à température contrôlée.

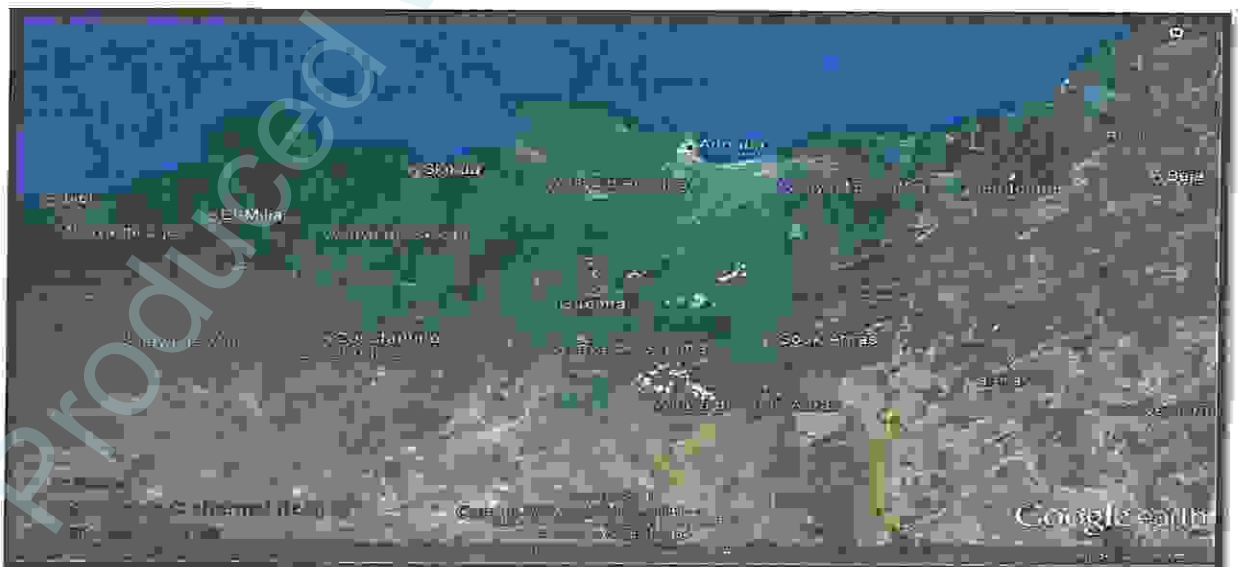


Figure 7. Localisation géographique des sites.

## 1.2. Les prélèvements :

Les prélèvements sont étalés sur une période de deux mois (Mars, Avril) ; le rythme d'échantillonnage était d'un prélèvement par mois. (Tab. 7)

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. 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).

**Tableau 7 : Résumé des fréquences de prélèvements**

	Date de prélèvement		Heure de prélèvement
Site 1	Prélèvement 1	19-03-2012.	07:00 h
	Prélèvement 2	15-04-2012.	08:20 h
Site 2	Prélèvement 1	19-03-2012.	11:45 h
	Prélèvement 2	15-04-2012.	10:55 h
Site 3	Prélèvement 1	19-03-2012.	14:35h
	Prélèvement 2	15-04-2011.	15:00 h



Figure 8 : La digue de Rasfa.

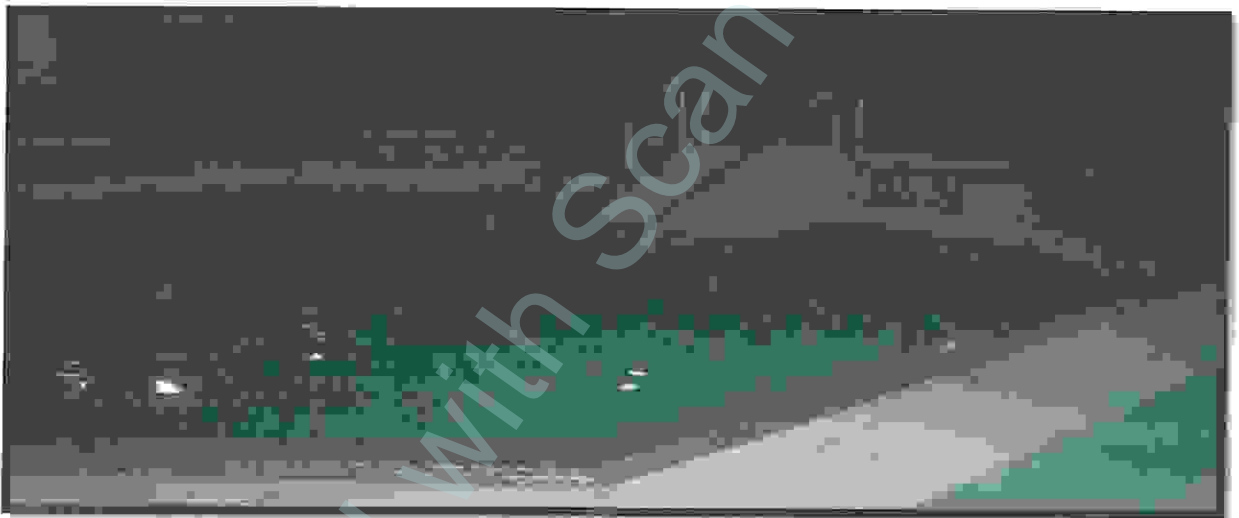


Figure 9 : Bassin du complexe de Hammam Debagli.

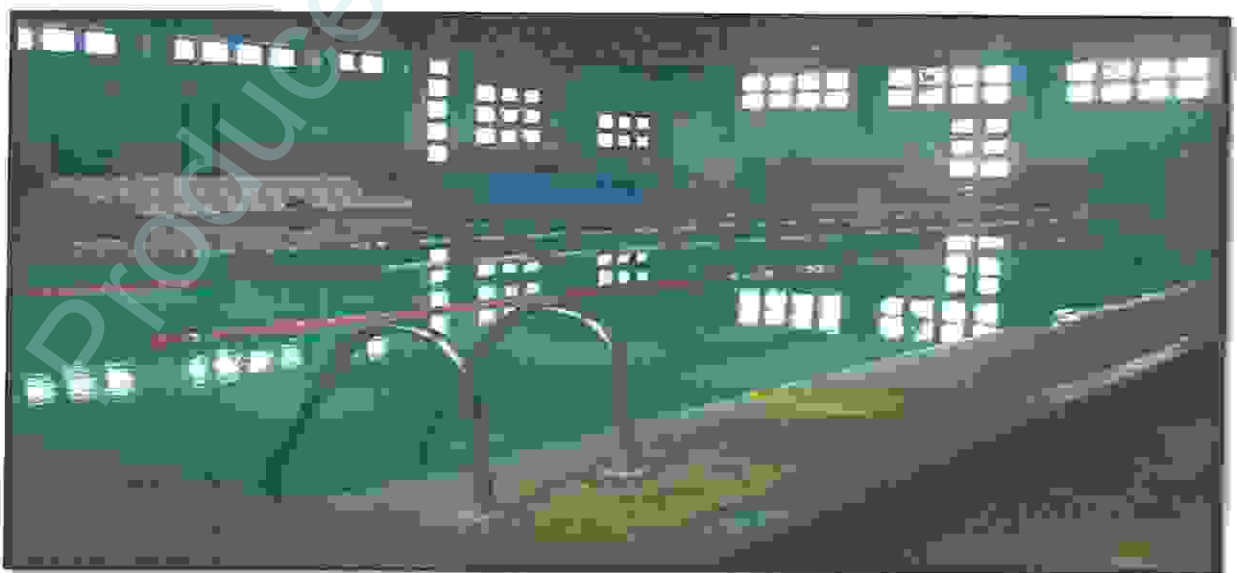


Figure 10 : Piscine de l'OPOW.

## 2. Les paramètres physicochimiques :

### 2.1. 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.

### 2.2. Chlorure Cl<sup>-</sup> :

- **Principe:**

En milieu neutre, les chlorures sont dosés par une solution titrée de nitrates d'argent en présence de chromate de potassium. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition d'une teinte rouge caractéristique du chromate d'argent

- **Mode opératoire:**

- ✓ Introduire 25 ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer au col large. Ajouter 2 à 3 gouttes de solution de chromate de potassium à 10%.
- ✓ Verser au moyen d'une burette la solution de nitrate d'argent jusqu'à l'apparition d'une teinte rougeâtre qui doit persister 1 à 3 minutes.

- **Expression des résultats:**

Soit V le nombre de millimètres de nitrate d'argent utilisés

La teneur en Cl<sup>-</sup> (mg/l) = V (ml) x 142

### 2.3. La demande chimique en oxygène DCO :

Dans des conditions définies, certaines matières contenues dans l'eau sont oxydés par un excès de dichromate de potassium, en milieu acide et en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure. L'excès de dichromate de potassium est dosé par le sulfate de fer et d'ammonium.

- **Mode opératoire:**

- ✓ Introduire 50 ml d'eau à analyser soigneusement homogénéisé dans un ballon de 500 ml contenant quelques billes pour régulariser l'ébullition.



- ✓ Ajouter 1 g de sulfate mercurique cristallisé et 5 ml de solution sulfurique de sulfate d'argent.
- ✓ Ajouter 25 ml de solution de dichromate de potassium 0,04 mol/l, puis avec précaution 70 ml de solution sulfurique de sulfate d'argent, on agitant par un mouvement circulaire de ballon et en refroidissement sous un courant d'eau froide. Porter à ébullition pendant 2 h sous réfrigérant à reflux adapter au ballon, laisser refroidir.
- ✓ Diluer à environ 350 ml avec d'eau permutée, Ajouter quelques gouttes de solution de ferroïne. Déterminer la quantité nécessaire de solution de mohr pour obtenir le virage du vert au rouge violacé.
- ✓ Procéder aux mêmes opérations sur 50 ml d'eau permutée.

- **Expression des résultats:**

$$\text{DCO} \left( \frac{\text{mg}}{\text{l}} \text{d'O}_2 \right) = 8000 \times (V_0 - V_1) \frac{T}{V}$$

$V_0$ : volume de sel de mohr nécessaire au dosage (ml)

$V_1$ : volume de sel de mohr à l'essai à blanc (ml)

T: titre de solution de mohr

V: volume de prise d'essai

#### 2.4. Dosage de nitrate $\text{NO}_3^-$ :

- **Principe:**

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosalicylate de sodium coloré en jaune susceptible d'un dosage spectrophotométrique.

- **Mode opératoire:**

- ✓ Filtrer l'échantillon d'eau à analyser à l'aide des papiers filtres, puis prélever 10 ml de filtrat dans un bêcher gradué, on ajoute 1 ml de solution de salicylate de sodium+ quelques gouttes de Solution d'hydroxyde de sodium NaOH 0,1 N.
- ✓ Mettre le bêcher dans l'étuve à 75-80°C jusqu'à séchage complet.
- ✓ Après on ajoute 2 ml de l'acide sulfurique  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . On attend 10 minutes et on ajoute 15 ml d'eau distillée et 15 ml de la solution tartrate.
- ✓ On mesure en suite l'absorbance à spectrophotomètre à longueur d'onde 420 nm.

- **Expression des résultats:**

$$X \text{ teneur mg/l} = \frac{\text{Absorbance L}}{\mu}$$

$\mu$ : constant = 0,26

L: diamètre de cuve = 0,4 cm<sup>3</sup>

### 2.5. Dosage de l'ammonium NH<sub>4</sub> :

- **Principe:**

En milieu alcalin, l'ammonium est déplacé puis entraîne par la vapeur d'eau. Le dosage est en suite effectuer sur le distillât soit par titrimétrie soit par spectrophotométrie.

- **Mode opératoire:**

- ✓ Dans le ballon de l'appareil a distillé, introduire 200 ml de l'échantillon et un peu d'antimousse (silicone) et peu de pierres.
- ✓ Puis ajouter 10 ml NaOH 40%, après chauffage, le distillât est déversé dans une fiole contenant 25 ml d'acide sulfurique H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,1 N.

Attendez 30 minutes jusqu'à l'obtention de 200 ml.

- ✓ Prélever 25 ml et ajouter 1 ml de réactif de nessler pour effectuer la lecture au spectrophotomètre à longueur d'onde 420 nm. (Cité in Aouata et al., 2009)

- **Expression des résultats:**

$$\text{Teneur mg/l} = \frac{\text{Absorbance X 20}}{\mu * L}$$

$\mu$ : constant = 2,6

L: diamètre de cuve = 0,4 cm<sup>3</sup>

### 3. Analyses bactériologiques :

Nous avons effectué pendant notre travail un dénombrement systématique des germes indicateurs de pollution qui sont :

- Les germes totaux (la flore totale) ;
- Les coliformes (coliformes totaux) ;
- Les coliformes fécaux thermo tolérants (*E.coli*) ;
- Les streptocoques fécaux ;
- Les clostridium sulfite-réducteurs ;
- Autre germes pathogènes tel que *Salmonella*.

L'étude de la variation de la population bactérienne globale, la recherche des bactéries d'origine fécale et de bactéries pathogènes sont les trois grandes lignes des analyses bactériologiques des eaux.

Avant de procéder aux méthodes utilisées pour l'évaluation de la qualité de l'eau, la stérilisation de matériel à utiliser s'effectue avant chaque prélèvement. (Sayad, 2008).

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

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

##### • Définition :

Il s'agit de l'ensemble des micro-organismes capables de se multiplier en aérobie à des températures optimales de croissance (après 24 h à 37°C et 48h à 22°C).

La recherche et le dénombrement des germes revivifiables se réalise à deux températures différentes afin de cibler à la fois les micro-organismes à tendance psychrophiles soit à 22° et ceux franchement mésophiles soit 37°C. (Cité in Lebres, 2002)

Bien que la présence en grande quantité de bactéries revivifiables ou la microflore totale aérobie mésophile n'est, a priori, aucune valeur indicative, leur dénombrement dans les conditions doit être régulièrement effectué car une évolution importante, peut être représentative d'un apport contaminant (matières organiques par exemple). (Cité in Bouchaala, 2010).

**❖ Mode opératoire :**

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement 2 fois 1ml dans deux boites de Pétri vides préparées à cet usage et numérotées comme l'indique le figure N°11.

Compléter ensuite chacune des boites avec environ 20 ml de gélose TGEA fondue puis refroidie à  $45 \pm 1^\circ\text{C}$ .

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.

Laisser solidifier sur paillasse, puis rajouter une deuxième couche d'environ 5 ml de la même gélose ou de gélose blanche. Cette double couche a un rôle protecteur contre les contaminations diverses.

**▪ Incubation :**

- La première boite sera incubée, couvercle en bas à  $37^\circ\text{C}$ ,
- La seconde sera incubée couvercle en bas à  $22^\circ\text{C}$ ,
- première lecture à 24 heures ,
- deuxième lecture à 48 heures , et

**▪ Lecture :**

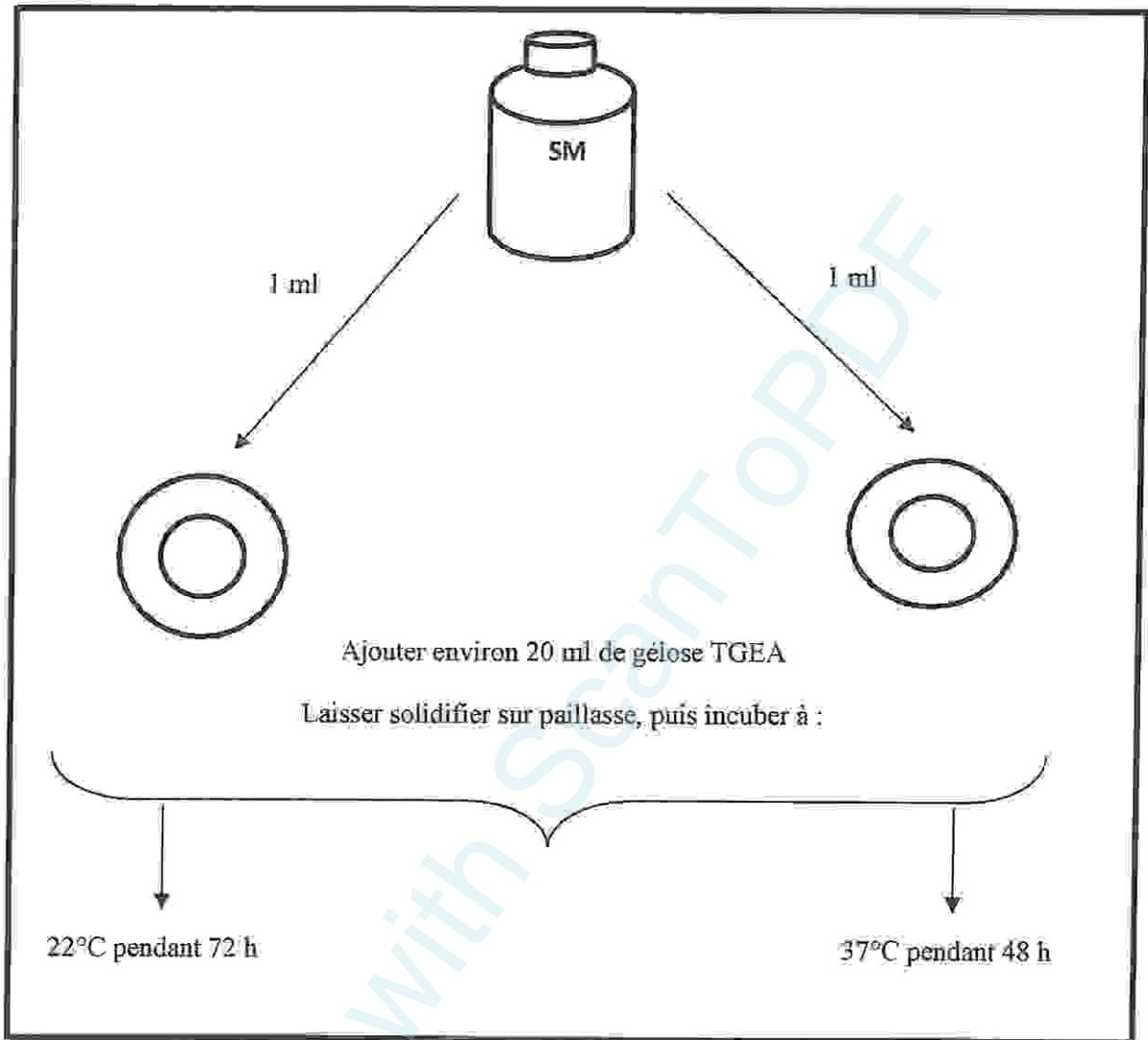
Les germes revivifiables se présentent dans les deux cas sous forme de colonies lenticulaires poussant en masse.

**Dénombrement :**

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

- Ne dénombrer que les boites contenant entre 15 et 300 colonies,
- Le résultat sera exprimé par millilitre d'eau à analyser à  $22^\circ$  et à  $37^\circ\text{C}$ . (Cité in Lebres, 2002)





**Figure 11 : Dénombrement des micro-organismes revivifiables à 22 et à 37°C dans les eaux.** (Cité in Lebres, 2002)

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

#### 3.2.1. La recherche des coliformes totaux et fécaux :

##### ▪ Définition :

Dans cette famille des entérobactéries, certains forment le groupe des coliformes, qui ont les propriétés suivantes :

- Ce sont des bacilles à Gram négatif, non sporulés, oxydase «-», aérobies ou anaérobies facultatifs ;
- Ils peuvent se développer en présence de sels biliaires ou d'autres agents de surface équivalents ;

- Ils fermentent le lactose avec production d'acide et de gaz en 48 heures à une température de 35 à 37°C. ( $\pm 0.5^\circ\text{C}$ ). (Dellarras, 2003).

Les coliformes thermo tolérants ont les même propriétés que les coliformes mais à  $42 \pm 2^\circ\text{C}$ .

Les *Escherichia Coli* sont des coliformes thermo-tolérants ayant la particularité de produire de l'indole à partir du tryptophane présent dans le milieu à  $42 \pm 2^\circ\text{C}$ . (Lebres *et al.*, 2008).

➤ **Test présomptif : Dénombrement en milieu liquide sur BCPL :**

Pour ce test on utilise le milieu BCPL en D/C et S/C, les tubes sont munis de cloches de Durham pour déceler le dégagement éventuel de gaz dans le milieu. (Chaouch *et al.*, 2007).

On travaille avec une série de 3 tubes :

- 3 tubes de BCPL D/C avec 10 ml de l'échantillon.
- 3 tubes de BCPL S/C avec 1 ml de l'échantillon.
- 3 tubes de BCPL S/C avec 0.1 ml de l'échantillon.

Les tubes inoculés sont homogénéisés par agitation douce pour ne pas faire pénétrer d'air dans la cloche.

- La lecture se fait après 48 heures d'incubation dans une étuve à  $37^\circ\text{C}$ .
- Tous les tubes présentant une couleur jaune et de gaz dans la cloche sont considérés comme positifs.
- On note le nombre de tube positifs dans chaque série et on reporte à la table du NPP.

Le nombre de coliformes totaux dans 100 ml d'échantillon d'eau (Fig 12).

➤ **Test confirmatif : Ensemencement du milieu (eau peptonée exempte d'indole) :**

- A partir de chaque bouillon de BCPL positif, on ensemence 4 à 5 gouttes en milieu d'eau peptonée exempte d'indole avec la cloche de Durham (Fig 13).
- Après incubation à  $44^\circ\text{C}$  pendant 24 heures, les tubes ayant apparaitre un anneau rouge après l'ajoute de réactifs Kowacks, avec production de gaz, sont considérées positifs (indole positif).

- On détermine le nombre des coliformes fécaux thermo-tolérants à partir de tables de NPP (voir annexe : (Tab .16) par CF/ 100 ml (Cité in Labres et al., 2008., Amor Abda, 2009).

### 3.2.2. La recherche des streptocoques totaux et fécaux :

#### ▪ Définition :

Les streptocoques se caractérisent par leur morphologie (coques en chainettes), Gram positif, et un métabolisme anaérobie. (Pechère, 1982).

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

#### ▪ Lecture:

##### ➤ Test présomptif :

Les tubes présentant un trouble microbien pendant cette période sont présumés contenir les streptocoques fécaux et sont soumis au test confirmatif.

##### ➤ Test confirmatif :

L'apparition d'un trouble microbien confirme la présence d'un streptocoque fécal. Parfois, la culture s'agglomère au fond du tube en fixant le colorant et en formant une pastille violette de signification identique à celle du trouble.

##### ➤ Expression des résultats :

Les résultats de dénombrement des streptocoques fécaux sont exprimés comme ceux coliformes en nombre de germes par 100ml. (Cité in Amor Abda, 2009).

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

Les anaérobies sulfite-réducteurs (ASR) se présentent sous forme de bactéries Gram +, se développant en 24 à 48 heures sur une gélose Viande Foie en donnant des colonies typiques réduisant le sulfite de sodium ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ) qui se trouve dans le milieu, en sulfure qui en présence de  $\text{Fe}^{2+}$  donne  $\text{FeS}$  (sulfure de fer ) de couleur noire. Les spores des ASR constituent généralement des indices de contamination ancienne.

**❖ Mode opératoire :**

A partir de l'eau à analyser :

- prendre environ 25 ml dans un tube stérile, qui sera par la suite soumis à un chauffage de l'ordre de 80°C pendant 8 à 10 minutes, dans le but de détruire toutes les formes végétatives des ASR éventuellement présentes.
- Après chauffage, refroidir immédiatement le tube en question, 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  $45 \pm 1^\circ\text{C}$ , additionnée d'une ampoule d'Alun de fer et d'une ampoule de Sulfite de sodium.
- Mélanger doucement le milieu et l'inoculum en évitant les bulles d'air et en évitant l'introduction d'oxygène.
- Laisser solidifier sur pailleasse pendant 30 minutes environ, puis incuber à 37°C, pendant 24 à 48 heures.
- La première lecture doit absolument être faite à 16 heures car très souvent les colonies des ASR sont envahissantes auquel cas on se trouverait en face d'un tube complètement noir rendant ainsi l'interprétation difficile voire impossible et l'analyse sera à refaire en utilisant des dilutions décimales de  $10^{-1}$  voire  $10^{-2}$ , la deuxième lecture se fera à 24 heures et la troisième et dernière à 48 heures.
- Dénombrer toute colonie noire de 0,5 mm de diamètre, poussant en masse.

**❖ Interprétation des résultats.**

Il est donc impératif de repérer et de dénombrer toutes les colonies noires poussant en masse et de rapporter le total des colonies à 20 ml d'eau à analyser. (Cité in Lebres, 2002)



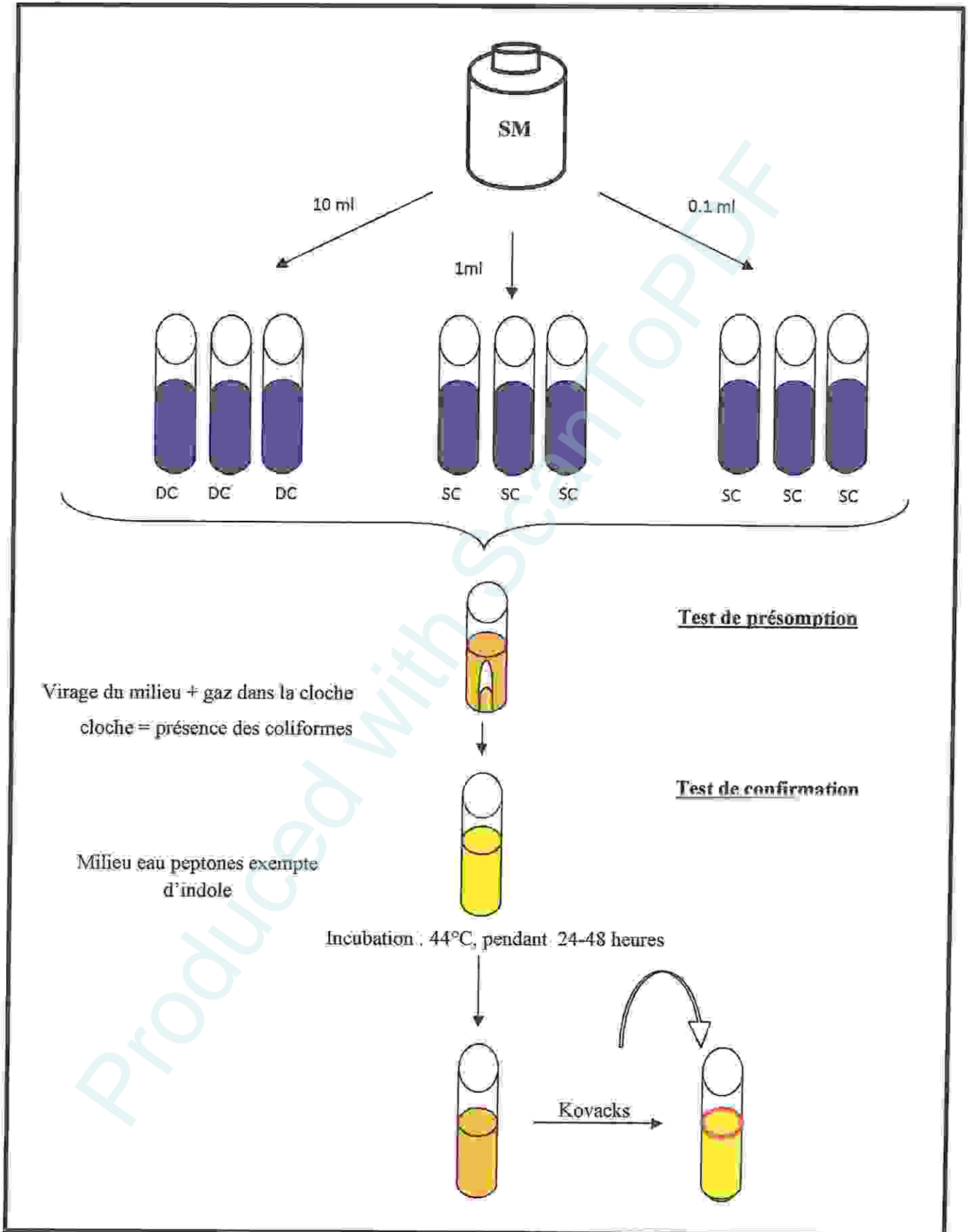
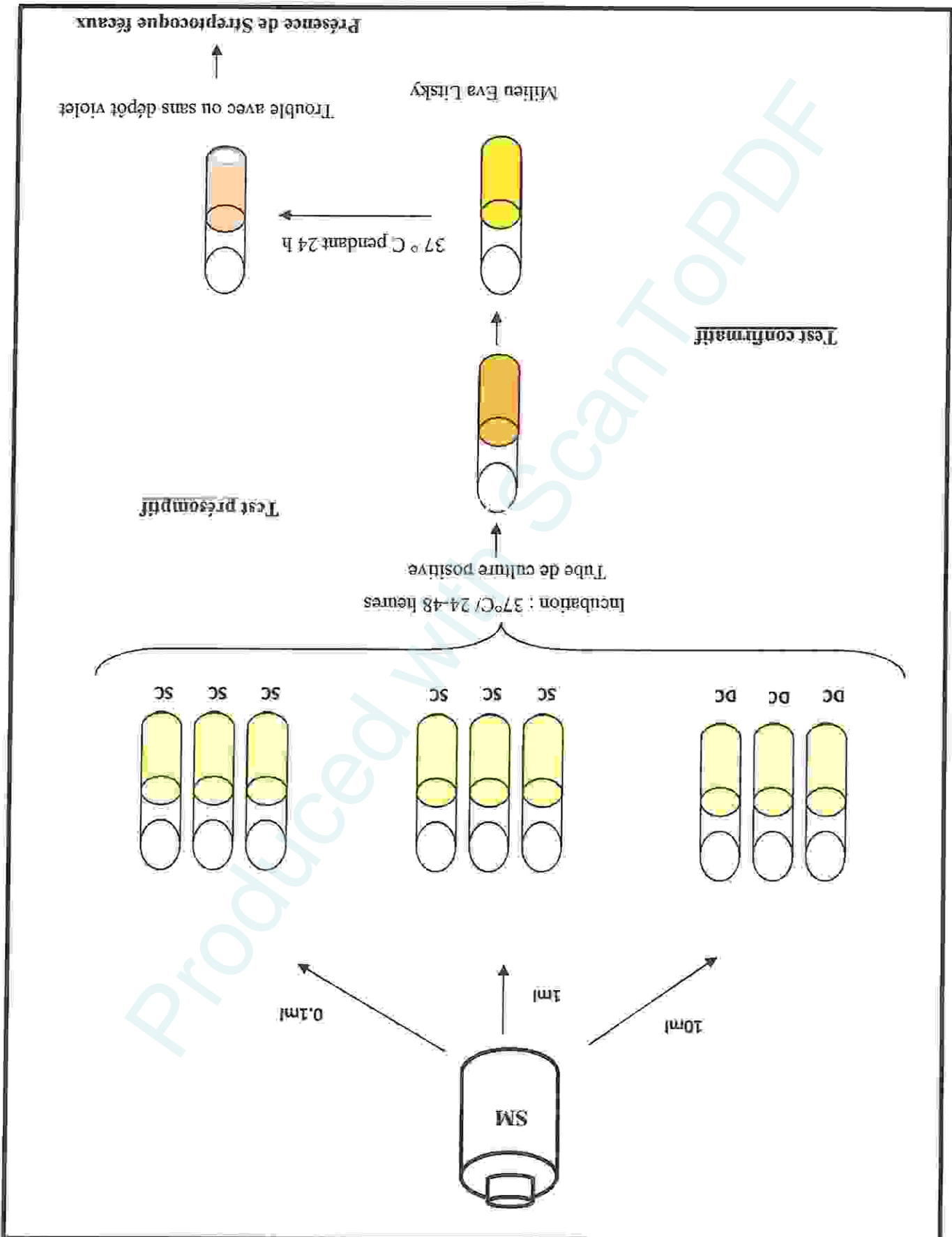


Figure 12: Recherche et dénombrement des coliformes totaux et les coliformes fécaux.

Figure 13: Recherche et dénombrement des streptocoques toraux et les streptocoques fécaux.



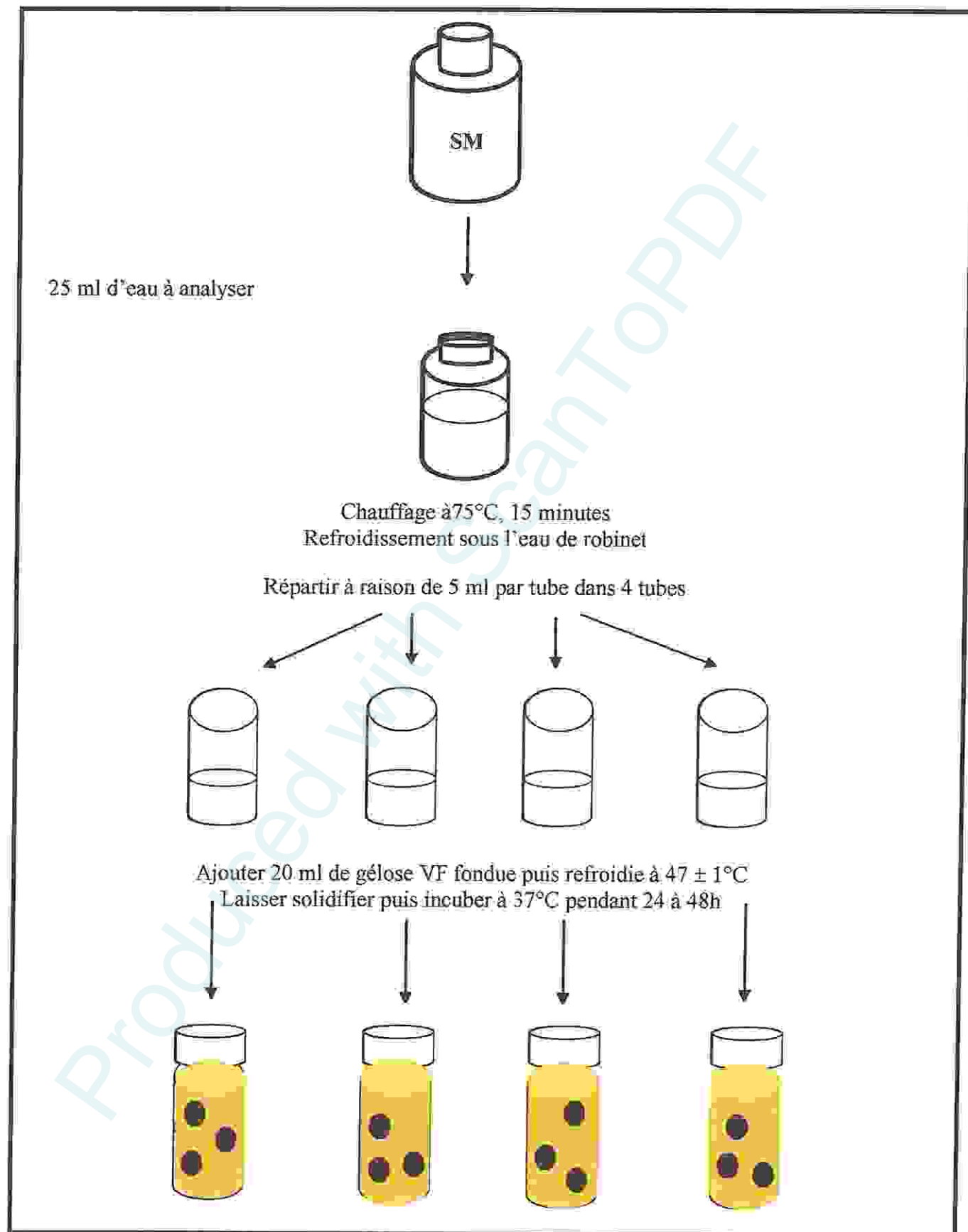


Figure 14 : Recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfite réducteurs (ASR).

### 3.4. 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*.

#### 3.4.1. 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

#### 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). (Fig. 15)

#### c. Identification morphologique et biochimique :

Cinq colonies caractéristiques et distinctes feront l'objet d'une identification morphologique et biochimique qui se déroule comme suit :

- Etat frais (bacilles, mobilité),
- Coloration de Gram (bacilles Gram négatifs),
- Ensemencement d'un tube de Kligler (TSI) qui sera incubé à 37°C, 24 h (Lactose, Saccharose, Glucose, Gaz et H<sub>2</sub>S),
- Ensemencement: soit d'une galerie biochimique ou d'une galerie biochimique API 20E.



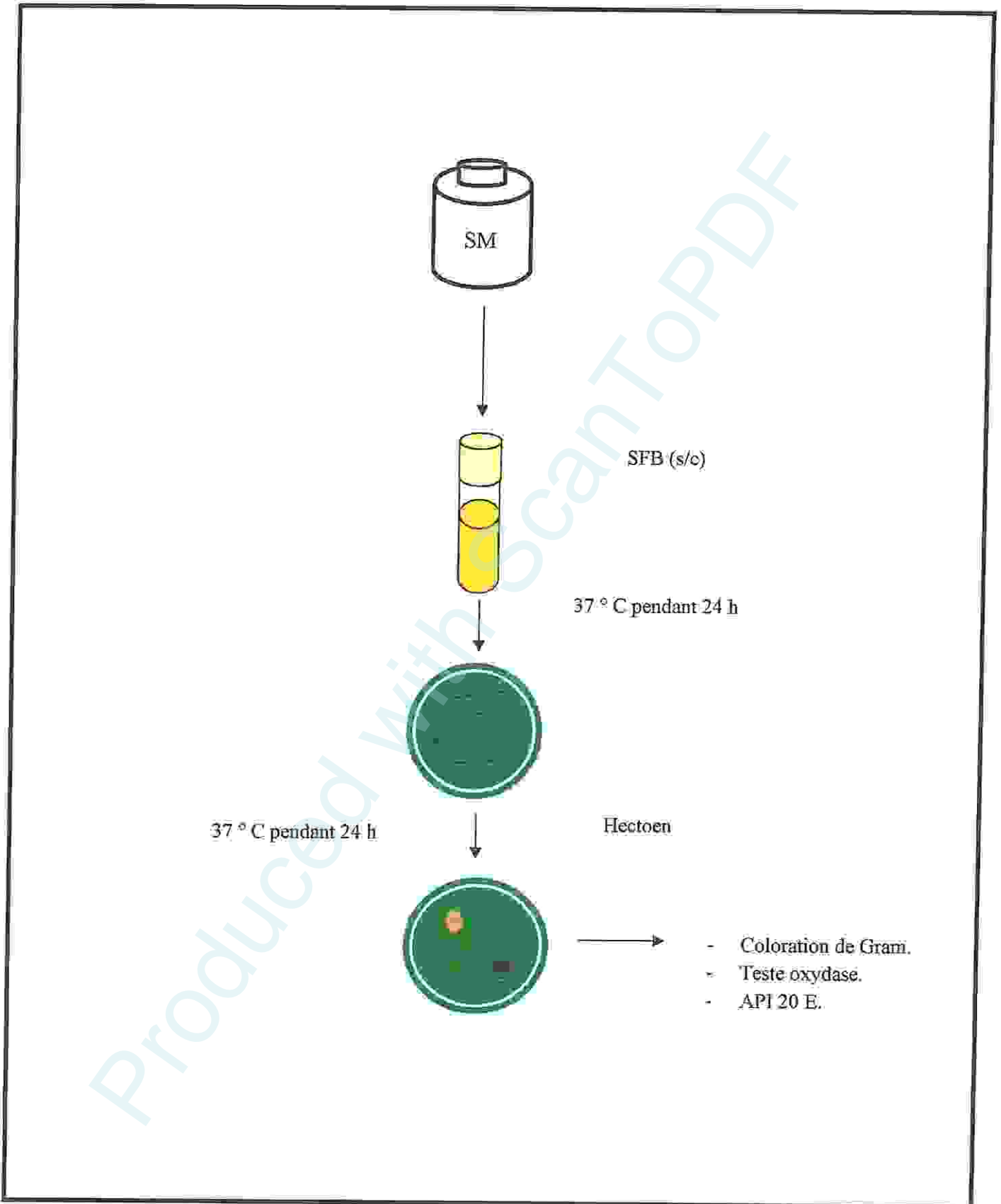


Figure 15 : Recherche et identification des salmonelles (cité in Lebres, 2002)

### 3.4.2. Recherche des *Vibrio* :

Les Vibrionaceae se présentent sous forme de Bacilles Gram Négatifs droits ou incurvés (BGN), très mobiles, possédant une oxydase, aéro-anaérobies facultatifs, fermentant le glucose sans production de gaz ni d'H<sub>2</sub>S. (Hautement pathogènes).

#### ❖ 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 ensemercer un nouveau milieu d'enrichissement. Incuber à 37°C pendant 3h.

##### b. Isolement

Prélever de la surface du dernier milieu d'enrichissement et ensemercer une boîte de GNAB. Incuber à 37° C pendant 24 h. (Fig. 16)

##### c. Identification morphologique et biochimique.

Cinq colonies caractéristiques et distinctes feront l'objet d'une identification morphologique et biochimique qui se déroule comme suit :

- Etat frais (bacilles, mobilité),
- Coloration de Gram (bacilles Gram négatifs),
- Oxydase (+),
- soit d'une galerie biochimique classique
- ou d'une galerie biochimique API 20E. (Cité in Lebres, 2000)

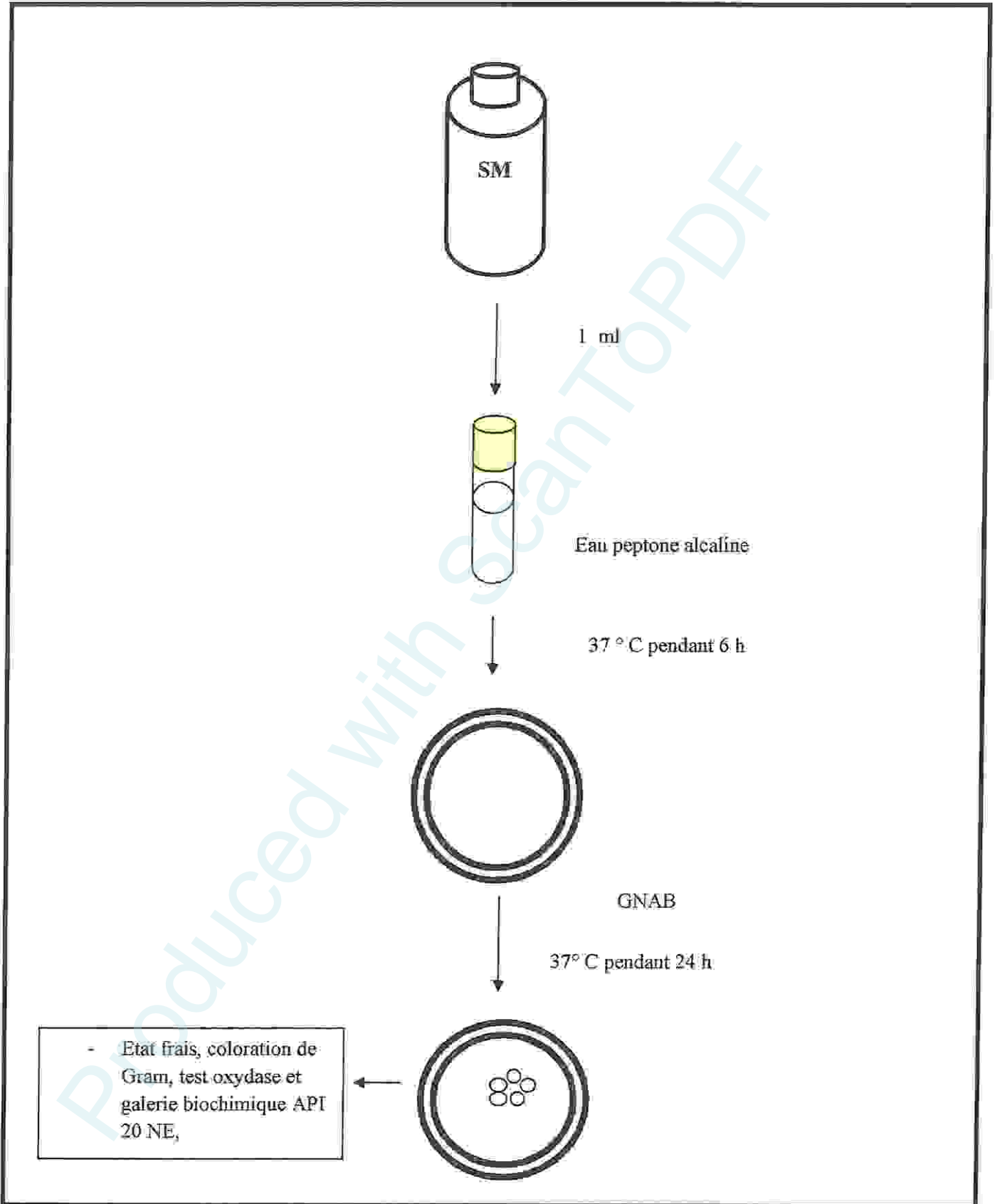


Figure 16 : Recherche des *Vibrio* dans l'eau (citée in Lebres .2002)

### 3.4.3. 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

À partir des colonies suspectes (*Staphylococcus aureus*) sur milieu Chapman ensemencer un bouillon cœur-cerveau et incubé 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. 17)



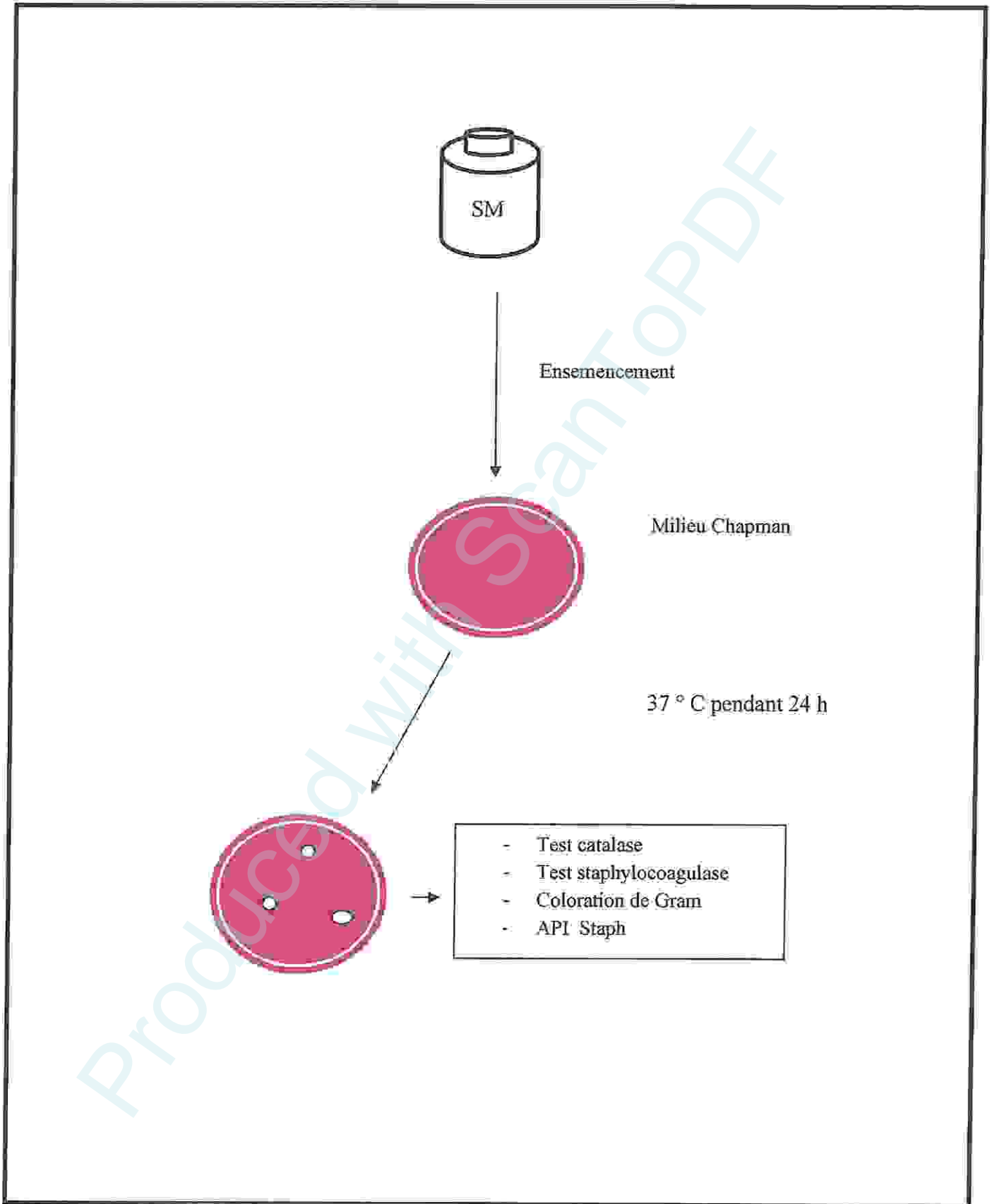


Figure 17: Recherche et identification des Staphylocoques pathogènes (*S. aureus*).

#### 3.4.4. Recherche des *Pseudomonas* :

##### ❖ Mode opératoire :

À l'aide d'une anse de platine en ensemence la surface d'un milieu de culture King A ensuite un milieu de culture King B et on incube les milieux à 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. fluorescens*) est souvent masquée par la pyocyanine, sa production est maximale sur milieu de King B. (Pilet et al., 1987).
- **Teste oxydase :**

##### ❖ Mode opératoire :

- Le disque d'oxydase est placé sur une lame puis mettre une goutte d'eau distillée stérile.
- Une quantité suffisante de culture aérobie est déposée sur le disque en écrasant la colonie sur ce disque.

##### ❖ Lecture :

- Apparition d'une couleur violacé instantané voir 2 min Considère comme oxydase positif. (Cité in Haddad et al., 2009)

#### 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.

▪ **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.

▪ **API 20 E :**

Destiné pour la famille des Enterobactériacées la galerie API 20E compte 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.

▪ **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.

▪ **API 20 NE :**

La galerie API 20 NE se compose d'une galerie constituée de 20 microtubes contenant milieux et substrats sous forme déshydratée. Les tests conventionnels sont inoculés avec une suspension bactérienne saline qui reconstitue les milieux. Les réactions produites durant la période d'incubation se traduisent par des virages colorés spontanés ou révélés par l'addition de réactifs. Les tests d'assimilation sont inoculés avec un milieu minimum et les bactéries

cultivent seulement si elles sont capables d'utiliser le substrat correspondant. 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. (Cité in Bara et al., 2011)

### 5. Recherche de *Candida* et des champignons :

Un milieu sélectif Sabouroud au chloramphénicol est ensemencé en surface, les colonies développées après incubation seront purifier et confirmées par des tests d'identification complémentaires.

- **Technique :**

Étaler 0,5 ml d'eau, en surface du milieu. Incuber à 30°C pendant 24 à 48h, ensuite prolonger l'incubation à la température ambiante du laboratoire.

- **Lecture :**

La lecture se fait au bout de 48 heures, et peut aller jusqu'à 7 jours. Les colonies de *Candida* apparaissent bombées, crémeuses, blanchâtres, lisses et brillantes.

- **Identification :**

La technique d'identification classique repose sur le test blastère : filamentation on sérum, exclusive à *Candida*.

Le diagnostic repose sur l'observation directe au microscope qui montre des levures bourgeonnantes rondes ou ovalaires.

Pour les champignons procéder à leur examen macroscopique et microscopique en vue de leur identification.

- **Test blastèse :**

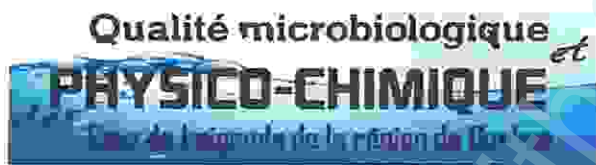
Ce test permet de détecter la production de tubes germinatifs.

Incuber 1 ml de suspension de la souche de levure suspecte avec 1 ml de sérum humain pendant 3 heures à 37°C.

- ❖ **Lecture :**

Observer au microscope entre lame et lamelle. *Candida* montre des tubes germinatifs, qui sont minces et plus longs que les cellules mères. (Cité in Lebres, 2002)





# Chapitre V

Produced with ScanTOPDF

Les résultats que nous avons obtenus durant notre campagne de prélèvement entre le mois de Mars et d'Avril est réalisé sur 3 sites de prélèvements en l'occurrence de la digue Rasfa, le bassin de Hammam Debagh et la piscine de l'OPOW; nous a permis d'obtenir les différents diagrammes qui récapitulent notre étude.

### 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 10° C dans la station 1 lors du prélèvement du mois de mars, et une valeur maximale de 47° C dans la station 2 et une valeur moyenne de 32. ° C dans la station 3 pendant le mois d'avril. Ces températures sont dues principalement aux conditions climatiques qui caractérisent la station 1 et sont considérées comme des valeurs normales pour la saison et aux conditions des échauffements et de refroidissement qui caractérise les stations 2 et 3. (Fig. 18)

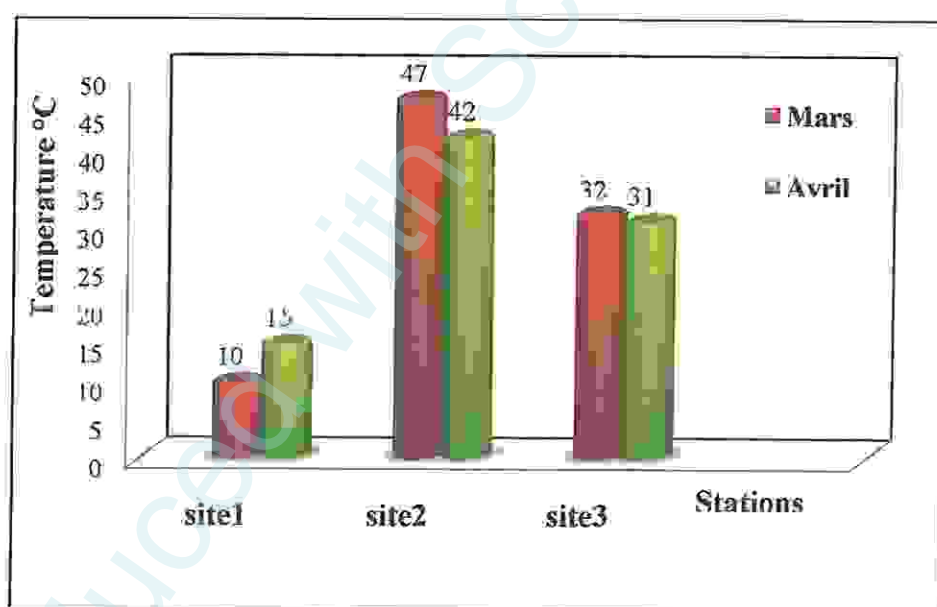


Figure 18 : Evolution de la température dans les sites de prélèvements.

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

Pour les eaux de baignades le pH doit être compris entre 6 et 9 (Rodier, 1996), les mesures réalisées, on données des valeurs comprise entre 5.3 et 7.5 avec une valeur max qui a atteint les 7.5 dans la station 2 durant le mois de Avril et une valeur de 5.3 considère comme minimale dans la station 1 durant le mois de Mars. Cette valeur du pH considéré comme un pH acide est due probablement forte teneur et concentration de l'eau de Rasfa en rejets des

eaux usées, les rejets industriels, les travaux agricoles, elles correspondent aussi aux valeurs de pH anormales des eaux de baignades naturelles. (Fig. 19)

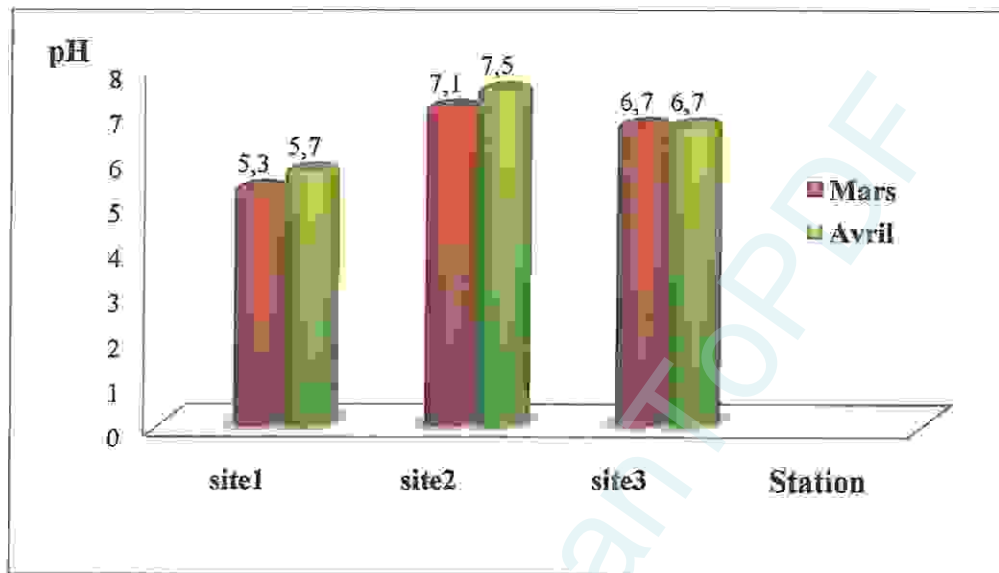


Figure 19 : Evolution du pH dans les sites de prélèvements.

### 3. La demande chimique en oxygène (DCO) :

Dans les conditions expérimentales définies par la méthodologie, la DCO correspond à la teneur de l'ensemble des matières organiques aient un caractères biodégradable ou non. Les valeurs obtenues sont comprise entre 20 et 1000 mg/l d'O<sub>2</sub>, le site 1 est égale à 1000 mg/l d'O<sub>2</sub> contient une quantité très important des matières polluantes non biodégradable.

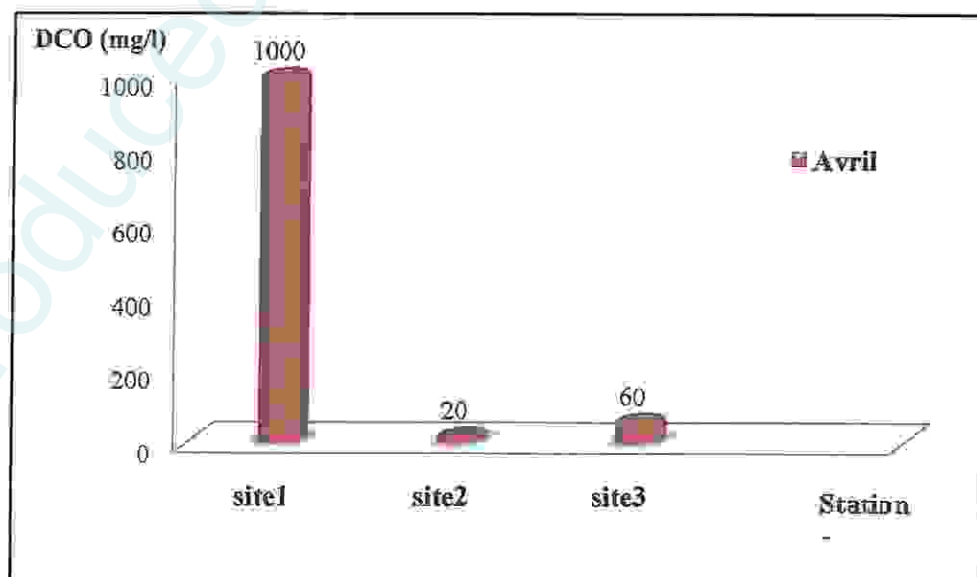


Figure 20 : la variation La demande chimique en oxygène en fonction des sites de prélèvement

#### 4. Les chlorures:

L'eau contient presque toujours des chlorures mais en proportion très variables, leur teneur augmente avec le degré de minéralisation de l'eau.

L'eau de la station 1 n'est pas traitée mais leur alimentation du chlore est d'une façon naturellement continue (220 mg/l). Les ions de chlorures proviennent des lentilles argileuses présentes dans les alluvions.

Pour l'eau de piscine doit être normalement désinfecté et désinfectante, cela est réciproque à la concentration du chlore enregistré dans les stations 2 et 3. Les teneurs calculées dans ces dernières stations sont identiques arrivées à 248 mg/l, cette valeur n'a pas dépassée la norme des eaux de baignades (250 mg/l). (Fig.21)

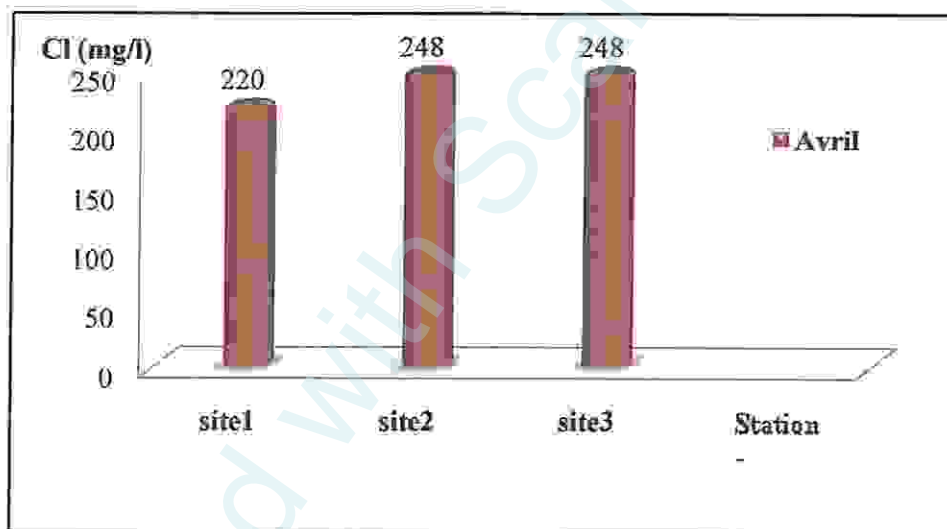


Figure 21: la variation de chlorure en fonction des sites de prélèvement

#### 5. Les nitrates:

Les nitrates proviennent des processus d'oxydation biologique de toutes les formes d'azote (azote organique, ammoniacque, nitrites, ... etc.)

Les valeurs obtenues sont comprises entre de à 0.8 et 12 mg/l, elles sont considérées comme normale par rapport aux normes au niveau de station 1 et 2,

Les rejets des collectivités et occasionnellement de certaines industries (engrais) peuvent concourir à l'enrichissement en nitrates dans la station 1 qui peut être aussi liée à l'utilisation des fertilisants agricoles.



On note un taux très élevé de nitrate dans la station 3, qui synonyme de contamination de cette eau par les urines de baigneurs. (Fig.22)

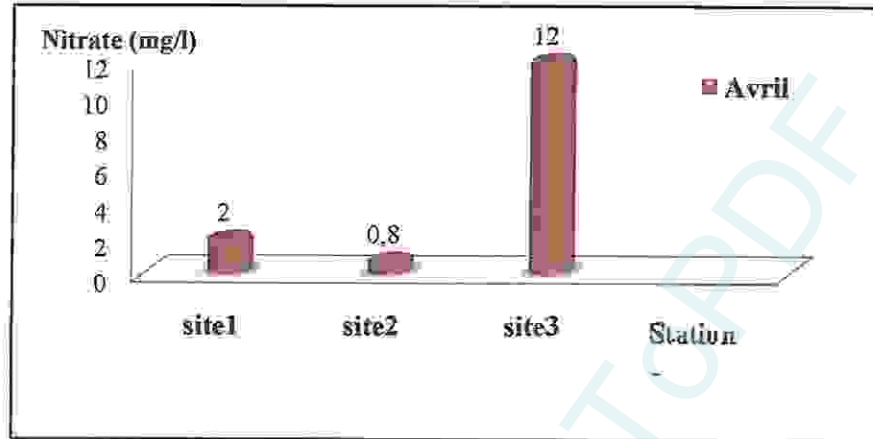


Figure 22: la variation de nitrate en fonction des sites de prélèvement

#### 6. Ammonium:

L'azote ammoniacal est souvent trouvé sous forme ionisée ( $\text{NH}_4^+$ ) ou non ionisée ( $\text{NH}_3$ ), il peut avoir pour origine dans les eaux de baignades : la matière végétale des cours d'eau, la matière organique animale ou humaines, les rejets industriels, les engrais, les urines...etc.

Sa présence est à rapprocher des autres éléments azotés identifiés dans l'eau comme les nitrates et les nitrites.

Les résultats obtenus pour tous les sites sont situés entre 0,11 et 0,31  $\text{mg/l}$  d' $\text{NH}_4^+$ , il est oxydé en nitrate par oxydation incomplète c'est pour ça les teneurs en nitrate augmentent.

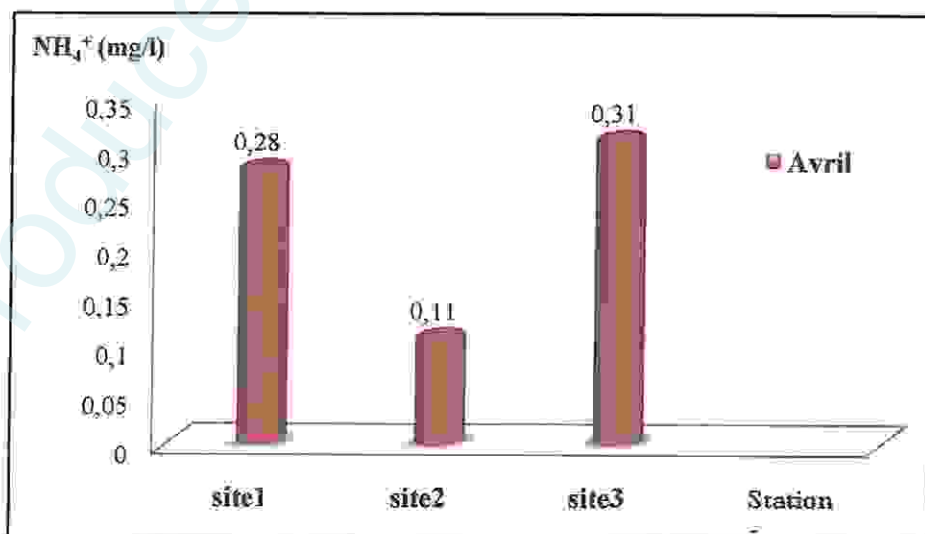


Figure 23 : la variation de l'ammonium en fonction des sites de prélèvement

### 7. 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 dans les trois stations à 37 ° C pendant le mois d'avril et varie entre 30 et 300 UFC/ml à 22° C dans les stations 1,2 et nul dans la station 3 pendant le mois mars . (Tab. 8)

Tableau 8 : Evaluation du nombre de la flore mésophile totale dans les sites de prélèvement.

	Site1		Site2		Site3	
	Prélèvement 1	Prélèvement 2	Prélèvement 1	Prélèvement 2	Prélèvement 1	Prélèvement 2
22° C	247	+300	72	80	0	130
37° C	136	+300	Une nappe	+300	11	+300

### 8. 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 11 bactéries/100 ml et 14000 bactéries/100 ml qui représente une valeur maximale trouvée dans les stations 1 et une valeur importante dans la station 2 est ceci durant le mois de Mars et Avril tandis que la valeur minimale a été constatée durant le mois de Mars dans la station 3 (11 bactéries/100 ml).

Ce nombre de coliforme totaux est du à une pollution fécale qui a des origines multiples comme les eaux usées, l'activité agricole, d'éjection des animaux et les eaux de ruissellement après de fortes précipitations pour la digue de Rasfa. En ce qui concerne la station N° 2 le nombre de coliformes calculé ne varie pas aussi et cela peut être expliqué par le manque d'hygiène du bassin de refroidissement et de baignade. Par contre dans la station N° 3 la source unique de la pollution est causée par les baigneurs, et on peut noter aussi que le traitement d'eau de piscine par des désinfectants autorisés joue un rôle important dans l'élimination des germes. (Fig. 24)

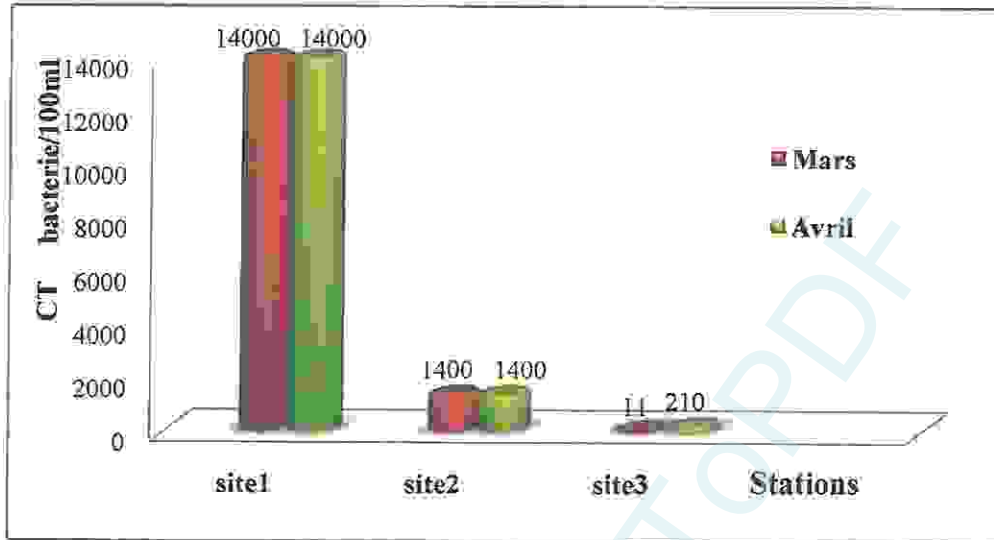


Figure 24 : Evaluation du nombre de coliformes totaux dans les sites de prélèvements.

9. 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 7 bactérie/100ml et 14000 bactérie/100ml et cette valeur maximale a été enregistré au niveau de la station 1 durant le mois de Mars tandis que la valeur minimale a été enregistré dans la station 3 pendant le mois d'Avril. Cette contamination est due à une pollution d'origine fécale (eau usée,...etc.).

En constate aussi que le nombre des coliformes fécaux est inférieure à celui des coliformes totaux. (Fig. 25)

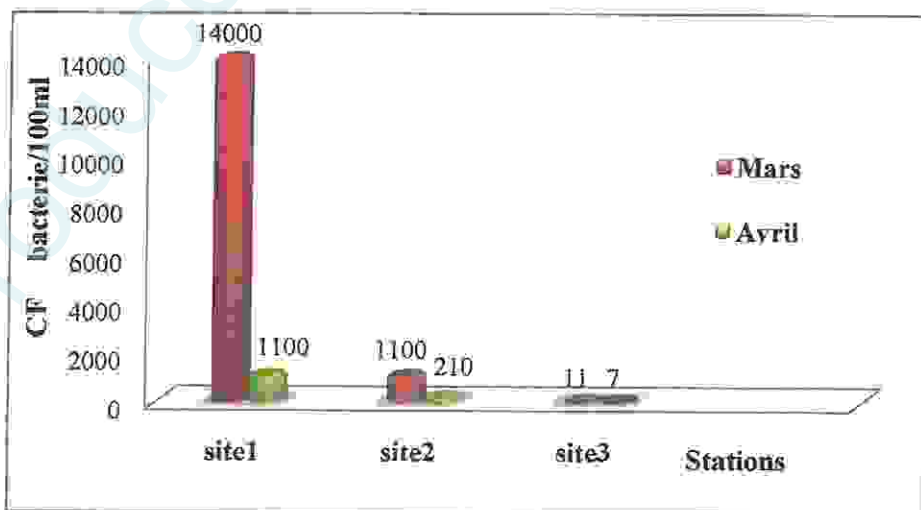


Figure 25 : Evaluation du nombre de coliformes thermotolérants dans les sites de prélèvement.

### 10. Evaluation du nombre de streptocoques fécaux :

Les streptocoques ne sont pas forcément associés qui sont témoins d'une contamination d'origine fécale récente.

Le graphe des streptocoques fécaux nous montre que le nombre de germes appartenant à ce groupe bactérien varie entre 9 bactéries/100 ml et 14000 bactéries/100 ml.

La valeur maximale a été enregistrée au niveau de la station 1 durant le mois de Mars et d'Avril ainsi que dans la station 2 durant les deux mois (1400 bactéries/100 ml). La valeur minimale a été notée dans la station 3 pendant le mois de Mars.

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 et humaines en plus de l'effet de ruissellement. (Fig. 26)

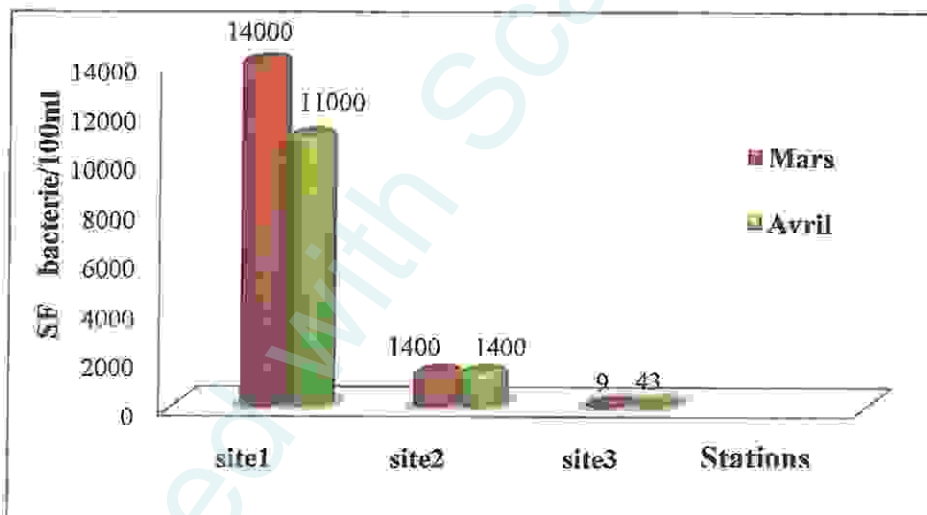


Figure 26 : Evaluation du nombre de streptocoques fécaux dans les sites de prélèvement.

### 11. 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 la présence d'halo noire dans les tubes contenant le milieu VF (viande foie) ce qui explique la présence de spore des anaérobies sulfite réducteur dans les trois stations pendant le prélèvement du mois d'avril et dans la station 1 pendant le mois mars.



Ces résultats confirment la présence de germes résistant (sporulant) comme les *Clostridium* considérés comme germes extrêmement pathogènes. (Tab. 9)

**Tableau 9 : Evaluation du nombre des spores des ASR dans les sites de prélèvement.**

	Site1		Site2		Site3	
	Prélèvement	Prélèvement	Prélèvement	Prélèvement	Prélèvement	Prélèvement
	1	2	1	2	1	2
24 h	4 colonies/20 ml	50 colonies/20ml	Culture négative	26 colonies/20ml	Culture négative	5 colonies/20ml
48 h	11 colonies/20ml	Culture positive	Culture négative	Culture positive	Culture négative	Culture positive

## 12. Identifications complémentaires des bactéries :

### 12.1. Sur milieu Chapman :

Sur le milieu Chapman les bactéries isolées ont les caractéristiques suivantes (Tab. 10)

**Tableau 10 : Les différentes caractéristiques des colonies cultivées sur milieu Chapman.**

	Forme des colonies	Coloration de Gram	Teste catalase	Test staphylocoagulase	Mannitol mobilité
Site 1	Colonie Bombée, lisse, à contour régulier, jaunâtre avec virage de la couleur du milieu entourant les couloirs au jaune brillant.	Cocci Gram + En grappe de raisin	Positif (+)	Positif (+)	+
Site2	Colonie blanche, ronde, régulière, bombée, lisse et brillante	Gram + Cocci en amas	Positif (+)	Négatif (-)	+

Site3	colonie blanche ronde, régulière, bombée, lisse et brillante	Gram + Cocci en amas	Positif (+)	Négatif (-)	+
-------	---	-------------------------	-------------	-------------	---

### 12.2. Sur milieu GNAB :

Après culture des bactéries 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. 11)

Tableau 11 : Les différentes caractéristiques des colonies cultivées sur milieu GNAB.

	Forme des colonies	Coloration de Gram	Teste catalase	Test oxydase
Site1	Petites colonies, rondes, opaques, bombées, crémeuses, lisses et brillantes (de type S), pigmentées en jaune clair.	Cocci, Gram +	+	+
Site2	Colonie bombé muqueuse filante sous l'anse pigmentation verte	Bacille Gram -	+	+
Site3	/	/	/	/

## 12.3. Sur milieu Hectoen / SS / Mac Conkey :

Tableau 12 : Les différentes caractéristiques des colonies cultivées sur milieu Hectoen/SS/ Mac Conkey.

	Souche bactérienne	Forme des colonies	Coloration de Gram	Test catalase	Teste oxydase
Site1	Souche1 (SS)	Colonies saumon moyenne, bombé, lisse.	Bacille Gram (-)	+	-
	Souche2 (SS)	Colonie saumon, contour régulier, grande, bombé, à centre noir.	Bacille Gram (-)	+	-
	Souche3 (HC)	Colonie bleu vert à centre noir.	Bacille Gram (-)	+	-
Site2	Souche1 (HC)	Colonie saumon, moyenne, bombé, lisse.	Bacille Gram (-)	+	-
	Souche 2 (HC)	Colonie saumon, régulier, grande, bombé.	Bacille Gram (-)	+	-
Site3	Souche1 (Mck)	Colonie 2 à 3 mm de diamètre, contour régulier, rose, type S.	Coccobacille Gram (-)	+	-

## 12.4. 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 identifiés les colonies suivantes (Tab. 13)

Tableau 13 : Les différentes caractéristiques des colonies cultivées sur milieu King A King B

	Aspect des colonies		Espèce
	King A	King B	
Site2	+	+	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>

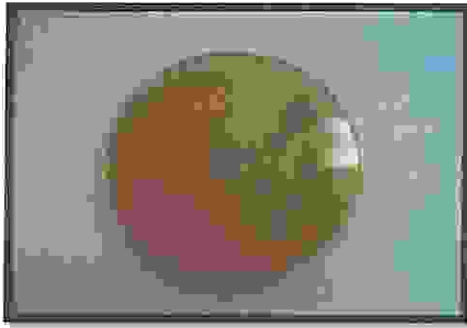
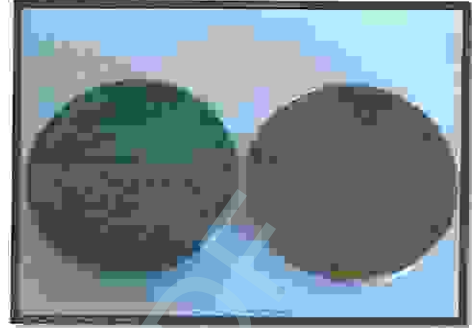
Fig.27 : Les colonies de *S.aureus* sur le milieu Chapman.

Fig.28 : Les colonies obtenues sur le milieu Hectoen et SS.

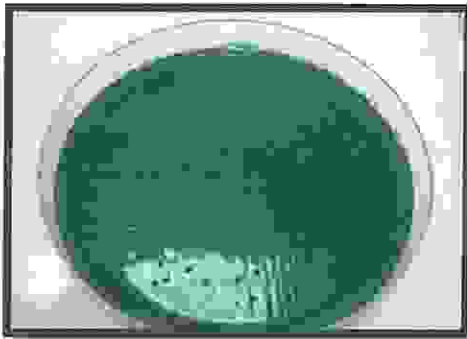
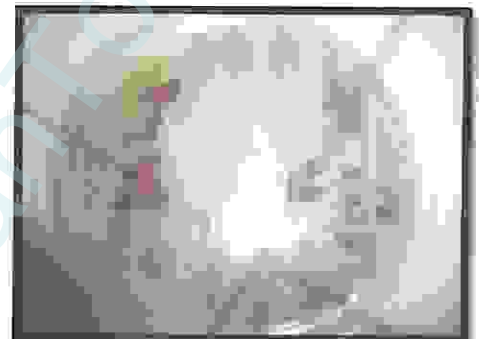
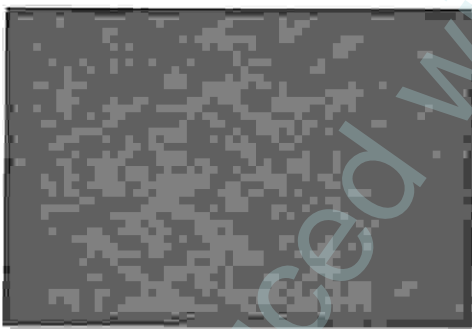
Fig.29 : Les colonies de *S. arizonae* sur le milieu Hectoen.Fig.30 : Les colonies de *Pseudomonas* sur le milieu GNAB

Fig.31 : Bacille Gram (-).

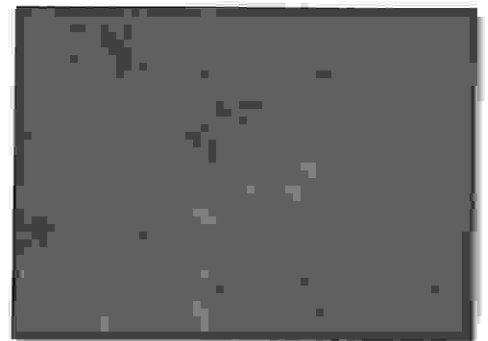




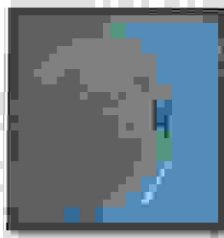
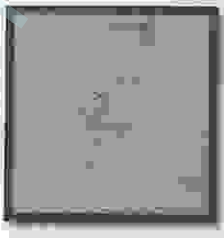

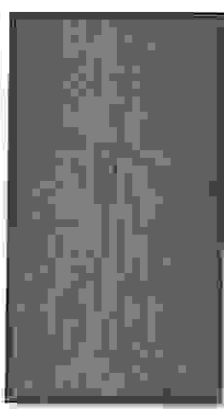
Fig. 32: Cocci en amas Gram (+).

Fig.33 : Les colonies de *Clostridium* obtenues sur le milieu VF.



13. Identification des levures et des champignons:

Tableau 14 : Les différentes caractéristiques des colonies cultivées sur milieu Sabouroud.

	Aspect macroscopique		Aspect microscopique		Espèce
Site1		Les colonies sont granuleuses, Blanchâtre au début puis devient jaunes. Le revers des colonies est incolore.		Les têtes conidiennes, bisériées, globuleuses.	<i>Aspergillus</i> <i>SSp</i>
Site 2	/	/	/	/	/
Site3		, bombées, crémeuses, blanchâtres, lisses et brillantes		Taille variable, bourgeonnante	<b>Levures</b> ( <i>Candida albicans</i> )
		Diamètre entre 2,8-3,6 cm pendant 5 jours. couleur gris vers le noir. une odeur prononcée, grossier. reverse la couleur vers les jaunes		Les hyphes sont septées: le conidiophore est irrégulièrement ramifié	<i>Penicillium</i> <i>SSp</i>

#### 14. 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 15 résume les résultats obtenus.

Tableau 15 : Liste des bactéries identifiées dans les différents milieux de cultures.

	Api Staph	Api 20 E
Site1	- <i>Micrococcus</i> ssp	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Enterobacter cloacae</i></li> <li>- <i>Citrobacter freundii</i></li> <li>- <i>Salmonella arizonae</i></li> </ul>
Site2	/	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Enterobacter cloacae</i></li> <li>- <i>Enterobacter aerogenes</i></li> </ul>
Site3	/	- <i>Escherichia coli</i>

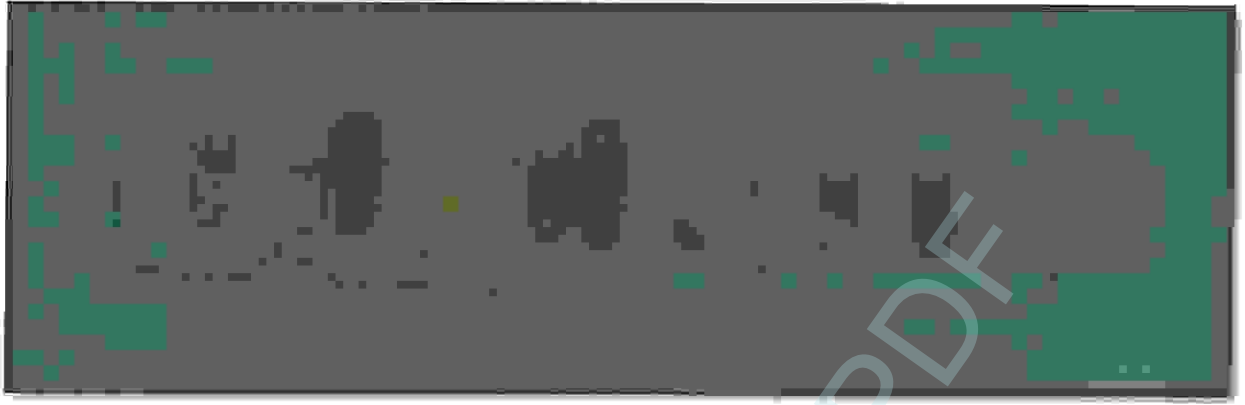


Figure 34: Profile biochimique de *Enterobacter cloacae*.

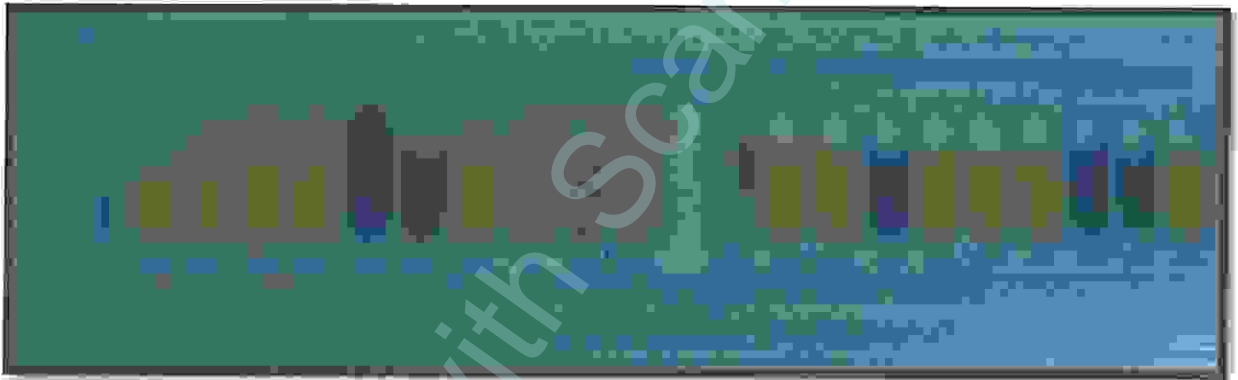


Figure 35: Profile biochimique de *Citrobacter freundii*.

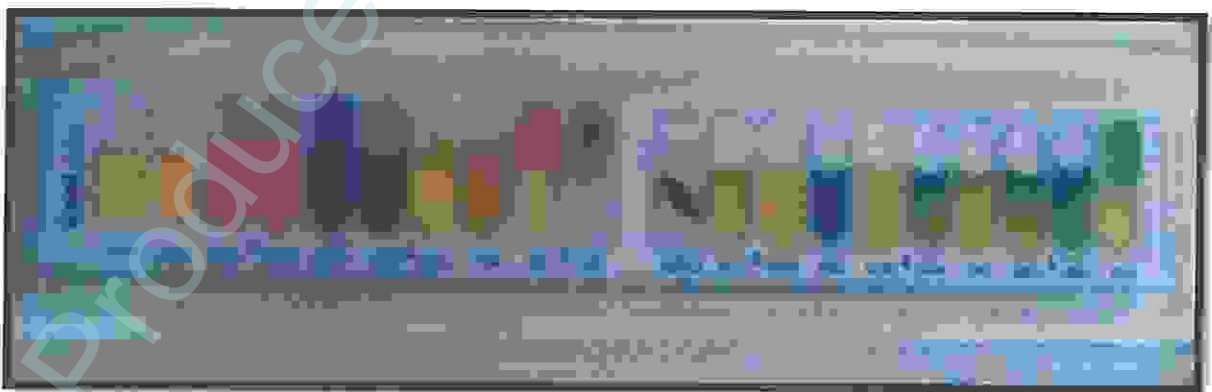


Figure 36 : Profile biochimique de *salmonella arizonae*.

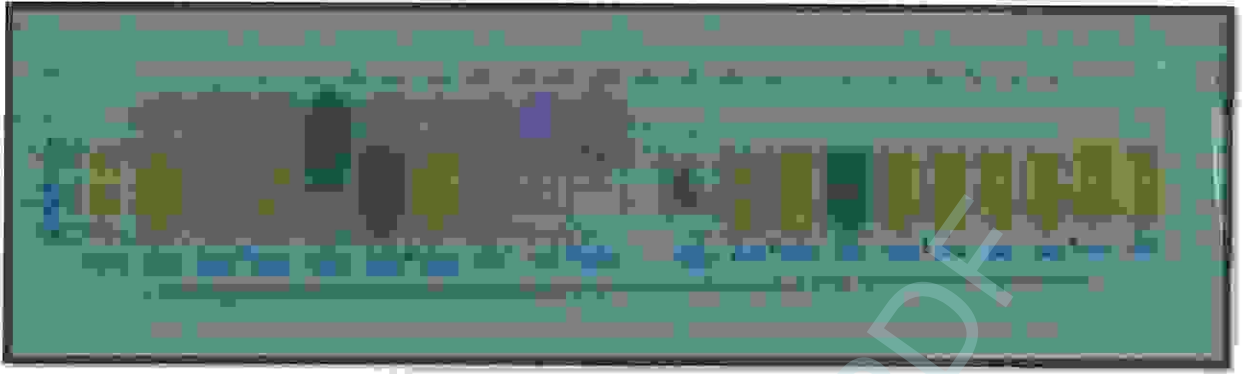


Figure 37 : Profil biochimique de *Enterobacter aerogenes*.

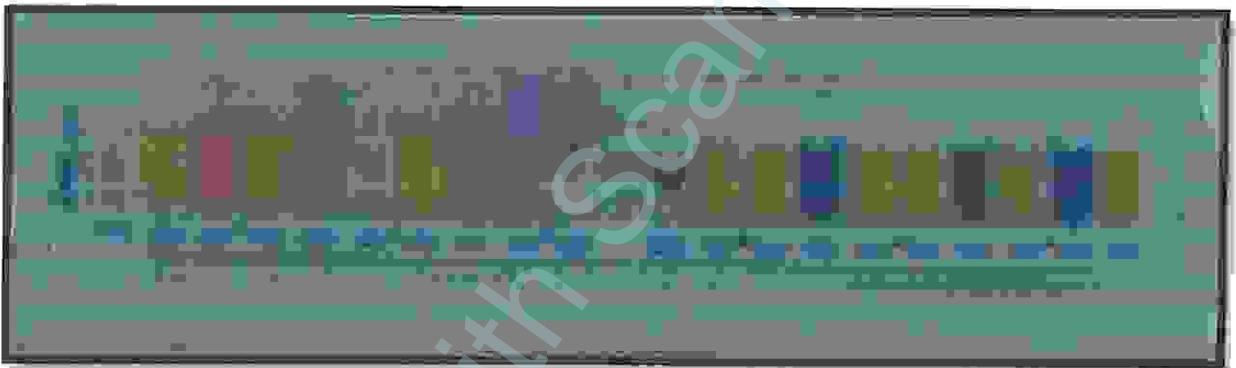


Figure 38: Profil biochimique de *Escherichia coli*.

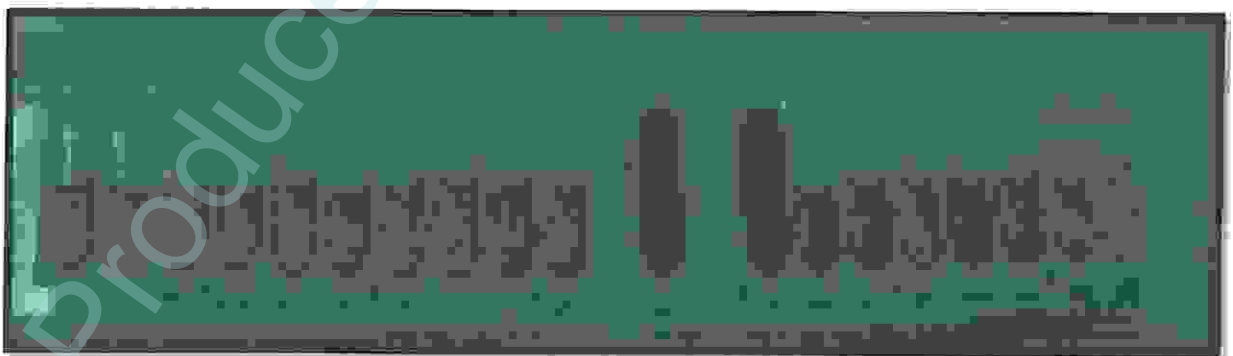
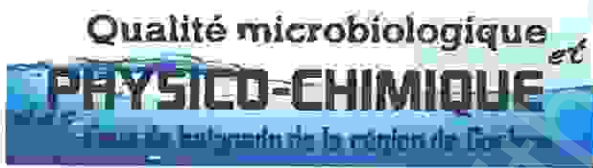


Figure 39: Profil biochimique de *Micrococcus ssp.*





---

# Conclusion

Produced with ScanTOPDF

Au terme de ce travail nous pouvons conclure que :

L'objectif de notre étude physico-chimique et microbiologique est pour évaluer et vérifier l'état de santé d'un écosystème aquatique.

Notre analyse de la qualité des eaux de baignade de la région de Guelma pendant les deux mois Mars et Avril, montre que cette dernière est soumise à plusieurs effets d'altération et que le degré de la pollution biologique est important.

Les résultats des paramètres physico-chimiques mesurés au niveau des trois sites ont montré des valeurs normales, tels que la température et la concentration en chlore. Quant à ; aux valeurs du pH et de la DCO dépassent les normes des eaux de baignade à cause de certains facteurs (les apports en eaux usées domestique et surtout les effluents industriels ainsi que les eaux pluviales) au niveau de la première station.

Concernant les éléments minéraux (Nitrate et Ammonium) ; on a constaté des variations notables au niveau des stations 1 et 3, d'où on en déduit une pollution chimique minime.

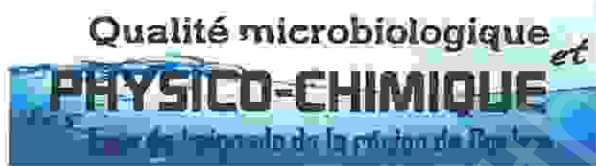
L'étude microbiologique réalisée (dénombrements et recherche de germes totaux, coliformes totaux, coliformes fécaux, streptocoques fécaux) a permis de constater un degré de contamination important dans les 3 stations. Les résultats ont révélé la présence des germes de contamination fécale (*E. coli*, *Citrobacter freundii*, *Enterobacter cloacae*, *Enterobacter aerogenes*). Nous avons isolé et identifié une variation importante de bactéries pathogènes, telles que (*Clostridium*, *Salmonella arizonae*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus*). On a noté également l'existence de certaines espèces fongiques qui sont : *Penicillium*, *Aspergillus*, *Candida albicans* ; capable de causer des maladies graves.

Reste à signaler que, notre étude a révélé que la première station est plus polluée que les 2 autres stations, à raison de l'utilisation excessive des engrais chimiques et le pompage intensif de l'eau par les riverains pour des fins agricoles influençant négativement sur la physionomie, l'écologie et la qualité biologique de l'eau. Cette influence va fragiliser cet écosystème qui s'y dégrade progressivement malgré son statut.

Malgré que, les stations 2 et 3 obéissent au système de filtration, renouvellement et un traitement quotidien des eaux par des infectants autorisés (chlore, brome et l'ozone), on a constaté une altération accentuée du point de vue microbiologique.

Pour la santé et la sécurité des baigneurs et à la lumière des résultats obtenus nous espérons que :

- ✓ les rejets polluants industriels et urbains doivent être poursuivis, donc ils nécessitent la mobilisation d'efforts concertés pour une réduction significative de l'utilisation de pesticides, d'engrais, la maîtrise des épandages et l'installation des stations de traitement des eaux usées (domestiques ou industrielles).
- ✓ Auto-surveillance : Plusieurs fois par jour, la qualité de l'eau est suivie par le responsable du bassin : (entretien, Lavages et vérifications de tous les sols doit être quotidiens, recyclage, filtration et désinfections des eaux).
- ✓ Contrôle sanitaire : La DDS effectue un contrôle de l'établissement : analyses mensuelles (germes tests, substances toxiques) de l'eau, vérifications régulières des installations et des locaux.
- ✓ La qualité de l'eau et la propreté des installations : c'est l'affaire de tous ! donc Une bonne hygiène individuelle est indispensable. Grâce à des gestes simples, vous pouvez faciliter le traitement de l'eau et l'entretien des installations.
- ✓ Les résultats sont obligatoirement affichés à l'entrée de l'établissement.
- ❖ En fin on demande aux responsables de la ville de Guelma d'ouvrir les piscines non fonctionnelles et la création d'autres, pour répondre au besoin de la population jeune. Et pour empêcher la baignade dans les lieux non autorisés.



---

## Références bibliographiques



## Références bibliographiques

### Les livres et les mémoires:

- **Abekane .M, Hambli.S, Tebbikh.O,(2011):**Evaluation de la Qualité Physico-chimiques et bactériologique de l'eau de la tourbière du lac noir (*Nord-est algérien*) Mémoire de Master, Université 08Mai 1945, Guelma, 26 p.
- **Ait Hamlet, S. (1998) - contribution à l'étude de la qualité de huiles oneds de la Wilaya d'el taref ; aspects microbiologique et écologique .**mémoire de magister en microbiologie appliquée, université de Annaba, 150p.
- **Aminot A, et Kerouel R. (2004)-**Hydrologie des écosystèmes marins. Paramètres et analyses. *Editions Ifremer*, 336p.
- **Aminot A, Chauss Pied M. (1983) -** Manuel des analyses chimiques en milieu marin. 395p.
- **Amor Abda W., (2009). Etude physicochimique et bacteriologique des eaux d'un lac artificiel : cas du barrage de Zit-Kimba (wilaya de Skikda).**Mémoire de Magister. Université 8 Mai 1945 de Guelma.79p.
- **Amri S., (2008). Inventaire des cyanobactéries potentiellement toxique dans la tourbière du lac Noir « PARC NATIONAL D'EL-KALA » (ALGERIE).** Mémoire de Magister Université Badji Mokhtar d'Annaba.122p.
- **Aouata.L, Kelaiaia.A (2009-2011) :** analyse des eaux. Rapport de fin de stage, Université 08Mai 1945, Guelma, 23,31, 36, 39 p.
- **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.

- **Bara.M,Belhamra.Z,Chettibi.F(2011):**Analyse Bactériologique de L'eau Des Plages Du Nord-Est Algérien: Cas D'Annaba Et Taref. Mémoire de Master, Université 08Mai 1945, Guelma, 8 p.
- **Beaux J-F., (1998).** L'environnement. Repère pratique, NATHAN.155P.
- **Behaïlil M., Hamlaoui B., Laraisia H., (2011) :** Qualité bactériologique et Physico-chimiques Des Eaux de sources de La Région De Guelma . Mémoire de Master, Université 08Mai 1945, Guelma, 26 p.
- **Benmarce K. 2007.** « Caractéristiques Physico-chimiques Et Isotopiques Des Eaux Souterraines Dans La Région De Guelma (NE algérien) », Mémoire de Magister, Université Badji Mokhtar, Annaba, 126 p.
- **Bianchi M., Martiny D., Bertrand J.C. Caumette P et Gauthier M. (1989) -** Les microorganismes du domaine océanique. *Edit. Masson,447p.*
- **Boukertouta S.,Sellaoui C.,Tahraoui C.,(2009).***Contribution à l'étude des paramètres physicochimiques et l'identification fongiques à partir des eaux du lac Oubeta.*Mémoire d'ingénieurat.Université 8 Mai 1945 Guelma.36.
- **Bouchaala L., (2010).***Contribution à l'étude de la qualité microbiologique et physicochimique de l'eau de l'Oued-Zénati(Guelma).*Mémoire de Magister.Université 8 Mai 1945 de Guelma.135p.
- **Chaouch R.,Moumed S.,Mebarki F.,(2009).***Suivi de quelques paramètres physicochimiques et bacteriologiques dans les eaux du barrage et de l'Oued de Bouhamdane.*Mémoire d'ingénieurat.Université 8 Mai 1945 de Guelma.56p.
- **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.
- **Dellarras C., (2003)**. Microbiologie de l'environnement avec législation. Travaux pratiques commentés. gaetan morin éditeur. 223p.
- **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 .
- **Eldberg 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.
- **Haddad S., Reghis F., Samsar Z., (2009)** : La chloration des eaux potables et l'émergence des bactéries résistantes au chlore. Mémoire de Magister. Université 8 Mai 1945 de Guelma. 135.
- **Guiraud J.P. (1998)** - Microbiologie alimentaire. *Dunod*. 615p.
- **Lebres E ., (2002)**. microbiologie des eaux, des boisson, des produits de mer. Manuel des travaux pratique. Institut Pasteur d'Algérie.
- **Labres M 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.
- **Lassouad.K, Touhami.N (2008)**: contribution à l'étude de la qualité microbiologique de l'eau du barrage de Hammam Debagh. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en biologie. Université 08Mai 1945, Guelma, 12, 25p.
- **Le Minor L et Veron M. (1989)** - Bactériologie médicale, édition Flammarion.

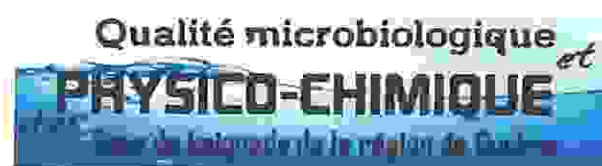


- **Lightfoot N.F. (2002)** - Analyses microbiologiques des aliments et de l'eau. *Directives pour l'assurance qualité*. 387 p.
- **Marchal N., Bourdon J-l et Richard C. (1982)** - Les milieux de culture pour l'isolement et l'identification biochimique des bactéries .biologie appliquée, *Editions Doin, 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.
- **OMS. (2000)** - Directives de qualité pour l'eau de boisson; volume 2 – critères d'hygiène et documentation à l'appui. *Organisation mondiale de la Santé, 2 édition*, 1050 p.
- **Pechère J-C et collaborateurs. (1982)**.Les infections.edisem inc.497p.
- **Phillipe R. (1999)**. Les exigences des désinfectants des eaux de baignades. Mémoire de fin d'étude ingénieure chimiste ENSCR. Formation des ingénieurs du génie sanitaire 1998-1999. 7-8 p.
- **Pilet C et Col. (1987)**. bactériologie médicale et vétérinaire systématique bactérienne .Doin, 371p.
- **Sayad L.,(2008)**. *Qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de l'écosystème lacustre Lac des Oiseaux (Wilaya EL Tarf)* Mémoire de Magister.Université Badji Mokhtar-Annaba.76p.
- **Rejsek F. (2002)** - *Analyse des eaux; aspects règlementaires Et techniques*. Sceran. Paris.360p.
- **Robert H. (1999)**, Qualité microbiologique des eaux brute distribuée par BRL. Mémoire de l'école national de la santé publique.
- **Rodier J. (1996)** - Analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires. 8<sup>ème</sup> édition, *Dunod, Paris* 1130.
- **Roland V. (2003)**, Eau, Environnement et santé Publique.2<sup>ème</sup> édition introduction à l'hydrologie.TEC et DOC.
- **Zerluth J., Gienger M., (2004)**.L'eau et ses secrets. Edition désirés.223p.
- **Zouaidia H. (2006)**, bilan des incendies de forêts dans l'Est Algérien cas de Mila, Constantine, Guelma, Souk Ahras.Mémoire de magister, Université Mentouri. Constantine. 126p.



## Webographie

- [1]: <http://www.el-annabi.com/algerie/wilaya/guelma.htm>, Consulté le : 15/02/2012.
- [2]: <http://www.ars.lorraine.sante.fr/Les-eaux-de-baignade.82767.0.html>. Consulté le : 03/02/2012.
- [3] : article: l'eau observatoire régional de la santé Rhône-Alpes, 2007. Consulté le : 7/03/2012.
- [4] : environnements et milieux : qualité des eaux pdf 22\_qualite\_eaux pdf. Consulté le : 01/02/2012.
- [5] : <http://www.plurielles.fr/beaute/fiches-pratiques/les-eaux-thermales-ca-sert-a-quoi-6708423-402.html>. Consulté le : 22/04/2012.
- [6] : Ministère chargé de la santé / *Eaux de baignade* / Critères d'évaluation de la qualité de l'eau <http://baignades.sante.gouv.fr/editorial/fr/contrôle/critere.html>. Consulté le : 27/04/2012.
- [7] :
- [9] : **La pollution microbiologique**
- <http://baignades.sante.gouv.fr/editorial/fr/sante/introduction.html>. Consulté le : 18/03/2012.
- [10] : **Cholera**
- [http://www.orpha.net/consor/cgi-bin/OC\\_Exp.php?lng=FR&Expert=173](http://www.orpha.net/consor/cgi-bin/OC_Exp.php?lng=FR&Expert=173).
- Consulté le : 15/05/2012.
- [11] : <http://www.lenntech.fr/francais/data-perio/s.htm#ixzz1sQjn5ax0>. Consulté le : 05/05/2012
- [12]: <http://www.lenntech.fr/desinfection/desinfection-piscine-sante.htm#ixzz1sQodBtMh>. Consulté le : 05/05/2012.



---

# Annexe

Produced With ScantOPDF

# Annexe

## 1. Composition des milieux de culture en boîtes :

### ▪ Milieu de Chapman : (en g/l d'eau distillée) :

Peptone bactériologique	10
Extrait de viande de bœuf	1
Chlorure de sodium	75
Mannitol	10
Gouge de phénol	0,025
Agar	15

pH : 7,5 (environ)

### ▪ Gélose Hectoen (en g/l d'eau distillée) :

Protéose peptone	12
Extrait de levure	3
Chlorure de sodium	5
Thiosulfate de sodium	5
Sels biliaires	9
Citrate de fer ammoniacal	1,5
Salicine	2
Lactose	12
Saccharose	12
Fuschine acide	0,1
Bleu de bromothymol	0,065
Agar	14

pH : 7,5 (environ)

▪ **Milieu de Mac Conkey : (en g/l d'eau distillée) :**

Peptone bactériologique .....	20
Sels biliaires .....	1,5
Chlorure de sodium .....	5
Lactose .....	10
Rouge neutre .....	0,03
Cristal violet .....	0,001
Agar .....	15

▪ **Gélose S.S. (*Salmonella-Shigella*) (en g/l d'eau distillée) :**

Peptone .....	5
Extrait de viande de bœuf .....	5
Sels biliaires .....	8,5
Citrate de sodium .....	10
Thiosulfate de sodium .....	8,5
Citrate de fer .....	1
Lactose .....	10
Rouge neutre .....	0,025
Vert brillant .....	0,00033
Agar .....	15

pH : 7,0 (environ)

▪ **Gélose TGEA (*gélостryptone-glucose-extrait de levure*) :**

Tryptone .....	5 g
Glucose .....	1 g
Extrait de levure .....	2,5 g
Gélose .....	15 g
Eau distillée .....	100 ml

pH= 7, autoclave 20 minute à 120°C.



▪ **La gélose Sabouraud: (en g/l d'eau distillée) :**

Peptone chapoteaut .....10g

**2. Composition milieux de culture en tubes :**

**BCPL : (bouillon lactose au pourpre de Bromocrésol) (en g/l d'eau distillée) :**

Peptone .....5g

Extrait de viande..... 3g

Lactose .....10g

Pourpre bromocrésol.....25mg

Répartir en tubes et ajouter éventuellement une cloche de Durham  $\text{PH}=7$  (autoclave 20min à  $120^{\circ}\text{C}$ )

**VF : (Gélose viande foie) (en g/l d'eau distillée) :**

Extrait viande foie .....30g

Glucose..... 2g

Amidon..... 2g

Gélose..... 12g

▪ **Milieu Clark et Lubs**

Ce milieu sert à l'étude de deux réactions :

- Réaction de rouge de méthyle (RM) ;
- Réaction de Voges-Proskauer (VP).

Elles sont utilisées en particulier dans la différenciation des *Entérobactériaceae* (test IMVIC : indole, RM, VP, citrate de Simmons).

œ **Formule (g/l d'eau distillée) :**

Peptone .....5

Phosphate bipotassique .....5

Glucose .....5  $\text{PH} : 7,5$  (environ)

▪ **Eau peptonée exemple d'indole (en g/l d'eau distillée) :**

Peptone exemple d'indole .....	10
Chlorure de sodium .....	5
pH final=7,2	

▪ **Milieu de Litsky (en g/l d'eau distillée) :**

Peptone .....	20
Glucose .....	5
Chlorure de sodium .....	5
Phosphate monopotassique .....	2,7
Azothydrate de sodium .....	0,3
Ethyl-violet .....	0,0005
pH final = 6,8 - 7	

▪ **Milieu mannitol - mobilité - nitrate (en g/l d'eau distillée) :**

Peptone .....	20 g
Nitrate de potassium .....	2 g
Mannitol .....	2 g
Rouge de phénol à 1% .....	4 g
Agar .....	4 g
pH final : 8,1- 8,2	

▪ **Bouillon de Rothe (en g/l d'eau distillée) :**

• **Milieu simple concentration**

Peptone .....	20 g	
Glucose .....	5 g	
Chlorure de sodium .....	5 g	
Phosphate bipotassique .....	2,7 g	
Phosphate monopotassique .....	2,7 g	
Azothydrate de sodium .....	0,2 g	PH final= 6,8-7

• **Milieu double concentration**

Peptone .....40 g

Glucose ..... 10 g

Chlorure de sodium .....10 g

Phosphate bipotassique .....5,4 g

Phosphate monopotassique .....5,4 g

Azothydrate de sodium .....0,4 g

PH final= 6,8-7

↓ **Milieu au citrate de sodium (milieu de Simmons) (en g/l d'eau distillée) :**

Sulfate de magnésium .....0,2 g

Citrate de sodium .....2 g

Chlorure de sodium .....5 g

Phosphate d'ammonium ..... 0,2 g

Phosphate d'ammonium monosodique ..... 0,8 g

Bleu de bromothymol .....0,08 g

Agar .....15 g

pH : 7,0 (environ)

↓ **Gélose T.S.I (gélose glucose-lactose- saccharose- H<sub>2</sub>S) (en g/l d'eau distillée) :**

Peptone .....20 g

Extrait de viande .....3 g

Extrait de levure .....3 g

Chlorure de sodium .....5 g

Citrate de ferrique .....0,3 g

Thiosulfate de sodium .....0,3 g

Lactose .....10 g

Saccharose ..... 10 g

Glucose ..... 1 g

Rouge de phénol .....q.c  
Agar .....12 g

### 3. Les réactifs utilisés

#### ▪ Réactif rouge de méthyle (RM) :

Rouge de méthyle .....0,5g  
Alcool à 60° .....100ml

#### ▪ Réactif de Vosges Proskauer (VP) :

Pour la recherche de l'acétoïne :

##### ⚡ VP1 :

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

##### ⚡ VP 2 :

Alpha naphthol ..... 6g  
Ethanol .....100 ml

#### ▪ Réactif de Kowacks:

La mise en évidence de la production d'indole :

Paradiméthylaminobenzaldéhyde .....5g  
Alcoolamylique .....75 g  
HCl pur .....25 ml

#### ▪ Réactif de TDA :

Pour la recherche du tryptophane désaminase

Peptone de fer .....3,4 g  
Eau distillée ..... 100ml (institut Pasteur, 1978).



#### 4. Les colorants :

##### ▪ Violet de gentiane :

Violet de gentiane .....	1 g
Ethanol à 90 % .....	10 ml
Phénol .....	2 g
Eau distillée .....	100 ml

##### ▪ Lugol :

Iode .....	1g
Iodure de potassium .....	2 g
Eau distillée .....	300 ml

##### ▪ Fushine :

Fushine basique .....	1 g
Alcool éthylique .....	100 ml
Phénol .....	5 g
Eau distillée .....	100 ml

#### 4. Les produits chimiques :

##### ▪ Solution du sulfate d'argent :

Sulfate d'argent cristallisée .....	6.6 g
Acide sulfurique (d=1.84) q.s.q .....	1000 ml

##### ▪ Solution de dichromate de potassium 0.25 N :

Dichromate de potassium (séché 2 heures à 110 c°)..	12.2588 g
Eau distillé q.s.q .....	1000 ml

##### ▪ Solution de sulfate de fer et d'ammonium 0.25 N (sel de mohr) :

Sulfate de fer et d'ammonium .....	98 g
Acide sulfurique (d=1.84) .....	20 ml
Eau distillée q.s.q .....	1000 ml

Le titre de cette solution doit être vérifié tous les jours

▪ **Solution de féroïen :**

L 10 phénanthroline ..... 1,458 g  
Sulfate de fer ..... 0,695 g  
Eau distillée q.s.q ..... 1000 ml

▪ **Réactif de Nessler :**

Iodure de potassium ..... 50 g  
Bichlorure de mercure ..... solution saturée q.s  
Solution d'hydroxyde de sodium 9 N ..... 400 ml

▪ **Solution d'hydroxyde de sodium et de tartrate double de sodium et de potassium :**

Hydroxyde de sodium ..... 400 g  
Tartrate double de sodium et de potassium ..... 60 g  
Eau distillée ..... q. s. q 1000 ml

Faire dissoudre les sels dans de l'eau.

Laisser refroidir et complète à 1000 ml

A conserver dans un flacon polyéthylène.

Produced with Scantopdf

Tableau 16 : Table de NPP (Rodier 2009).

Nombre caractéristique			Nombre de cellules NPP dans 100 ml
3 tubes de 10 ml	3 tubes de 1 ml	3 tubes de 0.1 ml	
0	0	1	3
0	1	0	3
0	1	1	6
0	2	0	6
1	0	0	4
1	0	1	7
1	0	2	11
1	1	0	7
1	1	1	11
1	2	0	11
1	2	1	15
1	3	0	16
2	0	0	9
2	0	1	14
2	0	2	20
2	1	0	15
2	1	1	20
2	1	2	30
2	2	0	20
2	2	1	30
2	2	2	35
2	2	3	40
2	3	0	30
2	3	1	35
2	3	2	40
3	0	0	25
3	0	1	40
3	0	2	65
3	1	0	45
3	1	1	75
3	1	2	115
3	1	3	160
3	2	0	95
3	2	1	150
3	2	2	200
3	2	3	300
3	3	0	250
3	3	1	450
3	3	2	1100
3	3	3	1400

Tableau 17 : Tableau de lecture de l'API 20E (Cité in Amor Abda, 2009).

micro tube	SUBSTRAT	REACTIONS/ENZYME	RESULTATS	
			NEGATIVE	POSITIVE
ONPG	ortho-nitro-phenyl-B-D-galactopyranoside	bêta-galactosidase	incolore	jaune
ADH	arginine	arginine dés hydrolase	jaune	rouge / orange
LDC	lysine	lysine décarboxylase	jaune	orange
ODC	ornithine	ornithine décarboxylases	jaune	rouge / orange
[CIT]	sodium citrate	Utilisation de citrate	vert	bleu-vert/ bleu
H <sub>2</sub> S	Thiosulfate de sodium	production d'H <sub>2</sub> S	incolore	noir
URE	urée	uréase	jaune	rouge / orange
TDA	tryptophane	tryptophane désaminase	jaune	noir
IND	tryptophane	production d'indole	incolore	rose
[VP]	Pyruvate de sodium	Production d'acétoine	<u>VP 1 + VP 2 / 10 (5)</u>	
			incolore	rose/rouge
[GEL]	Gélatine emprisonnant des particules de charbon	gelatinase	Pas de diffusion de pigment noir	diffusion de pigment noir
GLU	glucose	fermentation/oxydation	bleu / bleu-vert	jaune/ vert jaune
MAN	mannitol	fermentation/oxydation	bleu / bleu-vert	jaune
INO	inositol	fermentation/oxydation	bleu / bleu-vert	jaune
SOR	sorbitol	fermentation/oxydation	bleu / bleu-vert	Jaune
RHA	rhamnose	fermentation/oxydation	bleu / bleu-vert	Jaune
SAC	sucrose	fermentation/oxydation	bleu / bleu-vert	jaune
MEL	melibiose	fermentation/oxydation	bleu / bleu-vert	jaune
AMY	amygdalin	fermentation/oxydation	bleu / bleu-vert	jaune
ARA	arabinose	fermentation/oxydation	bleu / bleu-vert	jaune
NO <sub>3</sub> -NO <sub>2</sub>	GLU tube	production de NO <sub>2</sub> reduction N <sub>2</sub> gas	<i>NIT 1 + NIT 2 2-3 min</i>	
			jaune	rouge



Tableau 18 : Tableau de lecture de l'API Staph (Cité in Amor. 2009).

Tests	SUBSTRAT	Caractère recherché	RESULTATS	
			NEGATIVE	POSITIVE
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			
XLT	Xylitol			
MEL	D-melibiose			
NIT	Nitrate de potassium		Réduction des nitrates en nitrites	NIT 1 + NIT 2 / 10 mm
			Incolore / rose	Rouge
PAL	B-naphtyl 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	$\alpha$ -méthyl-D-glucosamine			
NAG	N-acétyl-glucosamine			
ADH	Arginine	Arginine dihydrolase	Jaune	Orange / rouge
URE	Urée	Uréase	Jaune	Rouge / violet

**Tableau 19 : Normes fixés pour les eaux de baignades naturelles. (Cité in Robert.1999).**

Paramètre	Guide	Impérative
Coliformes totaux / 100 ml	500	10 000
Coliformes thermotolérants / 100 ml	100	2 000
Streptocoques fécaux / 100 ml	100	-
Salmonelles / l l	-	0
Enterovirus PFU / 10 l	-	0

**Tableau 20 : Normes fixés pour les eaux des piscines. (Cité in Robert.1999).**

Paramètre	Norme
Bactéries aérobies revivifiables à 37 °C / 1 ml	< 100
Coliformes totaux / 100 ml	< 10
Coliformes fécaux / 100 ml	Absence
Germes pathogènes, Notamment Staphylocoques pathogènes / 100 ml	Absence

**Tableau 21 : Norme en nitrate. (Merzoug. 2009).**

Teneurs en nitrate (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) mg/l	Qualité des eaux
<10	Bonne
10<NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> <20	Moyenne avec signe de pollution
20<NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> <40	Polluée avec une pollution nette
>40	La pollution est importante

Guelma est une ville non côtière à climat rude. Elle a besoin de moyenne de loisir et de rafraîchissement ; mais, elle possède un nombre très limité de piscines.

Suite à cette carence, la population jeune fréquente des lieux de baignades naturelles et non autorisé (site de Rasfa, Barrage, le cours d'eau d'Oued Seybouse).

Ces baignades non contrôlées peuvent être des sources de contamination de maladies hydriques très importantes.

Dans une contribution à l'étude de la détermination de la qualité microbiologique des eaux de baignade de la région de Guelma : Rasfa, bassin de complexe de Hammam Debagh et piscine de l'OPOW, pendant les mois de Mars et d'Avril 2012 nous avons observé que :

Le nombre de bactérie indicatrices de contamination fécale est plus élevé dans les sites étudiés ; se qui nous a amené à les classer impropres à la baignade.

Du point de vue microbiologique, nous avons isolé et identifié des germes de contamination fécale (*E. coli*, *Citrobacter freundii*, *Enterobacter cloacae*, *Enterobacter aerogenes*). Nos résultats ont révélé aussi la présence de bactéries pathogènes spécifiques, telle que : *Clostridium*, *Salmonella arizonae*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus*, on note également que nous avons isolé certains nombres d'espèces fongiques (*Penicillium*, *Aspergillus*, *Candida albicans*).

En fin; la réalisation des piscines qui respectent les normes des eaux de baignade est le seul moyen efficace pour limiter les maladies à transmission hydriques et la sécurité des baigneurs.

**Mots clés :** Eau de baignade, germes de contamination fécale, normes, maladies à transmission hydrique.

State Guelma City is landlocked with a tough environment, it needs to entertainment and cooling is that it contains a limited number of swimming pools.

According to this lack of turn young people into the natural bathing areas are illegal (Alrsfah, dams, Wade Sibus), If these can swim undisciplined to be very important source of diseases transmitted through water.

To study and determine the microbiological quality of bathing water in the area of Guelma on three stations: Alrsfah, the bathroom in Debagh tourist complex, swimming pool half Olympic of the state during March and April so We have noticed:

That the number of fecal bacteria is the highest indicator in the study sites, which lead us to be classified unfit for swimming, and of the microbiological point of view, we have to isolate and identify bacteria from fecal contamination such as:

*E. coli*, *Citrobacter freudii*, *Enterobacter cloacae*, *Enterobacter aerogenes*

Our results also revealed the presence of bacteria that cause certain diseases, such as:

*Clostridium*, *Salmonella arizonae*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus aureus*.

Also we were able to isolate a certain number of fungi such as:

*Penicillium*, *Aspergillus*, *Candida albicans*.

In the end we say that the creation of water pools respect the rules of swimming is the most effective solution to reduce the transmission of diseases by water and ensure the safety swimmer.

**Keywords:** bath water, bacteria from fecal contamination, standards, water-borne diseases.

ولاية قالمة تعتبر ولاية غير ساحلية ذات مناخ صعب فهي بحاجة إلى وسائل الترفيه والتبريد غير أنها تحتوي على عدد محدود من المسابح.

تبعاً لهذا النقص يلجأ الشباب إلى أماكن السباحة الطبيعية غير المسموحة ( الرصفة، السد، واد مبيوس) إذا يمكن لهذه السباحة غير المنضبطة أن تكون مصدراً مهماً جداً للأمراض التي تنتقل عن طريق الماء.

لدراسة وتحديد النوعية الميكروبيولوجية لمياه الاستحمام في منطقة قالمة على ثلاث محطات : الرصفة، حوض الاستحمام في المركب السياحي حمام دباغ، المسبح النصف الأولمبي للولاية خلال شهري مارس وأفريل فقد لاحظنا :

إن عدد البكتيريا البرازية هو أعلى مؤشر في مواقع الدراسة والتي تؤدي بنا إلى تصنيفها غير صالحة للسباحة، ومن وجهة النظر الميكروبيولوجية، فقد قمنا بعزل وتحديد البكتيريا من تلوث برازي مثل :

*E. coli, Citrobacter freundii, Enterobacter cloacae, Enterobacter aerogenes.*

نتائجنا كشفت أيضاً عن وجود البكتيريا المسببة لأمراض معينة، مثل:

*Clostridium, Salmonella arizonae, Pseudomonas aeruginosa et Staphylococcus aureus.*

تصنيف أيضاً أننا تمكنا من عزل عدد معين من الفطريات مثل:

*Penicillium, Aspergillus, Candida albicans.*

في النهاية نقول إن إنشاء مسابح تحترم قواعد مياه السباحة يعتبر الحل الأنجع للحد من انتقال الأمراض عن طريق المياه وضمان سلامة السابح.

الكلمات الرئيسية: ماء الاستحمام، الجراثيم من تلوث برازي، المعايير، الأمراض التي تنقلها المياه.