

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid Ibn
Badis-Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MER ET DE L'AQUACULTURE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

BENYETTOU Halima

HAMMOU Hafssa

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN HYDROBIOLOGIE MARINE ET CONTINENTALE

Spécialité : Bioressources Marines

THÈME

**Analyses physico-chimiques et bactériologiques de l'eau de
mer (La Crique _ Sidi El Medjdoub _ Ouréah)**

Soutenu publiquement le 15/09/2022

DEVANT LE JURY

Président	M. BILLAMI Malika	MAA	U. Mostaganem
Encadreur	M. TERBECHE Moufida	MCB	U. Mostaganem
Examineur	M. BORSALI Sofia	MCA	U. Mostaganem

Année Universitaire 2021-2022

Remerciement :

Avant tout, nous remercions **ALLAH** tout puissant, de nous avoir donné la force, le courage et les moyens pour la réalisation de ce travail.

Nous voudrions remercier l'encadreur **Mme Terbeche Moufida**, de nous avoir soutenus et ses efforts, car elle ne nous a épargné aucune information.

Nous tenons également à remercier **Mme Borsali** d'avoir accepté la présidence du jury, et nous remercions l'examineur **Mme Billami** pour sa présence, et nous remercions tous les travailleurs de la station de dessalement d'eau de mer de Sonaktar et les travailleurs du laboratoire universitaire, en particulier **Mme Hafida**, pour tous les conseils et orientations.

Dédicace :

Je dédie ce travail à :

A **mes parents** pour tous les sacrifices consentis, pour ces encouragements et son soutien moral. Merci pour être sacrifiées pour que ces enfances grandissent et prospèrent.

A ma sœurs **Fouzia**, et mon frère **Houssin** pour leur encouragement.

A ma cousine : **Houria**.

A mes amies : **Malika - Hafssa - Amina - Lila - Nesrin**.

A mes chers collègues.

Benyettou Halima

Dédicace :

Je dédie ce travail à :

Tout d'abord, louanges à Dieu pour sa bénédiction sur moi et pour ma réussite.

Ensuite, je dédie mes salutations à ma chère grand-mère : **Bakhta**

Puis je remercie mes chers parents : **Ahmed et Aicha**

Mes frères : **Yassin, Abd el Hamid et Abd el Aziz** pour leur soutien et leur amour

pour moi

Et je n'oublierai jamais mes tantes et Mes tantes : **Fatiha** (que Dieu lui fasse

miséricorde), **Amour, Fathi, Latifa, Naima et Maghniyeh**

Mes oncles, tantes et leurs fils tous, et surtout, mes chers amis : **Hayet, chrifa,**

Nabila, zinabe et tous mes amis qui m'ont accompagné durant ce long parcours

académique surtout ma chère collègue **Halima**

Hammou Hafssa

Résumé:

Bien que la mer soit l'une des sources les plus importantes de nutrition et d'attraction touristique et économique, elle est également considérée comme le plus grand bassin mondial de pollution de toutes sortes, en particulier la mer Méditerranée, plus précisément Mostaganem (La crique, Sidi Medjedoub et Ouréah), qui font l'objet de notre étude en raison de la croissance démographique, de la grande expansion urbaine et des programmes économiques. Faute de stations de filtrage, la mer regorge de pollutions diverses qui affectent négativement la vie marine et humaine.

Notre étude comprenait l'évaluation de la qualité de l'eau de mer sur ces trois sites, La crique, Sidi Medjedoub, Ouréah, en faisant des analyses physiques, chimiques et bactériologiques et en comparant les résultats avec la qualité internationale des mers pour s'assurer qu'il y a des changements dans les caractéristiques de la mer, l'étendue de sa pollution et son origine.

Après une bonne stratégie d'échantillonnage, des analyses physiques et chimiques ont été effectuées (pH, conductivité sélective, température, salinité...) et microbiologiques (Coliformes Totaux, Coliformes fécaux, Streptocoques fécaux, *Clostridium* sulfite-réducteurs, *Staphylococcus aureus*, *salmonella*, les germes aérobies, levures et moisissures) de l'eau. Qui ont été étudiés en laboratoire, et les résultats des analyses physico-chimiques ont montré que Le pH est élevé Et basse température avec une salinité normale Suggérer la présence de micro-organismes, quelle que soit leur source. Les résultats bactériologiques de cette étude indiquent la présence des coliformes totaux et fécaux et des *staphylococcus aureus* et des streptocoques fécaux dans les sites étudiés provoquant leurs contaminations, mais il y a une absence totale de salmonelle.

Mots clés : mer, la crique, Sidi Medjedoub, Ouréah, polluants, paramètre physico-chimiques et microbiologiques, pollution.

Abstract :

Although the sea is one of the most important sources of nutrition and tourist and economic attraction, it is also considered the world's largest basin of pollution of all kinds, especially the Mediterranean Sea, more precisely Mostaganem (La cove, Sidi Medjedoub and Ouréah), which are the subject of our study due to population growth, large urban expansion and economic programs. For lack of filtering stations, the sea is full of various pollutions that negatively affect marine life and humans.

Our study included the evaluation of the quality of the sea water on these three sites, La Crique, Sidi Medjedoub, Ouréah, by making physical, chemical and bacteriological analyzes and by comparing the results with the international quality of the seas to ensure that there are changes in the characteristics of the sea, the extent of its pollution and its origin.

After a good sampling strategy, physical and chemical analyzes were carried out (pH, selective conductivity, temperature, salinity, etc.) and microbiological (total coliforms, faecal coliforms, faecal streptococci, sulphite-reducing Clostridium, Staphylococcus aureus, salmonella, aerobic germs , yeasts and molds) of the water Which have been studied in the laboratory, and the results of physico-chemical analyzes have shown that The pH is high And low temperature with normal salinity Suggest the presence of microorganisms, whatever be their source. The bacteriological results of this study indicate the presence of total and faecal coliforms and staphylococcus aureus and faecal streptococci in the sites studied causing their contamination, but there is a total absence of salmonella.

Keywords: sea, creek, Sidi Medjedoub, Ouréah, pollutants, physico-chemical and microbiological parameters, pollution.

Liste des abréviations :

ASR : Anaérobies sulfito-Réducteurs.

BCPL : Bouillon lactose au pourpre de bromocrésol.

BLMT : Bouillon lactose mannitol tamponne.

CF : Coliforme Fécaux.

CT : Coliforme totaux.

D/C : Double Concentration.

DBO : Demande Biologique en Oxygène.

DCO : Demande Chimique en Oxygène.

DNase : Désoxyribonucléase.

E. coli : *Escherichia coli*.

FNU : Formazine Nephelometric Unit.

MES : Matière en suspension

Ms : milli siemens.

NPP : Le Nombre le Plus Probable.

NTU : Néphélométrie Turbidité Unit.

OGA : Oxytétracycline Glucose Agar.

PCA : Plate Count Agar.

PH : Potentiel hydrogène

PNUE : Programme des Nations Unies pour l'Environnement.

S. aureus : *Staphylococcus aureus*.

S/C : Simple Concentration.

SF : Streptocoque fécaux

SFB : Bouillon au Sélénite cystéine e Fer.

SS: Gélose Salmonella Shigella.

ST: *Staphylococcus aureus*.

Liste des tableaux :

Tableau 01 : Les principaux types de pollution des eaux continentales, nature de produits polluants et leurs origines.....	11
Tableau 02 : Classification des eaux d'après leur Ph.....	14
Tableau 03 : Composition moyenne des sels dans 1 litre d'eau de mer.....	15
Tableau 04 : Unités industrielles importantes déployées dans la commune de Mostaganem et ses environs.....	33
Tableau 05 : Présentation des sites et période de prélèvements.....	36
Tableau 06 : Les résultats des paramètres physico-chimiques au niveau des trois sites.....	55

Liste des figures :

Figure 01 : les différents sources de la pollution marine.....	05
Figure 02 : La carte géographique de la wilaya de Mostaganem.....	25
Figure 03 : Port de Mostaganem.....	26
Figure 04 : Les sites choisis pour l'étude.....	27
Figure 05 : Image satellitaire de la plage la crique.....	28
Figure 06 : La plage de la crique.....	28
Figure 07 : Canal de drainage des eaux usées.....	28
Figure 08 : Image satellitaire de la plage Sidi Medjedoub.....	29
Figure 09 : a/ Emissaire principal des eaux usées de la ville de Mostaganem.....	29
b/ un canal de drainage des eaux de ruissellement.....	29
Figure 10 : Image satellitaire de la plage Ouréah.....	30
Figure 11 : Technique de prélèvement d'un échantillon d'eau de mer	37
Figure 12 : pH-mètre.....	38
Figure 13 : Conductimètre.....	39
Figure 14 : Turbidimètre	40
Figure 15 : Image montre les étapes de travail pour la mesure de nitrate.....	41
Figure 16 : Tube de solution LCK339 (NO ₃ -N).....	42
Figure 17 : Spectrophotomètre.....	42
Figure 18 : Image montre les étapes de travail pour la mesure de nitrite	43
Figure 19 : Tube de la solution LCK 341 (NO ₂ -N)	43

Figure 20 : Protocole expérimental de recherche et de dénombrement des Coliformes totaux avec identification d' <i>E. coli</i>	45
Figure 21 : Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux.....	47
Figure 22 : Recherche et dénombrement des <i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs.....	48
Figure 23 : Protocole d'analyse des germes aérobies.....	52
Figure 24 : Histogramme de la variation du pH au niveau des trois sites (La crique, Sidi Medjedoub, Ouréah) au mois d'avril.....	56
Figure 25 : Histogramme de la variation de la température au niveau des trois sites (La crique, Sidi Medjedoub, Ouréah) au mois d'avril.....	57
Figure 26 : Histogramme de la valeur de turbidité au niveau des trois sites (La crique, Sidi Medjedoub, Ouréah) au mois d'avril.....	58
Figure 27 : Histogramme de la variation de la conductivité des trois sites (La crique, Sidi Medjedoub, Ouréah) au mois d'avril.....	59
Figure 28 : Histogramme de la variation de salinité au niveau des trois sites (La crique, Sidi Medjedoub, Ouréah) au mois d'avril.....	60
Figure 29 : Histogramme de la variation de nitrite au niveau des trois sites (La crique, Sidi Medjedoub, Ouréah) au mois d'avril	60
Figure 30 : Histogramme de la variation de nitrate au niveau des trois sites (La crique, Sidi Medjedoub, Ouréah) au mois d'avril	61
Figure 31 : Histogramme des résultats des paramètres physico-chimiques au niveau de site la crique au mois d'avril.....	62
Figure 32 : Histogramme des résultats des paramètres physico-chimiques au niveau de site Sidi Medjedoub au mois d'avril.....	62
Figure 33 : Histogramme des résultats des paramètres physico-chimiques au niveau de site Ouréah au mois d'avril.	62
Figure 34 : Résultat des germes aérobies dans le site Sidi Medjedoub à 30°C.....	64

Figure 35 : Histogramme de Npp des streptocoques fécaux au niveau des trois sites (La crique, Sidi Medjedoub, Ouréah).....	64
Figure 36 : Résultat des coliformes totaux et fécaux dans le site Ouréah : (a : Coliformes totaux, b : Coliformes fécaux).....	65
Figure 37 : Résultats de test confirmatif <i>d'E. coli</i> dans Ouréah.....	65
Figure 38 : Histogramme de Npp des coliforme totaux et fécaux/ml dans l'eau de mer des trois sites.....	66
Figure 39 : Résultats des streptocoques fécaux dans la Crique : (a : dans le milieu Roth, b : Confirmation dans Eva Litsky).....	67
Figure 40: Histogramme des streptocoques fécaux dénombré au niveau des trois sites (la crique, sidi medjedoub, ouréah).....	67
Figure 41 : Résultats des <i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs dans les trois sites : (a : La Crique, b : Sidi Medjedoub, c : Ouréah).....	68
Figure 42 : Histogramme des résultats de <i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs au niveau des trois sites (La crique, Sidi Medjedoub, Ouréah) au mois d'avril.....	68
Figure 43: Histogramme des résultats de <i>Salmonella</i> au niveau des trois sites (La crique, Sidi Medjedoub, Ouréah) au mois d'avril.	69
Figure 44 : Résultats des <i>Staphylococcus aureus</i> dans deux site : (a : Sidi Medjedoub, b : La Crique).	70
Figure 45 : Teste confirmation des <i>Staphylococcus aureus</i> dans le DNase.....	70
Figure 46: Teste confirmation des <i>Staphylococcus aureus</i> dans catalase.....	70
Figure 47 : Histogramme des résultats de <i>Staphylococcus aureus</i> au niveau des trois sites (La crique, Sidi Medjedoub, Ouréah) au mois d'avril.....	71
Figure 48 : Résultats des levures et moisissures des deux sites : (a : La Crique, b : Sidi Medjedoub).	71

Figure 49 : Histogramme des résultats des analyse bactériologiques au niveau de site la crique au mois d'avril.....	72
Figure 50 : Histogramme des résultats des analyse bactériologiques au niveau de site Sidi Medjedoub au mois d'avril.....	72
Figure 51: Histogramme des résultats des analyses bactériologiques au niveau de site Ouréah au mois d'avril.	73
Figure 52 : Histogramme des résultats des analyse bactériologiques par sites au niveau des trois sites (La crique, Sidi el Medjdoub, Ouréah) au mois d'avril.....	73
Figure 53 : Histogramme des résultats des analyses bactériologiques par germes au niveau des trois sites (La crique, Sidi el Medjdoub, Ouréah) au mois d'avril.....	74

Sommaire:

Introduction général	
Chapitre I : Revue Bibliographique	
I. La pollution marine.....	04
I.1. Définition.....	04
I.2. Sources de la pollution.....	05
I.2.1. Pollution domestique.....	05
I.2.2. Pollution industrielles.....	06
I.2.3. Pollution agricole.....	06
I.2.4. Pollution accidentelle.....	06
I.2.5. Pollution naturelle.....	06
I.3. Les différentes formes de la pollution marine.....	06
I.3.1. Pollution biologique.....	06
I.3.1.1. Pollution organique ou microbienne.....	07
I.3.1.2. Les marées vertes.....	07
I.3.2. Pollution chimique.....	07
I.3.2.1. Pollution par métaux lourds.....	08
I.3.3. Pollution physique.....	08
I.3.3.1. Pollution par eutrophisation.....	08
I.3.3.2. Pollution thermique.....	09
I.3.3.3. Pollution par les eaux usées	09
A. Classification des eaux usées	09
A.1. Les eaux usées d'origine domestique.....	09
A.2. Les eaux usées industrielles.....	10
A.3. Les eaux pluviales et de ruissellement.....	10
I.3.4. Pollution radioactive.....	10
I.4. Les impacts de la pollution.....	12
II. Les paramètres physico-chimiques et bactériologiques.....	13
II.1. Les paramètres physico-chimiques.....	13
II.1.1. La turbidité.....	13
II.1.2. Matière en suspension	13
II.1.3. Température.....	14
II.1.4. Conductivité.....	14
II.1.5. pH (Potentiel Hydrogène)	14
II.1.6. La dureté : °F (degré français).....	15
II.1.7. Salinité.....	15
II.1.8. Oxygène dissous.....	15
II.1.9. La demande biologique en oxygène (DBO).....	16
II.1.10. La demande chimique en oxygène (DCO).....	16
II.1.11. Le nitrate et le nitrite.....	16
a) Nitrate.....	16

b) Nitrite.....	17
II.2. Les paramètres bactériologiques.....	17
II.2.1. Les Germes aérobies (mésophiles, hétérotrophes)	17
II.2.2. Germes de contamination fécale	17
1. Bactéries indicateurs spécifiques de contamination fécale.....	17
1.1. Les Coliformes fécaux.....	17
1.2. Les Streptocoques fécaux.....	18
2. Bactéries non réellement spécifiques de contamination fécale.....	18
2.1. Les Coliformes totaux.....	18
2.2. <i>Escherichia coli</i>	18
2.3. Les <i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs.....	18
II.2.3 Les germes pathogènes.....	19
3.1. <i>Salmonella</i>	19
3.2. <i>Shigella</i>	19
3.3. <i>Yersinia enterocolitica</i>	19
3.4. <i>Les Vibrio</i>	19
A. <i>Vibrio cholerae</i>	20
B. <i>Vibrio parahaemolyticus</i>	20
C. <i>Vibrio alginolyticus</i>	20
D. <i>Vibrio vulnificus</i>	21
II.2.4. Bactéries telluriques.....	21
1. <i>Staphylococcus aureus</i>	21
II.2.5. Levures et moisissures.....	21
a) La levure.....	21
b) Les moisissures.....	21
Chapitre II : La zone d'étude	
III. Présentation de la zone d'étude.....	24
III.1. La côte algérienne.....	24
III.2. Présentation de la wilaya de Mostaganem.....	24
III.2.1. La démographie.....	25
III.2.2. La géographie.....	25
III.2.3. Climatologie.....	25
III.3. Port de Mostaganem.....	26
III.4. Les caractéristiques des sites étudiés	27
4.1. Site 1 : la crique.....	27
4.2. Site 2 : Sidi Medjedoub	29
4.3. Site 3 : Ouréah	30
III.5. L'impact de la pollution dans ces zones	30
III.6. La pollution côtière a Mostaganem.....	31
III.6.1. Pollution marine d'origine pélagique.....	31
III.6.2. Pollutions marine d'origine tellurique	31
III.6.3. Pollution industrielle.....	32

III.6.4. La pollution bactérienne et virale.....	34
III.6.5. Phénomènes de diffusion des bactéries.....	34
Chapitre III : Matériel et Méthodes	
VI. Matériel et méthode	36
VI.1. L'échantillonnage.....	36
VI.2. Méthode d'échantillonnage.....	36
VI.3. Etude des caractéristiques physico-chimiques.....	37
1. Mesure du pH et la Température.....	37
2. Mesure de la conductivité.....	38
3. Mesure de la salinité.....	39
4. Mesure de la turbidité.....	39
5. Mesure de nitrate et nitrite.....	40
a) Mesure de nitrate.....	41
b) Mesure de nitrite.....	42
VI.4. Etudes bactériologiques.....	43
1. Dénombrement des germes de contamination fécale.....	43
1.1. Dénombrement des coliformes totaux et fécaux.....	44
1.2. Dénombrement des streptocoques fécaux.....	46
1.3. Dénombrement des <i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs.....	47
2. Dénombrement des germes pathogènes.....	49
2.1. Recherche de <i>salmonella</i>	49
2.2. Recherche des <i>staphylococcus aureus</i>	50
2. Dénombrement des germesaérobies (GA) à 22°C, 30°C et 37°C.....	51
3. Dénombrement de levure et moisissure.....	53
Chapitre IV : Résultats et discussion	
V. Résultats et discussion.....	55
V.1. Résultats des paramètres physico-chimiques.....	55
1.1. Résultat de la mesure de pH.....	55
1.2. Résultat de la mesure de Température.....	56
1.3. Résultat de la turbidité.....	57
1.4. Résultat de la conductivité	58
1.5. Résultat de la salinité	59
1.6. Résultats de nitrite.....	60
1.7. Résultat de nitrate.....	61
V.2. Résultats bactériologiques.....	63
2.1. Les germes aérobies.....	63
2.2. Coliformes totaux et fécaux (<i>E. coli</i>)	64
2.3. Streptocoques fécaux.....	66
2.4. <i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs.....	67
2.5. <i>Salmonella</i>	69
2.6. <i>Staphylococcus aureus</i>	69

2.7. Leveurs et moisissures.....	71
Conclusion.....	76
Références Bibliographiques.....	
Annexe	

Introduction

Introduction :

L'eau constitue une ressource naturelle indispensable pour la vie de l'homme, des animaux et des végétaux. L'avoir à disposition en quantité suffisante et en qualité satisfaisante contribue au maintien de la santé ; Toute fois **selon Scalon et al., 2005 ; El-Naqa et al., 2007 ; et Eblin et al., 2014** elle peut être aussi source de maladies en cas de pollution.

La mer Méditerranée est un bassin fermé qui se renouvelle une fois tous les 80 ans, sa superficie est estimée à 1% pour les autres mers et océans, mais avec cela, sa pollution représente 20% de la pollution des mers de la Terre. **En 1990, le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE)** a publié un rapport indiquant que 93% des haches et coquillages collectés en Méditerranée contiennent des spores fécales dépassant le maximum autorisé par l'Organisation Mondiale de la Santé en raison de la croissance démographique. L'accélération des villes côtières, la pollution et l'afflux alarmant de touristes menacent Les animaux et les plantes qui s'y trouvent. Autre les pollutions urbaines, radiologiques et chimiques, les métaux lourds, le pétrole, les détergents ou les engrais, qui menacent non seulement les animaux et les végétaux marins, mais même les humains (nageurs, pêcheurs, consommateurs).

Selon les études de **Khodir en 2002** menées par le plan bleu pour l'environnement et le Développement de la méditerranée, sous l'égide du programme des nations unies pour L'environnement, les régions méditerranéennes, et notamment l'Algérie, seront confrontées à L'horizon 2050 à une forte diminution et à une importante pollution des ressources en eau Induites par la pression anthropique (agriculture, industrialisation, urbanisation, Tourisme...).Au niveau de la région de Mostaganem. Nous avons donc étudié trois sites (La crique, Sidi Medjedoub, et Ouréah) pour y rencontrer ces conditions et connaître l'étendue de leur pollution et quels en sont les types, puis prendre des mesures préventives et protégé le milieu marin.

Dans le but de mieux connaître la qualité de l'eau de mer (La crique, Sidi Medjedoub, et Ouréah) en identifiant les principaux facteurs de dégradation de la qualité de cet écosystème lutéal, nous nous intéressons à la caractérisation physique, chimique et bactériologique des eaux de cette zone, qui est la plus importante pour l'étude de détection de pollution : pH, température, turbidité, conductivité, salinité, nitrate et nitrite, les coliformes totaux et fécaux, les germes aérobies, streptocoques fécaux, *Clostridium* sulfito-réducteurs, *staphylococcus aureus*, *Salmonella*, et levures et moisissures.

Introduction

Ce travail comprend plusieurs chapitres :

En commençant par une introduction générale, ensuite le premier chapitre est unerevuebibliographique, le deuxième chapitre représente la zone d'étude, le troisième chapitre traite les méthodes de travail, et dans le quatrième chapitre, nous présentons nos résultats obtenus avec leurs interprétations et on termine par une conclusion générale.

Chapitre I

Revue

Bibliographique

I. La pollution marine :

La pollution marine est une altération de la qualité du milieu marin de ces deux parties aqueuses (les eaux de mers et des océans) et particulaire (le sédiment et les fonds marins) **(Ramande, 1982)**.

80% de la pollution marine est d'origine terrestre. Les polluants sont transportés par le ruissellement des eaux suivant la dynamique des bassins versants mais aussi par l'air du fait du régime des vents, les surfaces marines recevant de nombreux dépôts atmosphériques. Or des phénomènes de saturation génèrent des désordres écologiques grandissant au point de menacer toutes les autres activités **(Goeury, 2014)**.

I.1.Définition :

La pollution marine à été définie par la commission océanographique internationale de L'UNESCO, comme étant : l'introduction par l'homme, directement ou indirectement de substance ou d'énergie dans l'environnement marin pouvant entraîner des effets délétères tels que des dommages aux ressources biologiques, dangers pour la santé humaine, entraves aux activités maritimes, y compris les pêcheries, détérioration des qualités de l'eau de mer pour son utilisation et réduction des possibilités dans le domaine des loisirs **(Commission océanographique internationale, 1999)**.

Donc, la pollution marine est l'une des conséquences directes de la mauvaise gestion des déchets humains et du rejet excessif de produits toxiques par les industries. Engrais, pesticides, sacs plastiques, objets divers abandonnés sur la terre ferme trouveront tôt ou tard leur chemin jusqu'à la mer via les cours d'eau, le ruissellement de surface, les pluies ou les vents.

I.2. Sources de la pollution :

On peut classer les différentes sources de pollution de mer en trois catégories majeures : la pollution domestique, pollution industrielle et pollution agricole. Aussi les sources naturelles peuvent contaminer le milieu marin et les pollutions accidentelles peuvent également altérer la qualité des eaux.

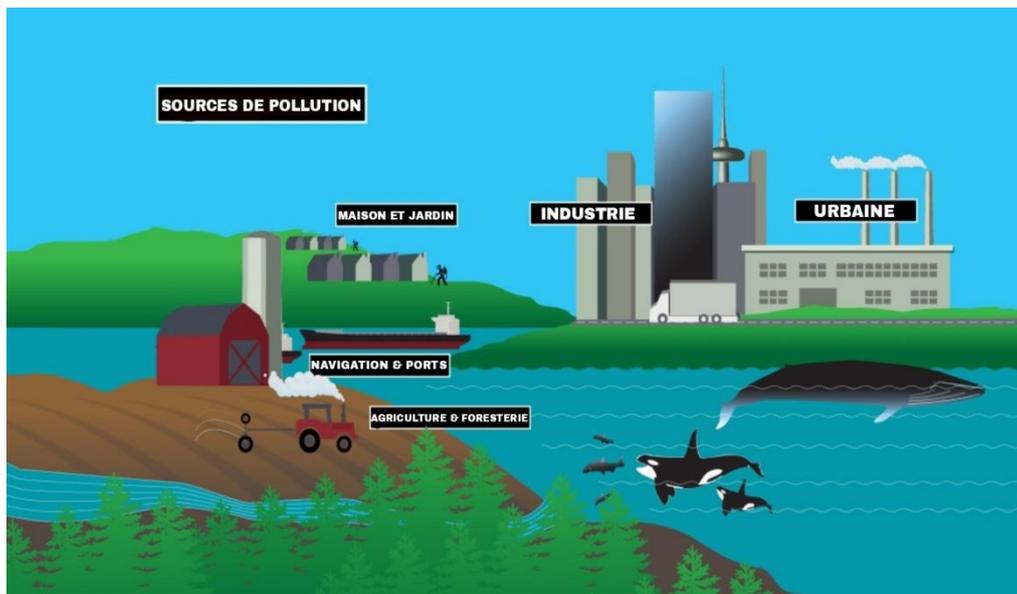


Figure 01 : les différents sources de la pollution marine.

I.2.1. Pollution domestique :

Elle provient de l'utilisation de l'eau par les résidents. Nous distinguons les eaux usées (eau de toilette) et eau grises (eau de lavage). La pollution domestique est avant tout une pollution organique (graisses, déchets organiques), elle peut aussi être chimique (lessive, détergents, produit utilisés dans le jardin, etc...). En plus des eaux usées domestiques traditionnelles, il y a aussi les eaux pluviales et l'eau nettoyer « collectivement » les rues, les marchés, les commerces, les bâtiments scolaires, les hôpitaux, et contamination par les pesticides pour le traitement de l'espace verts et routes (Léa, 2016).

I.2.2. Pollution industrielles :

La pollution générée par ces rejets varie suivant le type d'activité industrielle. Ils peuvent aussi causer l'accumulation de certains éléments dans la chaîne alimentaire (métaux, pesticides...) (Goeury, 2014).

I.2.3. Pollution agricole :

Les pesticides et les engrais engendrent une pollution chimique. L'utilisation massive d'engrais d'origine naturelle, tel que le fumier, peut constituer une source de pollution bactériologique. Ces substances, par le biais du cycle de l'eau, s'infiltrent ou ruissellent polluant les milieux aquatiques (Gaujous, 1995).

I.2.4. Pollution accidentelle :

Il peut s'agir de déversements de différents produits après des accidents dans usine (casse ou mauvaise gestion de vannes, fuites de canalisations ou de réservoirs, incendies, etc.) ou pendant le transport (renversement de camion, noyade, etc.).

I.2.5. Pollution naturelle :

On entend par pollution d'origine naturelle toute pollution modifiant de manière indésirable, les différentes propriétés de l'eau, ceci de façon naturelle et non pas humaine. On divise les polluants en quatre catégories : agents physiques, agents chimiques organiques, agents chimiques inorganiques et agents biologiques (Allali, 2004).

I.3. Les différentes formes de la pollution marine :

En rejetant des effluents contaminés dans le milieu aquatique, les activités humaines industrielles, agricoles ou urbaines polluent les eaux. On peut distinguer trois grandes familles de pollution, la pollution biologique, chimique et physique.

I.3.1. Pollution biologique :

Par définition, une pollution biologique est issue du milieu lui-même. C'est par le surdéveloppement des micro-organismes ou des végétaux microscopiques ou macroscopiques qu'un déséquilibre du milieu environnant peut entraîner une mortalité élevée chez les autres

organismes présents. Ce surdéveloppement est généralement la conséquence d'une action humaine : enrichissement en nitrates d'un milieu (rejet organique), développement de virus, de bactéries, modification de la température d'un milieu (rejet d'eau chaude), introduction d'espèces invasives, etc.... (Touati, 2021).

I.3.1.1. Pollution organique ou microbienne :

C'est un effluent chargé en matière organique fermentescible (biodégradable) qui fournit par les industries agro-alimentaires (laiteries, abattoirs, sucreries...). Leur conduire à l'épuisement de l'oxygène dissous dans ces eaux, entraînant la mort poisson par suffocation et développement (sédiments organiques ou fond fermentation anaérobie).

Il peut s'agir d'une pollution par les microorganismes provenant des égouts ou par l'introduction d'une espèce marine dans une zone où elle est normalement absente par exemple : *Caulerpataxifolia* (espèce invasive) (Gravez et Bernard, 2006).

La pollution microbienne est une autre forme de pollution organique. Les déchets organiques, en particulier les excréments contiennent des germes pathogènes (virus, bactéries ou parasites) véhiculés par l'eau. Ces germes peuvent provoquer des maladies aussi graves que le choléra, la typhoïde, la dysenterie... (Touati, 2021).

I.3.1.2. Les marées vertes :

C'est le phénomène de la prolifération massive d'algues vertes macro-phytes ; la putréfaction de ces algues, outre une mauvaise odeur et l'émission de gaz à effet de serre (méthane) peut occasionner des phénomènes de toxicité (via l'émission d'hydrogène sulfuré notamment).

I.3.2. Pollution chimique :

Cette pollution résulte de la libération dans les eaux de divers composés chimiques (par exemple : les nitrates, les phosphates, l'ammoniac et autre sel) provenant généralement des rejets industriels. Dans ces eaux certains corps sont dangereux par leur pouvoir d'accumulation au sein des organismes vivants chez qui l'absorption des toxines en quantités de plus en plus grande n'est pas nécessairement suivie d'une élimination accrue (Vincent, 2006).

I.3.2.1. Pollution par métaux lourds :

Ils sont présents dans tous les compartiments de l'écosystème aquatique (eau, sédiment, faune et la flore) (**lagstone, 1999**).

Les métaux suivants sont présents le plus souvent dans l'environnement sous forme de traces plomb, cadmium, cuivre, zinc, le fer, etc. Les plus toxiques d'entre eux sont le plomb et le cadmium.

I.3.3. Pollution physique :

Il s'agit d'une pollution qui se traduit par la présence des particules de taille et de matière très variés dans l'eau, cela lui donne un caractère trouble. Nous différencions également les matériaux versés (plus lourds que l'eau elle-même), matériaux flottant (plus légères que l'eau elle-même) et une substance inséparable (de même densité que l'eau).

La pollution physique désigne autre type de pollution, comme la pollution thermique due à la température élevée peuvent entraîner une réduction des niveaux d'oxygène dissous et solubilité réduite des gaz, et la pollution radioactive où la radioactivité des eaux il peut s'agir de sources naturelles ou artificielles (nucléaire). La plupart du temps, les rejets n'est jamais d'origine unique et les différents types de pollution se mélangent et agissent les uns sur les autres (**Touati, 2021**).

I.3.3.1. Pollution par eutrophisation :

A commencer par la surabondance d'algues et de végétaux. L'excès d'algues et de matières végétales finit par se décomposer, produisant de grandes quantités de dioxyde de carbone. Cela abaisse le pH de l'eau de mer, un processus connu sous le nom d'acidification des océans. L'acidification ralentit la croissance des poissons et des crustacés (peut empêcher la formation de coquilles chez les mollusques bivalves). Et finalement, les algues meurent aussi. Les bactéries digèrent les plantes mortes, consommant l'oxygène restant et libérant du dioxyde de carbone. S'ils ne peuvent pas nager loin, les poissons et autres animaux sauvages deviennent malades ou meurent sans oxygène (**Cousteau, 1981**).

I.3.3.2. Pollution thermique :

Altération de la qualité de l'eau par une augmentation de la température. Ce phénomène survient généralement suite à des rejets d'eaux de refroidissement industrielles.

L'augmentation de la température de l'eau réduit la teneur en oxygène et augmente la vitesse de réactivité chimique (Touati, 2021).

La modification et l'élévation de la température provoque des effets néfastes sur l'équilibre biologique du milieu récepteur.

I.3.3.3. Pollution par les eaux usées :

Représente le plus grand pourcentage de pollution côtière dans le monde. Les eaux d'égout (déchets humains transportés par les égouts) est une composante majeure de eaux usées, qui est un terme collectif pour l'eau utilisée d'une communauté ou d'une industrie. Les eaux usées contiennent des matières dissoutes et en suspension provenant de diverses sources domestiques, commerciales ou industrielles, y compris des produits chimiques, des savons, des métaux lourds, des nutriments et des effluents provenant de systèmes d'égouts et non d'égouts (comme les fosses septiques).

A. Classification des eaux usées :**A.1. Les eaux usées d'origine domestique :**

Il s'agit des eaux polluées par toutes les activités domestiques, c'est-à-dire à la maison. On peut distinguer :

- les eaux grises : ce sont les eaux de douche et de cuisine. Elles contiennent généralement des graisses, des tensioactifs (savons, lessive), des solvants, des résidus alimentaires...etc.
- les eaux noires : il s'agit de l'eau des toilettes. Elle se compose de matières fécales et d'urine.

A.2. Les eaux usées industrielles :

Il s'agit des eaux polluées par les industriels. Leurs caractéristiques sont très variables puisque la pollution produite dépend de l'activité de l'usine : (Agroalimentaire, Métallurgie, Papeterie, Pétrochimie, Textile etc).

Ainsi on peut y retrouver des hydrocarbures, des composés organiques, des graisses, des micropolluants, des métaux lourds, etc.

A.3. Les eaux pluviales et de ruissellement :

Les eaux de pluie contiennent des impuretés. En effet, Elles peuvent être polluées par la pollution de l'air (exemple: pluies acides). De plus, une fois qu'elles touchent les toits et sols, elles ruissellent et emportent avec elles ce qu'elles croisent. Ainsi elles peuvent dégrader la qualité des cours d'eau.

I.3.4. Pollution radioactive :

C'est celle occasionnée par une éventuelle radioactivité artificielle des rejets qui trouvent leur source dans l'utilisation de l'énergie nucléaire sous toutes ces formes (installations et centrales d'exploitation de mine d'uranium, traitement des déchets radioactifs). Les éléments radioactifs s'incorporent dans les molécules des organismes vivants. Plus on s'élève dans la chaîne alimentaire plus les organismes sont sensibles aux rayonnements (**Touati, 2021**).

Tableau 01 : Les principaux types de pollution des eaux continentales, nature de produits polluants et leurs origines (Lévêque, 1996 ; et Touati, 2021).

Type de pollution	Nature	Source ou agent causal
Physique : Pollution thermique	Rejets d'eau chaude	Centrales thermiques
Pollution radioactive	Radio-isotopes	Installation nucléaires
Pollution mécanique	Matières en suspension	Eaux résiduaires industrielles
Chimique : Fertilisants	Nitrates, phosphates	Agriculture, lessives
Métaux et métalloïdes	Mercure, cadmium, plomb, Aluminium, arsenic	Industries, agriculture, pluies acides, combustion
Pesticides	Insecticides, herbicides, fongicides	Agriculture, industries
Organochlorés	PCB, solvants	Industries
Composés organique de Synthèse	Nombreuses molécules	Industries
Détergents	Agents tensio-actifs	Effluents domestiques
Hydrocarbures	Pétrole et dérivés	Industrie pétrolière, transports
Biologique : Matières fermentescibles	Glucides, lipides, protéines Ammoniac, nitrates	Effluents domestique, agricoles, agro- alimentaire Elevages et piscicultures
Pollution microbiologique	Bactéries, virus, champignons	Effluents urbains et d'élevages
Espèces invasives	Espèces végétales, espèces Animales	Jardins botanique, laboratoires de recherche

I.4. Les impacts de la pollution :

➤ Sur l'environnement marin :

Les premiers touchés par la pollution marine sont les organismes marins, car son effet sur eux varie de la suffocation à la pénétration de leurs branchies et à la mort ou à la souffrance avec des maladies cancéreuses et des changements de comportement qui entraînent l'incapacité d'avoir des enfants, en particulier la pollution plastique, qui est l'une des plus dangereux d'entre eux (déchets, filets de pêche...etc.) et pour les oiseaux qui s'en nourrissent.

➤ Sur l'homme :

Le risque pour les êtres humains peut ainsi provenir de la consommation d'organismes aquatiques ayant été au contact de l'eau poissons, mollusques, crustacés, etc... Car susceptibles d'accumuler les polluants dans leurs tissu.

Des contrôles existent avant la commercialisation des produits pour éviter les risques : lorsqu'une pollution est avérée, la vente des produits est interdite. La santé est protégée, mais les activités économiques (la conchyliculture, la pisciculture, la pêche professionnelle) sont fortement impactées.

Dans le cas de la pêche de loisir, il n'y a pas de commercialisation, donc pas de contrôle : c'est au pêcheur lui-même de s'informer sur les risques éventuels dans les secteurs où il pêche.

Les gens qui se baignent dans des eaux contaminée par une fuite d'égout troubles gastro-intestinaux fréquents (diarrhée), otites, infections troubles oculaires, cutanés et respiratoires.

➤ Sur l'économie :

Pert de revenus du tourisme national et étranger due à la pollution la dégradation des eaux côtières et des aménagements côtiers est importante et probable désastreux pour certaines économies locales, nationales et régionales.

Pertes économique pour la pêche commerciales dans certaines zones ou la pêche et la culture marines ont dues être limitées ou abandonnées pour des raisons de santé publique ou cependant, en raison de la destruction de l'habitat ou frayère. De plus, la qualité et la quantité des produits de la pêche ont diminué pays en développement.

II. Les paramètres physico-chimiques et bactériologiques :

La pollution de l'eau de mer provenant de plusieurs sources peut être dangereuse pour l'homme, mais il n'est possible de connaître l'étendue de sa dangerosité qu'en recherchant des bactéries qui peut être un indicateur de pollution, ou en mesurant les caractéristiques physico-chimiques de l'eau, Voici quelques bactéries et les caractéristiques qui peut être étudiées :

II.1. Les paramètres physico-chimiques :

Les qualités physico-chimiques de l'eau se basent sur des caractéristiques qualitatives Relativement facile à déterminer. Parmi ces caractéristiques on distingue les suivants :

II.1.1. La turbidité :

C'est un paramètre qui varie en fonction des composés colloïdaux (argiles, débris de roche, micro-organismes,...) ou aux acide humiques (dégradation des végétaux) mais aussi des polluants qui troublent l'eau. Avec un appareil (turbidimètre) on mesure la résistance qu'elle oppose par l'eau au passage de la lumière pour lui donner une valeur et il existe un autre appareil de mesure NTU (Néphélométrie Turbidité Unit) par spectrométrie, c'est-à-dire mesure de l'absorption de la lumière par l'eau (Joel, 2003).

- ✓ NTU < 5 = eau claire.
- ✓ 5 < NTU < 30 = eau légèrement trouble.
- ✓ NTU > 50 = eau trouble.

II.1.2. Matière en suspension (MES) :

Les matières en suspension comprennent toutes les matières minérales ou organiques qui ne se solubilisent pas dans l'eau. Elles incluent les argiles, les sables, les limons, les matières organiques et minérales de faible dimension, le plancton et autres micro-organismes de l'eau. La quantité de matières en suspension varie notamment selon les saisons et le régime d'écoulement des eaux. Ces matières affectent la transparence de l'eau et diminuent la pénétration de la lumière et, par suite, la photosynthèse. Elles peuvent également gêner la respiration des poissons. Par ailleurs, les matières en suspension peuvent accumuler des quantités élevées de matières toxiques (métaux, pesticides, huiles minérales, hydrocarbures aromatiques polycycliques...). Les matières en suspensions sont exprimées en mg/l (PNUE, 1992).

II.1.3. Température :

C'est un caractère physique important, il joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH pour la connaissance de l'origine de l'eau des mélanges éventuels. Sa mesure est nécessaire pour accéder à la détermination du champ de densité et des courants. D'une façon générale, la température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air et ceci d'autant plus que leur origine est moins profond (**Boeglin, 2001**).

II.1.4. Conductivité :

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau, et s'effectue à l'aide d'un conductimètre avec compensateur automatique de température, l'unité de mesure en $\mu\text{s/cm}$ ou ms/cm (micro ou milli siemens par cm).

Une augmentation excessive de la conductivité entraîne une perturbation du milieu et influe sur la pression osmotique (**Joel, 2003**).

II.1.5. PH (Potentiel Hydrogène) :

Le pH (potentiel Hydrogène) mesure la concentration en ions H^+ de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14, 7 étant le pH de neutralité. Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau. Sa valeur, le plus souvent mesurée à l'aide d'un pH-mètre ou de « papier pH ».

Tableau 02 : classification des eaux d'après leur pH (**l'équipe technique du Réfea**).

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

II.1.6. La dureté : °F (degré français)

La dureté de l'eau est liée au lessivage des terrains traversés et elle correspond à la teneur en calcium (Ca) et en magnésium (Mg) (**Rodier, 1984**). On parle de dureté totale d'une eau ou de titre hydrométrique (TH). Ces déterminations sont basées sur la neutralisation d'un volume d'eau par un acide minéral dilué.

II.1.7. Salinité :

C'est l'une des caractéristiques physico-chimiques le plus important de l'eau. La salinité mesure la concentration d'une eau en sels dissous (composés ioniques), elle s'exprime en g par kg d'eau (g/kg), ou en gramme de sel par litre d'eau (g/l).

La salinité de l'eau de mer est comprise généralement entre 30 g/l et 40 g/l, et 35 g/l en moyenne.

Le sel de mer provient principalement de l'action des eaux de ruissellement sur les minéraux des roches et des sédiments. Il provient aussi, en plus faibles quantités, des volcans et des sources hydrothermales sous-marins, principalement au niveau des dorsales océaniques. Les ions lessivés par les rivières (Na^+ et Cl^- surtout, mais aussi Ca^{++} , Mg^{++} ...) se trouvent en partie.

Tableau 03 : Composition moyenne des sels dans 1 litre d'eau de mer (**source : lerm.fr**)

Na Cl	27,20 g
MgCl ₂	3,80 g
CaSO ₄	1,25 g
Na ₂ SO ₄	0,85 g
Total	35 g

II.1.8. Oxygène dissous :

L'oxygène est l'un des paramètres particulièrement utile pour l'eau et constitue un excellent indicateur de sa qualité. C'est un des paramètres les plus sensibles à la pollution. Sa valeur nous renseigne sur le degré de pollution. Sa présence dans les eaux de surface joue un rôle prépondérant dans l'autoépuration et le maintien de la vie aquatique. La concentration d'oxygène dissous évolue essentiellement sous l'influence de l'activité biologique des microorganismes présents le long de la colonne d'eau et aussi en fonction du mélange

adventif avec d'autres masses présentant des concentrations en O₂ différentes (**Chaouay et al., 2016**).

II.1.9. La demande biologique en oxygène (DBO) :

La DBO (demande biochimique en oxygène) 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 j (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 DBO₅. 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'O₂ consommé (**l'équipe technique du Réfea**).

II.1.10. La demande chimique en oxygène (DCO) :

La demande chimique en oxygène (DCO) correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation par voie chimique, effectuée à l'aide d'un oxydant puissant, des composés organiques présents dans l'eau. Elle permet de mesurer la teneur en matières organiques totales (excepté quelques composés qui ne sont pas dégradés), y compris celles qui ne sont pas dégradables par les bactéries. Il s'agit donc d'un paramètre important permettant de caractériser la pollution globale d'une eau par des composés organiques.

La différence entre la DCO et la DBO est due aux substances qui ne peuvent pas être décomposées biologiquement. Le rapport entre la DBO et la DCO constitue une mesure indicative de la « dégradabilité » biochimique des composés présents dans l'eau.

II.1.11. Le nitrate et le nitrite :

Le nitrate et le nitrite sont des composés qui contiennent de l'azote et de l'oxygène. Les molécules de nitrate et de nitrite contiennent un atome d'azote. Les nitrites ont deux atomes d'oxygène, tandis que les nitrates ont trois atomes d'oxygène.

a) Nitrate :

Le nitrate représente un état plus oxydé de l'azote. Les bactéries autotrophes convertissent l'ammoniac en nitrite puis en nitrate dans des conditions aérobies ; la foudre convertit directement en nitrate de grandes quantités d'azote atmosphérique (N₂). La réduction bactérienne du nitrate peut également produire du nitrite dans des conditions anaérobies.

b) Nitrite :

L'azote nitrite est un stade intermédiaire de la décomposition biologique de l'ammoniac/ammonium. Les bactéries autotrophes convertissent l'ammoniac en nitrates dans des conditions toxiques (aérobies).

II.2. Les paramètres bactériologiques :

C'est le paramètre le plus important de la qualité de l'eau, elle se mesure par la présence d'organismes indicateurs de pollution Généralement Il ya 3 type des germes Dans toutes sortes d'eau : typiquement aquatique, tellurique (due par ruissellement) et des germes de contamination humaine ou animale (contamination Fécal).

II.2.1. Les Germes aérobie (mésophiles, hétérotrophes) :

Germes non pathogènes capables de se développer dans des conditions normales de culture. Représentent la teneur moyenne en bactéries d'une eau, c'est un indicateur de présence possible d'une contamination bactériologique. Se réalisent à deux températures différentes soit à 20°C (psychrophiles) soit à 37°C (mésophiles).

Le dénombrement des germes hétérotrophes, cultivant à 37°C est souvent considéré comme accessoire, il n'apporte pas d'information supplémentaire intéressante, par rapport à celle fournie par le trio des indicateurs de qualité. Lorsque ce dénombrement est pratiqué, de façon systématique, pour connaître la distribution spatiale et temporelle des bactéries hétérotrophes, il représente une alternative moderne et efficace d'évaluation de la qualité (**Bourgeois et al., 1990**).

II.2.2. Germes de contamination fécale :**1. Bactéries indicateurs spécifiques de contamination fécale :**

Les indicateurs spécifiques sont des espèces que l'on rencontre exclusivement dans les matières fécales: les streptocoques fécaux et les coliformes fécaux ou thermo tolérants présents en concentration importante dans les selles des mammifères (**Michel, 1999**).

1.1. Les Coliformes fécaux :

Les coliformes fécaux, ou coliformes thermo-tolérants, sont un sous-groupe des coliformes totaux capables de fermenter le lactose avec production de gaz à une température de 44°C. Bien que la présence de coliformes fécaux témoigne habituellement d'une contamination d'origine fécale, plusieurs coliformes fécaux ne sont pas d'origine fécale, provenant plutôt

d'eaux enrichies en matière organique, tels les effluents industriels du secteur des pâtes et papiers ou de la transformation alimentaire (PNUE/OMS, 1997).

1.2. Les Streptocoques fécaux :

Les streptocoques fécaux sont des cocci allongés ou ovales, en paires ou en courtes chaînes, gram positif, ils sont généralement pris globalement en compte comme des témoins de pollution fécale car ils ont tout un habitat fécal.

Ils se disposent le plus souvent en diplocoques ou en chaînettes, se développent le mieux à 37°C et ils possèdent le caractère homo-fermentaire avec production de l'acide lactique sans gaz (De Bergey, 1984 ; Benhenda et Cherit, 2020).

2. Bactéries non réellement spécifiques de contamination fécale :

Les indicateurs non spécifiques qui sont essentiellement les coliformes totaux les *Clostridium* sulfito-réducteurs, peuvent se retrouver dans matières fécales mais également vivre et se multiplier dans les milieux naturels (Michel, 1999).

2.1. Les Coliformes totaux :

Ce groupe bactérien est utilisé comme indicateur de la qualité microbienne de l'eau parce qu'il contient notamment des bactéries d'origine fécale, comme *Escherichia coli*. Ce sont des bactéries en forme de bâtonnets, aérobies ou anaérobies facultatives, possédant l'enzyme β -galactosidase, qui permet de libérer un agent chromogène utilisé dans des milieux de culture. Ainsi que de rares bactéries pathogènes opportunistes (PNUE/OMS, 1997).

2.2. *Escherichia coli* :

Escherichia coli (*E. coli*) est l'espèce type du genre *Escherichia* des entérobactéries. Appelée communément "colibacille" c'est-à-dire "bacille à côlon". *E. coli* est un habitant de l'intestin et les selles des animaux et des reptiles à sang chaud. Cette espèce qui a fait l'objet d'un très grand nombre d'études constitue le modèle des bacilles à Gram-. La plupart des *E. coli* se multiplient rapidement (18 à 24 h) sur les milieux habituels (Guiraud, 2003).

2.3. Les *Clostridium* sulfito-réducteurs :

C'est à Gram positif mesurant 4 à 6 μm de long et 1 à 2 μm de large produisant des spores dont le plus caractéristique est *Clostridium perfringens*. Elles font partie de la flore tellurique naturelle, aussi bien que dans les matières fécales humaines et animales. C'est pourquoi, leur

utilisation en tant qu'indicateurs de contamination fécale d'une eau n'est pas très spécifique (**Dembélé, 2005**).

L'intérêt de la recherche de tels indicateurs réside dans la propriété de sporuler, ce qui les rend particulièrement résistant aux traitements de désinfection (**Robert, 1999**).

II.2.3 Les germes pathogènes :

3.1. *Salmonella* :

Les bactéries *Salmonella* vivent généralement dans les intestins des animaux et des humains et sont excrétées par les matières fécales. Les humains sont le plus souvent infectés par de l'eau contaminée ou des aliments contaminés. Les Salmonelles appartiennent à la famille des Entéro-bactériaceae. Ce sont des bacilles à Gram négatif, aéro-anaérobies facultatives, avec un métabolisme oxydatif et fermentaire. Leur Température optimale de croissance est entre 35 et 37 °C (**Rodier et al., 1984**).

3.2. *Shigella* :

Les *shigelles* sont des bactéries strictement humaines. Elles ne font pas partie de la flore intestinale normale; on ne les trouve que chez les malades, Actuellement, elles sont la cause, chez l'adulte, de colites infectieuses et chez l'enfant, de gastroentérites sévères avec diarrhée mucopurulente et sanglante, fièvre et déshydratation. Ces infections surviennent par petites épidémies familiales ou "de cantine" (**Bourgeois et Leveau, 1980**).

3.3. *Yersinia enterocolitica* :

Les *Yersinia* présentent les caractères généraux des Entérobactériaceae, les éléments importants de l'identification sont : l'absence de mobilité à 37°C et la mobilité en dessous de 29°C, Le bacille pénètre par voie digestive et se multiplie dans les ganglions mésentériques. Chez le sujet fragilisé, l'évolution peut se faire vers la septicémie. L'entérocolite à *Yersinia enterocolitica* est le plus souvent particulière: elle est à début brutal et associe diarrhée intense, vomissements, douleurs abdominales et fièvre (**Bourgeois et Leveau, 1980**).

3.4. Les *Vibrio* :

Les *Vibrio* sont des bacilles à Gram négatif, droits ou incurvés, assez court, d'un diamètre compris entre 0,5 et 0,8 µm et une longueur comprise entre 1,4 et 2,6 µm , très mobiles grâce à une ciliature polaire, le plus souvent monotriche. Ils sont aéroanaérobies facultatifs et possédant une oxydase et fermentant le glucose sans production de gaz ni d'H₂S (**Harvey et al., 2007**).

Le genre *Vibrio* fait partie de la famille des Vibrionaceae. Les espèces de *Vibrio* qui sont le plus souvent à l'origine de phénomènes pathologiques chez l'homme sont: *V. cholerae*, *V. parahaemolyticus* et *V. vulnificus* :

A. *Vibrio cholerae* :

Le *Vibriocholerae* est une bactérie gram-négatif à l'origine du choléra qui peut toucher toutes les classes d'âges plus de 200 sérogroupes sont décrits mais seuls deux d'entre eux, les sérogroupes O1 et O139, peuvent causer le cholera car associés à la production de la toxine cholérique et sont essentiellement responsables des flambées épidémiques (**Jacquinet et al., 2018**).

Après ingestion, *V.cholerae* se multiplie dans l'intestin grêle sans traverser la paroi intestinale. Il libère une exotoxine thermolabile protéique (entérotoxine) dont l'action déjà décrite chez *E.coli* (ECET) entraîne une hypersécrétion d'eau et de chlorures dans la lumière intestinale et inhibe la réabsorption du sodium. La dose infectante est importante, de l'ordre de 10⁸ bactéries.

B. *Vibrio parahaemolyticus* :

V.parahaemolyticus est un pathogène strict de l'homme. Il provoque une gastro-entérite ; à l'occasion se présente comme une maladie ressemblant à la dysentérie accompagnée de selles sanguinolentes ou glaireuses, d'une forte fièvre et d'une numération leucocytaire élevée; les plaies ouvertes peuvent s'infecter; les infections généralisées et les décès sont rares.

La transmission de la maladie se fait par ingestion de fruits de mer crus ou insuffisamment cuits ou de tout aliment exposé à la contamination croisée (préparation dans des locaux où on manipule des fruits de mer crus) ou encore, par rinçage à l'eau de mer contaminée (**Harvey et al., 2007**).

C. *Vibrio alginolyticus* :

Il s'agit d'un vibrion halophile dénué de pouvoir entéropathogène, qui peut être isolé à partir d'infections cutanées (ulcères, cellulite, conjonctivite, infection de l'oreille), souvent à la suite d'un contact avec de l'eau de mer (**Harvey et al., 2007**).

D. *Vibrio vulnificus* :

Vibriovulnificus est une espèce du milieu marin. Elle est responsable, chez l'homme, de deux types d'infections: une forme septicémique grave, survenant 24 heures après l'ingestion de fruits de mer, chez des patients à défenses compromises (cirrhose par exemple) et des formes cutanées consécutives à un traumatisme et un contact avec de l'eau de mer ou des aliments d'origine halieutique.

II.2.4. Bactéries tellurique :**1. *Staphylococcus aureus* :**

Staphylococcus aureus est une coque à coloration de Gram positive. Il mesure de 0,5 à 1 µm de diamètre, ne sporule pas, est immobile, aéro-anaérobie facultatif et possède une catalase et une coagulase. *S. aureus*, espèce type du genre *Staphylococcus*, parfois appelée staphylocoque doré, produit de nombreuses toxines dont les SE (staphylococcal enterotoxin), produites par certains *S. aureus* (ceux portant les gènes de ces toxines) et qui sont responsables d'épidémies liées à cette bactérie (anses, 2011).

II.2.5. Levures et moisissures :

Les moisissures et les levures sont des champignons microscopiques (micromycètes). Ce sont des organismes eucaryotes constitués soit d'éléments unicellulaires, soit de filaments isolés ou agrégés et se reproduisent par l'intermédiaire de spores. Ces organismes sont hétérotrophes : ils vivent donc aux dépens de matières organiques préformées. Les champignons sont capables de résister à des conditions environnementales très défavorables et se développent sur des milieux simples contenant une source de glucose, une source d'azote et quelques sels minéraux. Leur température optimale de croissance est de 25° C (Afssa, 2009).

a) La levure :

La levure est un champignon microscopique, unicellulaire de forme ovoïde ou sphérique. La grande particularité de la levure est qu'il s'agit d'un organisme vivant. Tout comme celles de l'homme, les cellules de levures sont vivantes et naturelles. Elles ont besoin d'air pour se multiplier, mais l'absence d'air n'est pas non plus sans conséquence sur son développement (Bourgeois et al., 1990).

b) Les moisissures :

Les moisissures sont des champignons microscopiques se développant la plupart du temps à une température moyenne (5°_25°) sur un fond nourrissant, avec une quantité d'oxygène et un

taux d'humidité importants. Les spores de moisissures sont présentes dans l'air ambiant mais leurs dimensions sont inférieures à 10 microns. Il existe de nombreuses variétés de moisissures se matérialisant en coloris tirant du verdâtre au noir. Lors de leur développement les moisissures produisent de nombreuses spores, ce qui explique leur très rapide expansion (**Bourgeois et al., 1990**).

Chapitre II

La zone d'étude

III. Présentation de la zone d'étude :

III.1. La côte algérienne :

La cote algérienne est divisée traditionnellement en trois zones côtières : Est, Centre et Ouest. Elle s'étend sur une longueur de 1641,32 kilomètre depuis Marsa Ben M'hidi (frontière marocaine) à l'ouest, jusqu'à Ras Roux (frontière tunisienne) à l'est. Cette région comprend 14 états côtiers et 136 communes riveraines. Cette bande côtière étroite, selon la délimitation des Plans d'Aménagement du littoral, forme une zone de contact entre le domaine continental et le domaine marin. Elle est partagée par quatre wilayas d'est en ouest : Mostaganem, Oran, Ain Témouchent et Tlemcen. Son relief est formé par un ensemble de massifs montagneux relativement dénudés où s'intercalent des plateaux et des plaines. L'ensemble physique est caractérisé par un climat méditerranéen semi-aride, à été chaud et hiver tempéré. Les falaises rocheuses, les plages et dunes, les embouchures ensablées, les caps et les criques ainsi que les vastes baies aménagées en ports de commerce et de pêche offrent une grande diversité de paysages naturels (**Tarik et al., 2019**).

III.2. Présentation de la wilaya de Mostaganem :

C'est l'un des états de l'ouest de l'Algérie et porte le code administratif n° 27. C'est une ville côtière surplombant la mer Méditerranée. Elle est située au nord-ouest du territoire national, à environ 360 km à l'ouest d'Alger et 80 km à l'est d'Oran.

Elle couvre une superficie de 2269 km² et sa bonde littorale est longue de 124 km et s'étale sur huit (8) communes, il forme le bond de l'état côtier, qui se compose de formations de sable et de dunes de sables.

La wilaya de Mostaganem dispose d'atouts économiques, dont l'exploitation offre des perspectives de développement économique prometteuses dans les domaines agricoles, maritimes, industriels, touristiques et halieutiques (**Inspection de L'environnement, 2003**).

Les atouts sont résumés comme suite :

- Une bonne situation géographique avec un réseau d'infrastructure développé.
- Des potentialités touristiques immenses.
- Un secteur de la pêche très promoteur.
- Un programme de développement ambitieux

En face de ces atouts, la wilaya de Mostaganem est soumise à une série de contraintes qui perturbent son développement socio-économique, à savoir la pollution de la zone côtière (**Inspection de l'environnement, 2003**).

III.2.1. La démographie :

La wilaya de Mostaganem compte plus de 907140 habitants (statistiques de 2020) et se compose de 32 communes, réparties sur 10 Daïras (sous-préfectures). Avec une densité de 333 hab/km²

III.2.2. La géographie :

Les wilayas limitrophes de Mostaganem : A l'Est la Wilaya de Chleff, au Sud-est la Wilaya de Relizane, à l'Ouest la Wilaya d'Oran, au Sud-ouest la Wilaya de Mascara. Au nord par la Méditerranée.

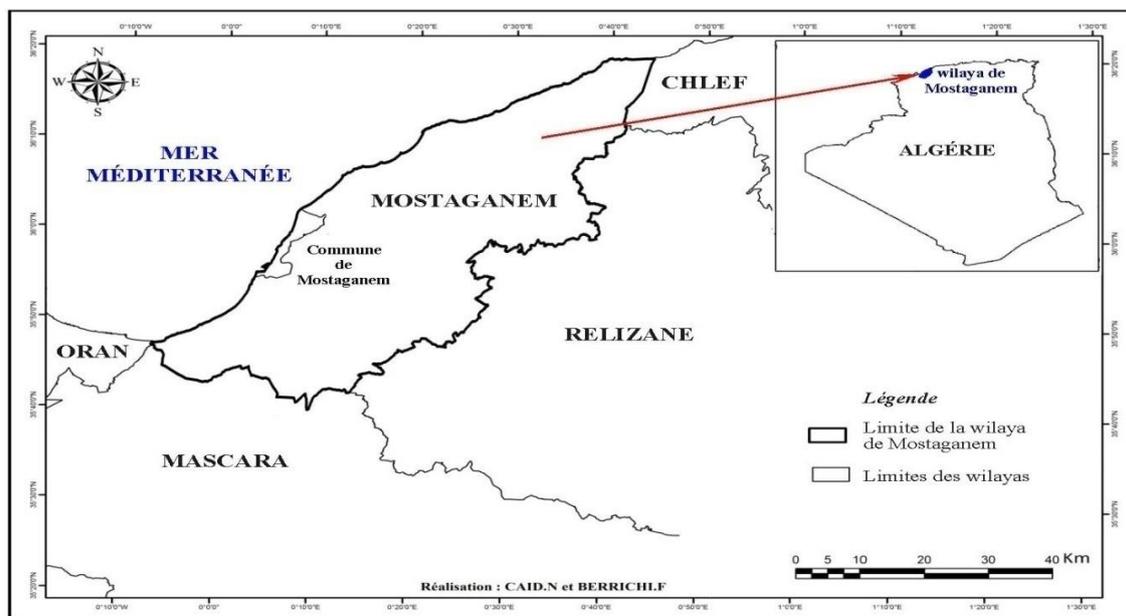


Figure 02 : la carte géographique de la wilaya de Mostaganem.

III.2.3. Climatologie :

La wilaya de Mostaganem se caractérise par un climat semi aride à hiver tempéré et une pluviométrie qui varie entre 350 mm et 400 mm tombent chaque année, la température moyenne annuelle à Mostaganem est de 17.9°C, 64.2°C.

III.3. Port de Mostaganem :

Le port de Mostaganem est le deuxième port de l'Ouest algérien qui est l'un des ports les plus importants d'Algérie et d'Afrique du Nord, c'est un port mixte (pêche, commerce). Le port se caractérise par :

- ✓ Entré du port : L'entrée du port, On l'appelle le premier bassin, il a été choisi en raison de son éloignement du lieu d'atterrissage, et c'est un lieu dans lequel il se déroule Assemblage de bateaux et à cause de cela le gaz est rejeté la plupart du temps, causant des dommages et de pollution.
- ✓ Plan incliné de débarquement: C'est un endroit où les bateaux sont ramassés ou descendus appelés plaisanciers 4m.80. Dans lequel les tripes sont retirées de gros poissons comme le thon, et ces tripes sont jetés dans cette zone, provoquant une pollution.
- ✓ Station gasoil : Une surface privée occupée par l'entreprise « ALPETRO » qui se trouve à gauche de la Pêcherie de vente et du quai de débarquement des produits halieutiques pêchés, Pour approvisionner les navires en fioul.



Figure 03 : port de Mostaganem.

La zone où se trouve le port, l'eau de mer y est polluée à cause des rejets des bateaux et d'huiles, et il y a aussi la vallée d'Ain Al-Safra, qui draine les eaux usées dans cette zone, et donc la zone de port de Mostaganem est très polluée.

Les eaux usées de la ville arrivent en mer, par l'intermédiaire de 13 émissaires. Deux sont situés à l'extérieur du port, et 11 autres se déversent à l'intérieur du port, mais ils sont de faible importance.

Impact: La pollution dans les ports peut avoir un effet indirect sur le reste de l'eau de mer, d'autant plus que le port de Mostaganem a une plage où les gens se baignent ou même pêchent, et les polluants peuvent être transmis d'une autre manière. A cause des barques et des bateaux, ce qui favorise la croissance des algues et la maladie des nageurs et des poissons qui s'y trouvent. (Etude de la pollution au niveau du port de la Salamandre, 2020).

III.4. Les caractéristiques des sites étudiés :



Figure 04: les sites choisis pour l'étude.

4.1. Site 1 : la crique

Elle se trouve à 7 kilomètres à l'ouest de la ville de Mostaganem et à 3 kilomètres de la plage mitoyenne des Sablettes.

La plage a la forme d'un petit golf qui s'ouvre vers le Nord. Sa partie arrière est limitée par une falaise constituée par des différentes roches.



Figure 05: image satellitaire de la plage de la crique.



Figure 06: la plage de la crique.

Figure 07: canal de drainage des eaux usées.

La crique se déversent les rejets des eaux urbaines et industrielles, sachant qu'elle est classée autant qu'agglomération de la wilaya de Mostaganem A cause de la contamination de la zone de baignade par les rejets urbains et industriels, la zone n'est pas attrayante pour les estivants. Et la source de cette contamination c'est l'ensemble des rejets qui est vidé dans cette zone notamment :

- les eaux usées de la ville de salamandre, et ce dernier rejet est le plus grande rejet présent dans la zone à étudier, et
- il y a aussi une petite canalisation qui dégage les eaux issues de la pluie (eau de ruissellement).

4.2. Site 2 : Sidi Medjedoub

Située à environ de 1 km à l'est du port de Mostaganem et forme une anse vers l'est servant de protection pour les petites embarcations des pêcheurs. De nombreuses habitations se localisent à même le niveau de la cote. Cette zone subit toute au long de l'année une pression touristique vu sa facilité d'accès et sa proximité de la grande ville de Mostaganem.

Le site de Sidi Madjedoub est exposé continuellement aux grands apports de l'émissaire principal des égouts de la ville de Mostaganem (Figure 9, a).

Et il dispose également d'un canal de drainage pour les eaux de ruisselments (aux pluviales) (Figure 9, b).



Figure 08: image satellitaire de la plage de Sidi Medjedoub.



Figure 09 : a : Emissaire principal des eaux usées de la ville de Mostaganem.

b : un canal de drainage des eaux de ruisselment.

4.3. Site 3 : Ouréah

Située à 9 km d'Ouest de Mostaganem, elle a une structure sableuse, notre choix c'est porté sur le site d'Ouréah nue son importance géographique car située entre 2 grande ports ce lui d'Arzew et Mostaganem il constitua un abri de pêche naturel pour les petits métiers. C'est une zone qui abrite urbanisation des complexe Émettent des rejets urbains qui se collecte ou niveau d'une embouchure située à l'est du site, ce collecteur regroupe deux autres embouchures : HassiMamèche, Blaidia, avec un débit important.



Figure 10: image satellitaire de la plage Ouréah.

III.5. L'impact de la pollution dans ces zones :

En raison de ces polluants provenant des eaux usées, des usines polluantes et de l'afflux important de touristes, les zones sont fortement polluées ce qui affecte sa beauté et son activité économique en termes de manque de touristes et un grand danger pour les baigneurs, car la pollution est chimique due aux usines, et aussi un plus grand danger pour la population là-bas, car elle dépend de la pêche. Comme la plupart des poissons sont affectés par la pollution, quelle que soit sa concentration, et donc la pollution est transmise à la population avec une plus grande concentration.

III.6. La pollution côtière a Mostaganem:

Mostaganem est un état côtier qui est considéré comme un tampon entre les états de l'intérieur et la mer Méditerranée. Sa côte s'étend sur plus de 104 km. Le long de cette bande côtière, il y a 29 plages, seulement 18 d'entre elles sont autorisées à se baigner, il est donc un centre culturel et économique par excellence, mais cette caractéristique a des répercussions négatives représentées dans :

- L'érosion des plages.
- Amaigrissement des plages.
- Perte du cadre naturel de la zone littoral par érosion d'espace.
- Pollution marine due aux rejets liquides.

La côte Mostaganémoise subit la pollution d'origine tellurique et d'origine pélagique (**Inspection de l'environnement, 2003**).

III.6.1. Pollution marine d'origine pélagique :

Vu l'activité portuaire important du port de Mostaganem et la situation de la wilaya Dans la baie d'Arzew et a proximité du port de la même localité a grand trafic.

D'ailleurs ces deux dernières années, la cote Mostaganémoise (Stidia, Sidi Mansour, Hadjedj, Petit Port....etc.) a connu plusieurs cas de pollution par diversement Des hydrocarbures lors l'opération de déballastage (**Inspection del'environnement, 2003**).

III.6.2. Pollutions marine d'origine tellurique:

Débits locaux estimés pour l'état (moyenne 6 000000 m3), C'est un déchet ménager et industriel, où le pourcentage de déchets qui se déversent à la mer est estimé à 70%, soit directement (le rejet direct à la mer est de 56%) soit indirectement (jeter dans les vallées qui se déversent dans la mer et c'est 10%) et 30% Le reste est déversé dans les lacs (**L'impact des développements, 2003**).

L'eau n'est pas recyclée dans les usines et toutes les industries ne sont pas équipées de stations d'épuration (**L'impact des développements, 2003**)

.

III.6.3. Pollution industrielle :

La grande source de pollution industrielle est l'unité CELPAP (Entreprise de Cellulose et du papier). Le complexe est composé de 4 unités de fabrication de la pâte à papier unité d'électrolyse de saumure ; une unité de fabrication de chlorure ferrique et une unité de traitement d'eau usée, notamment les eaux usées de fabrication qui sont déversées en mer. L'unité CELPAP dispose d'une station dépuratoire des eaux usées mais il est important de signaler que cette station n'a jamais été mise en service depuis le démarrage du complexe **(Inspection de l'environnement, 2003)**.

Les rejets industriels des unités industrielles sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 04 : unités industrielles importantes déployées dans la commune de Mostaganem et ses environs (in TEKOUK 2003)

Unité	Localisation	Activité principale
SOACHLORE (Unité Electrolyse)	Salamandre – Mostaganem	Fabrication hydro chlorite de Sodium (Eau de javel)
GIPEC (Unité Papeterie)	Salamandre- Mazagran	Papier
GIPL AIT	Zone d'activité de Salamandre – Mazagran	Raffinage du sucre roux
Laiterie Jenanat	Zone d'activité de Salamandre- Mazagran	Reconstitution du lait
SAIMEX	Vallée des jardins – Sayada	Reconstitution du lait
Sarl Yaourt Dahra	Zone d'activité de Salamandre – Mazagran	Reconstitution du lait
Mégisserie Hadj Sahraoui	Zone d'Entrepôt Mostaganem	Traitement des peaux d'ovins
BENTAL Ex ENOF	Vallée des jardins – Sayada	Production du yaourt bentonite de fromage et de fonderie
SNTA	Port de Mostaganem	Production de cigarettes
Eriad Minoterie – Semoulerie	Mostaganem	Semoule - farine - sous produit
Ste Algérienne des Accumulateurs (Sacs)	Mostaganem	Fabrication d'accumulation
Papeterie Belaroussi	Mostaganem	Fabrication d'alvéoles

III.6.4. La pollution bactérienne et virale :

La pollution de la mer est la conséquence des rejets dans celle – ci des eaux résiduaires urbaines.

Les fleuves contaminés par les eaux domestiques, aussi que des phénomènes de ruissellement, De ce fait, le milieu marin se trouve chargé en microorganismes plus ou moins pathogènes **(Hoestland, 1979)**.

III.6.5. Phénomènes de diffusion des bactéries :

Les bactéries, tout au long du chemin qui les mène vers la mer, se fixent sur les particules en suspension minérales ou organiques. Les particules qui les véhiculent ont un chemin différent selon leur dimension. Les grosses particules ont une tendance progressive à la sédimentation, alors que ceux de faible dimension (inférieurs de 20 μ ln) suivent la destinée de la diffusion turbulente des eaux, et de ce fait ils sont entraînés dans les couches océaniques superficielles. En dehors de l'augmentation progressive et alarmante du volume des eaux usées sur l'ensemble du littoral méditerranéen, la principale cause des pollutions bactériennes au niveau des plages des ports, réside soit dans le fonctionnement partiel ou défectueux des installations, soit plus généralement dans la désastreuse position des points de rejets de ces eaux usées en mer. Le vieillissement progressif des installations d'épuration a également contribué l'aggravation de la situation **(Centre international des hautes, 1973)**.

Chapitre III

Matériel et Méthodes

VI. Matériel et méthode :

VI.1. L'échantillonnage :

Les échantillons ont été prélevés sur les zones côtières sur 3 plages, plage de la Crique, Sidi Medjedoub et Ouréah.

Le prélèvement d'eau de mer a été effectué dans des bouteilles plastique de 1 litre pour les analyses physico-chimiques, et pour les analyses bactériologique le prélèvement a été effectué dans des bouteilles en verre stériles afin d'éviter toute contamination. Les échantillons sont transporté dans une glacière à une température de 4°C et cela pour ralentir l'activité bactérienne (**Aminot et Chaussepied, 1983**).

L'étude analytique de l'eau a lieu le même jour, le prélèvement ne dépasse pas 24 heures, afin d'éviter toute modification des paramètres physico-chimique et la contamination.

Les analyses physico-chimiques ont été étudiées dans laboratoire de la station d'épuration, tandis que les analyses bactériologique ont été réalisées au **laboratoire de l'université Abdel Hamid Ibn Badis**.

Tableau 5 : présentation des sites et période de prélèvements.

Les sites de prélèvements	La date	L'heur	L'état de mer
La Crique	19/04/2022	15 :04	Calme
Sidi Medjedoub	19/04/2022	15 :29	Calme
Ouréah	19/04/2022	14 :53	Agitée

VI.2. Méthode d'échantillonnage :

Pour prélever un échantillon propre, procédez comme suit :

Tenez le flacon par le bas, loin de la bouche

On le plonge dans l'eau à une profondeur d'environ 15 à 30 cm, on l'ouvre alors qu'il est sous l'eau, on le remplit à contre-courant (on ne le remplit pas à un endroit fixe, mais on fait glisser le flacon sous l'eau, et c'est à contre-courant).

On le ferme aussi sous l'eau, et quand on le sort tout de suite, on le recouvre d'aluminium s'il est transparent afin d'en bloquer la lumière.

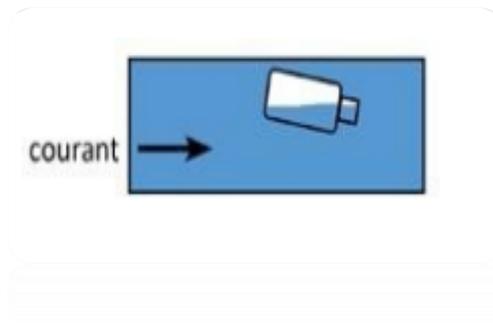


Figure 11 : technique de prélèvement d'un échantillon d'eau de mer.

VI.3. Etude des caractéristiques physico-chimiques :

1. Mesure du PH et la Température :

La température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air et ceci d'autant plus que leur origine est moins profond.

Remarque : des échantillons d'eau de mer ont été prélevés et sa température a été mesurée au mois d'avril.

Le pH mesure la concentration en ions H^+ de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14, 7 étant le pH de neutralité. Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau.

Principe :

La mesure de potentiel hydrogène se fait par pH-mètre et le même appareil nous donne la valeur de la température de l'échantillon.

Mode opératoire :

- On allume d'abord l'appareil, et rincer l'électrode en verre avec l'eau de l'échantillon à analyser et la tremper dans un bécher de 100 ml rempli d'eau à analyser.
- Laisser stabiliser un moment avec une agitation
- Puis noter la valeur de pH ainsi que la température.
- Il faut rincer l'électrode avec l'eau distillé après chaque lecture d'un échantillon.

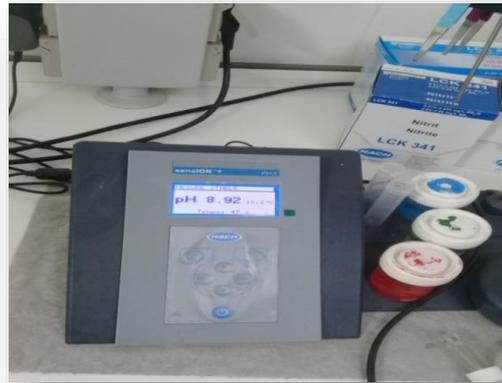


Figure12 : pH-mètre

2. Mesure de la conductivité :

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes.

Principe :

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm² de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm (**Rodier, 2009**).

Mode opératoire :

Cette mesure se fait à l'aide d'un conductimètre à la manière suivante :

- Allumer l'appareil
- Rincer l'électrode avec l'eau de l'échantillon à analyser et la tremper dans un bécher de 100 ml rempli d'eau à analyser.
- Noter la valeur de la conductivité en milli siemens par centimètre
- Pour la maintenance de l'appareil rincer l'électrode après chaque mesure avec l'eau distillée.

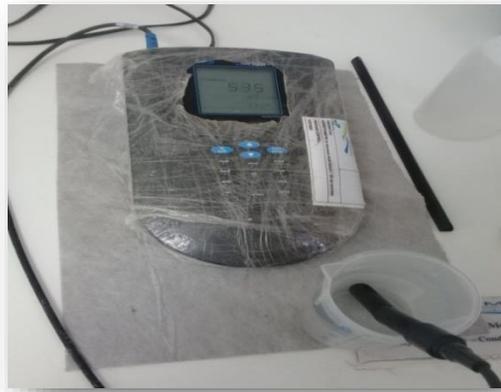


Figure 13 : conductimètre

3. Mesure de la salinité :

La salinité de l'eau de mer est comprise généralement entre 30 g/l et 40 g/l, et 35 g/l en moyenne.

Il provient aussi, en plus faibles quantités, des volcans et des sources hydrothermales sous-marins, principalement au niveau des dorsales océaniques.

Principe :

La salinité et la quantité du NaCl dans l'eau elle est chiffrée en g/l.

Mode opératoire :

L'appareil qui mesure la conductivité est le même que celui donne la valeur de la salinité en appuyant sur le bouton TDS, le résultat apparaît.

4. Mesure de la turbidité :

C'est un paramètre qui varie en fonction des composés colloïdaux (argiles, débris de roche, micro-organismes,...) ou aux acides humiques (dégradation des végétaux) mais aussi des polluants qui troublent l'eau.

Principe :

La turbidité est déterminée à l'aide d'une néphélométrie. Cet appareil mesure la lumière dispersée par les particules en suspension avec un angle de 90° par rapport au faisceau de lumière incident. L'unité de mesure FNU (FormazineNephelometric Unit).

Mode opératoire :

- Apportez un tube en verre de l'appareil en vous assurant qu'il est propre et exempt d'impuretés, puis mettez-y l'échantillon d'eau, puis fermez-le bien sans le secouer et en vous assurant qu'il n'y a pas de bulles dedans.
- Insérez le tube dans l'appareil, puis fermez-le et allumez-le par le bouton d'alimentation. Après une courte période de temps, l'échantillon est mesuré, le résultat, exprimé en unité, apparaît FNU.



Figure 14 : Turbidimètre

5. Mesure de nitrate et nitrite :

Le nitrate et le nitrite sont des composés qui contiennent de l'azote et de l'oxygène. Les molécules de nitrate et de nitrite contiennent un atome d'azote.

Principe:

Les nitrates et les nitrites ont été mesurés au moyen d'un analyseur spécial pour chacun d'eux dans des emballages de petite taille, puis entrés dans un appareil de mesure spécial S'appeler « spectrophotométrie ».

a. Mesure de nitrate:

Le nitrate représente un état plus oxydé de l'azote. Les bactéries autotrophes convertissent l'ammoniac en nitrite puis en nitrate dans des conditions aérobies, la foudre convertit directement en nitrate de grandes quantités d'azote atmosphérique (N₂).

Principe :

Les nitrates sont mesurés à l'aide d'une solution spéciale LCK339 (NO₃_N) Ensuite, placez-le dans Spectrométrie.

Mode opératoire:

- Mettez lentement 1 ml de l'échantillon d'eau dans un flacon spécial pour la solution.
- Mettre lentement 0,2 ml de solution A dans le même flacon que l'échantillon d'eau dans les pipettes.
- Bien refermer le flacon et bien agiter deux à trois fois.
- Attendre 15 minutes pour que la solution réagisse avec l'échantillon d'eau.
- Manipuler avec précaution en raison de la réaction qui fait chauffer la petite fiole Insérez-le dans le spectrophotomètre et appuyez sur le bouton d'alimentation, puis attendez un peu que les résultats apparaissent.



Figure 15 : image montre les étapes de travail pour la mesure de nitrate.



Figure 16 : tube de solution **Figure17** : spectrophotomètre.

LCK339 (NO₃-N).

b. Mesure de nitrate:

L'azote nitrite est un stade intermédiaire de la décomposition biologique de l'ammoniac/ammonium. Les bactéries autotrophes convertissent l'ammoniac en nitrates dans des conditions toxiques (aérobies).

Principe :

Le nitrite est mesuré à l'aide d'une solution LCK-341(NO₂-N) Insérez-le ensuite dans un spectrophotomètre.

Mode opératoire:

- Enlever le couvercle dans bouchon puis ouvrir le flacon avec précaution.
- Ajouter lentement 2 ml d'échantillon d'eau.
- Refermer hermétiquement le petit flacon de solution avec un inverseur bouchon.
- Agiter le flacon trois fois horizontalement.
- Attendre 10 minutes pour la réaction.
- Entrez-le dans le spectrophotomètre après l'avoir exécuté et attendez le résultat.



Figure 18 : image montre les étapes de travail pour la mesure de nitrite. **Figure 19**: tube de la solution LCK 341 (NO₂-N)

VI.4. Etudes des caractéristiques bactériologiques :

Le principe général des techniques des analyses microbiologiques des eaux consiste àensemencer une quantité connue d'eau à analyser sur un milieu de culture adapté, solide ou liquide. On suppose que, pendant l'incubation, chaque microorganisme présent se développe pour donner soit une colonie visible sur un milieu solide, soit des changements d'apparence dans un milieu liquide essentiellement un trouble de celui-ci (**Rejsek, 2002**).

Le dénombrement et la recherche des bactéries d'origine fécale et la recherche des bactéries pathogènes sont les grandes lignes des analyses bactériologiques des eaux (**Guiraud, 1998 ; Oughidni et Sebti, 2015**).

1. Dénombrement des germes de contamination fécale :

On peut distinguer deux groupes de bactéries indicatrices de contamination fécale :

Les indicateurs spécifiques : sont des espèces que l'on rencontre exclusivement dans les matières fécales : les streptocoques fécaux et les coliformes fécaux ou thermotolérants présents en concentration importante dans les selles des mammifères.

Les indicateurs non spécifiques : qui sont essentiellement les coliformes totaux et les *Clostridium* sulfito-réducteurs, peuvent se retrouver dans les matières fécales mais également vivre et se multiplier dans les milieux naturels (**Rejsek, 2002**).

1.1. Dénombrement des coliformes totaux et fécaux :

Les coliformes totaux : ce sont des bactéries en forme de bâtonnets, aérobies ou anaérobies facultatives, possédant l'enzyme β -galactosidase, qui permet de libérer un agent chromogène utilisé dans des milieux de culture. Ainsi que des rares bactéries pathogènes opportunistes.

Les coliformes fécaux, ou coliformes thermo-tolérants : sont un sous-groupe des coliformes totaux capables de fermenter le lactose avec production de gaz à une température de 44°C

E. coli : est un habitant de l'intestin et les selles des animaux et des reptiles à sang chaud. Cette espèce qui a fait l'objet d'un très grand nombre d'études constitue le modèle des bacilles à Gram- aérobies. La plupart des *E. coli* se multiplient rapidement (18 à 24 h) sur les milieux habituels

Principe :

Le dénombrement est effectué suivant la méthode du nombre le plus probable (NPP) de la table de Mac Grady, appelée aussi la colimétrie.

Mode opératoire :**❖ Test présomptif :**

Il est effectué en utilisant le bouillon lactose au pourpre de bromocrésol (BCPL) tout les tubes sont munis de cloche de durham pour déceler le dégagement éventuel de gaz dans le milieu.

L'ensemencement est effectué comme suit :

- On prépare deux séries de 9 tubes :
- 3 tubes de 10 ml de bouillon BCPL à double concentration avec 10 ml d'eau.
- 3 tubes de 10 ml de bouillon BCPL à simple concentration avec 1 ml d'eau.
- 3 tubes de 10 ml de bouillon BCPL à simple concentration avec 0,1 ml d'eau.

Les tubes de bouillon lactose (une série des 9 tubes) sont incubés à 30°C pendant 48 heures pour les coliformes totaux. Et la 2^{ème} série est incubée à 44°C pendant 48 heures pour les coliformes fécaux.

❖ la lecture :

Après incubation seront considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois.

- un dégagement du gaz dans la cloche durham.
- un aspect trouble de couleur jaune.

- La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de Mac Grady (NPP).

❖ **Test confirmatif :**

Le test de confirmation (ou test de Marc Kenzie) est basé sur la recherche d'*Escherichia coli*.

On prélève quelques gouttes de chaque tube positif de la recherche de coliformes fécaux après l'agitation avec une pipette pasteur pour faire le repiquage dans un tube contenant le milieu eaupeptonée exempte d'indole. L'incubation se fait à 44°C pendant 24 heures.

❖ **La lecture :**

Seront considérés comme positifs, les tubes présentant :

Un anneau rouge à la surface des tubes, témoin de la production d'indole par *Escherichia coli* après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs.

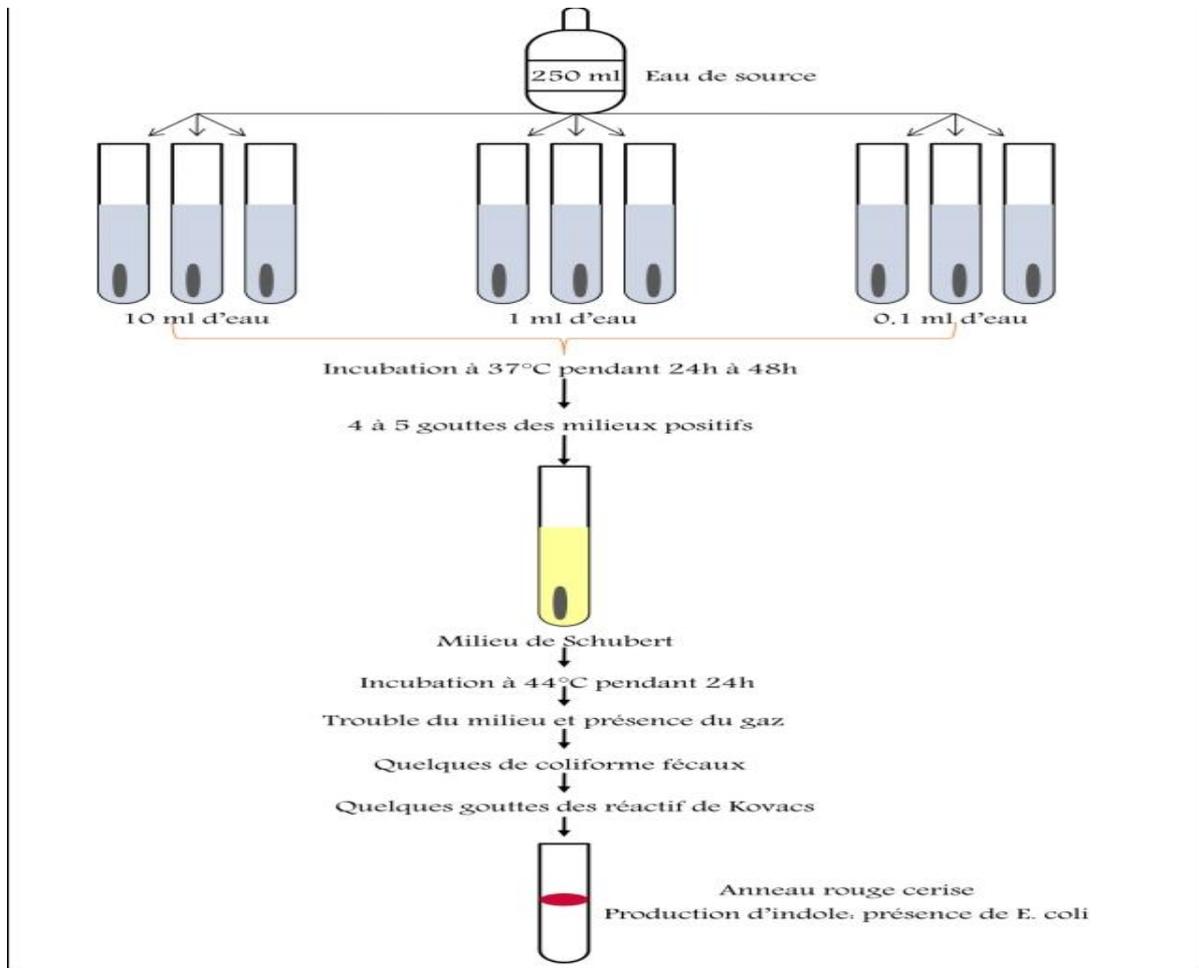


Figure 20: Protocole expérimental de recherche et de dénombrement des Coliformestotaux avec identification d'*E. coli*.

1.2. Dénombrement des streptocoques fécaux :

Les streptocoques fécaux sont des cocci allongés ou ovales, en paires ou en courtes chaînes, gram positif, ils sont généralement pris globalement en compte comme des témoins de pollution fécale car ils ont tout un habitat fécal.

Principe :

La recherche se fait en bouillon à l'acide de sodium (bouillon de Rothe) simple et double Concentration Ensuite, le résultat est confirmé par une solution Eva litsky si le résultat est positif.

Mode opératoire :**❖ Test présomptif :**

Ensemencement d'une série des tubes contenant le milieu de Rothe :

- 3 tubes de 10 ml de Rothe D/C avec 10 ml d'eau.
- 3 tubes de 10 ml de Rothe S/C avec 1 ml d'eau.
- 3 tubes de 10ml de Rothe S/C avec 0,1 ml d'eau.

L'ensemble des tubes sont incubés à 44°C pendant 48 heures.

❖ La lecture :

Seront considérés comme positifs les tubes pour lesquels on observe un trouble microbien.

❖ Test de confirmation :

A partir des tubes positifs de Rothe :

Transférer quelques gouttes et les inoculer dans des tubes d'Eva Litsky et incubés à 44°C pendant 24 heures.

❖ La lecture :

S'il y a un trouble microbien avec présence d'une pastille violette ou blanche au fond du tube
Présence de Streptocoques fécaux.

La lecture finale se fait selon la table du NPP le nombre des streptocoques fécaux dans 100 ml d'eau.

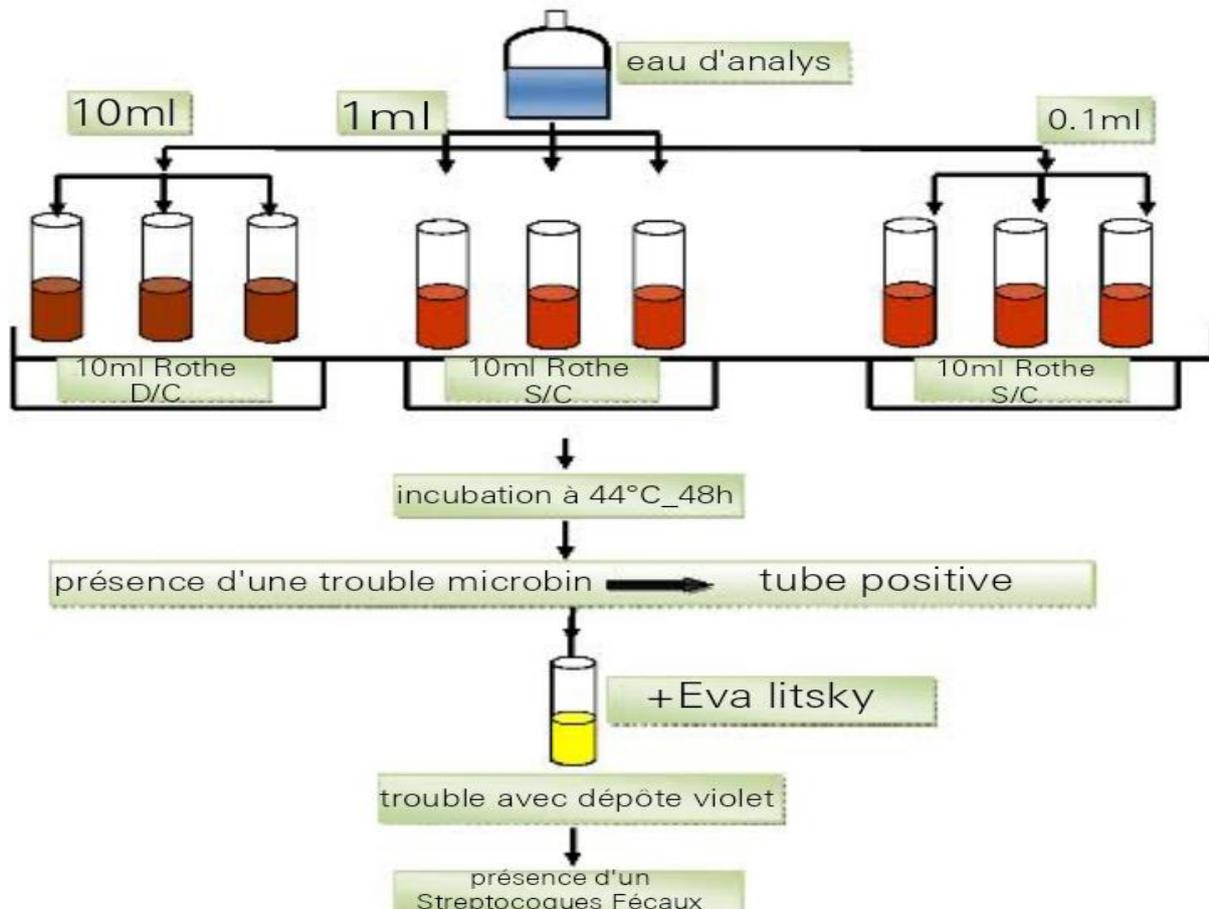


Figure21 : recherche et dénombrement des streptocoques fécaux.

1.3.Dénombrement des *Clostridium* sulfito-réducteurs :

Elles font partie de la flore tellurique naturelle, aussi bien que dans les matières fécales humaines et animales. C'est pourquoi, leur utilisation en tant qu'indicateurs de contamination fécale d'une eau n'est pas très spécifique.

Principe :

La recherche et le dénombrement des spores des ASR dans l'eau se fait par la méthode d'incorporation en gélose en tubes profonds (Rodier, 2009).

❖ Mode opératoire :

Préparez le milieu vionde foie 90 ml additionnée de 0,3 ml d'alun de fer et 1,8 ml sulfite de sodium.

Prendre environ 30 ml d'eau à analyser dans 6 tubes stériles (2 tubes pour chaque échantillon, et 5 ml dans chaque tube). Puis le placer sur un bain-marie de température 80°C pendant 10 minutes, puis refroidis directement par l'eau de robinet pendant 5 minutes. (Le but de l'opération est détruire toutes les formes végétatives par choc thermique).

Ajouté dans chacun tube environ 15 ml de gélose viande foie, mélangé doucement le milieu.

Laisser solidifier sur paillasse, puis incubé à 30 °C pendant 24 à 48 heures.

❖ **La lecture :**

Seront considérés comme positifs les tubes présents :

Des colonies de couleur noire. Lors de la première lecture après 24 heures, il y a une faible quantité des colonies, il peut y avoir un développement des nouvelles colonies dans les 24 heures suivant. Nous pouvons trouver que tout le tube est noir.

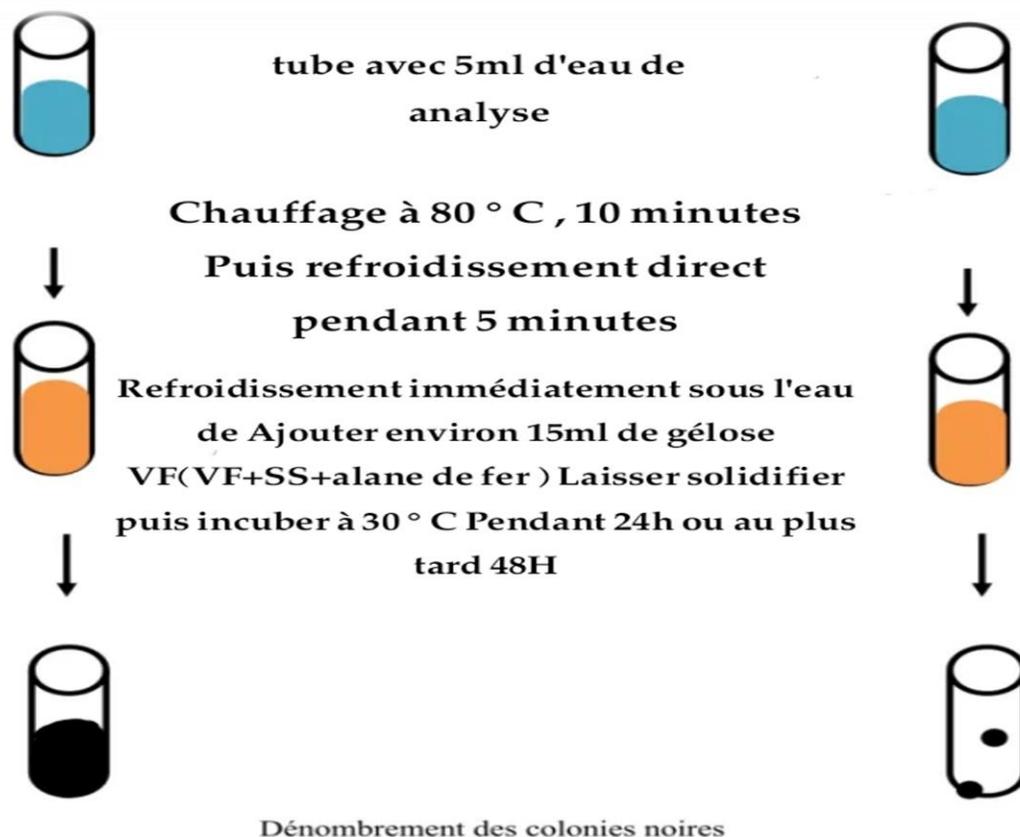


Figure22 : recherche et dénombrement des *Clostridium* sulfite-réducteurs.

2. Dénombrement des germes pathogènes :

Il existe une grande variété de bactéries pathogènes ou potentiellement pathogènes (opportunistes) pour l'homme dans tous les types d'eaux. Celles-ci vivent ou survivent dans l'environnement, soit provenant des rejets humains, éliminées par des sujets malades ou des porteurs sains, soit étant autochtones et pouvant s'adapter à l'homme : *Campylobacter jejuni*, *Legionella pneumophila*, leptospires, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella*, *Shigella*, staphylocoques pathogènes, *Vibrio*, *Yersinia enterocolitica* (Rodier, 2009).

Dans ce travail, nous avons recherché seulement deux groupes de bactéries pathogènes : *salmonella*, et *staphylococcus aureus*.

2.1. Recherche de *salmonella* :

L'espèce est composée de bâtonnets gram négatif qui appartiennent à la famille des entérobactériaceae, anaérobies facultatives, certaines espèces ont un pouvoir pathogène sur l'homme.

❖ Mode opératoire :

L'isolement de *salmonella* se réalise en passant par trois étapes successives : le pré Enrichissement, enrichissement et l'isolement :

Pré –enrichissement:

Ensemencement du milieu liquide BLMT (bouillon lactose mannitol tamponne), ajouter l'échantillon à un volume égal de BLMT, puis incuber à 37° C pendant 16 à 20 heures.

Enrichissement:

Cette étape consiste en l'ensemencement du milieu sélectif SFB à partir du bouillon de pré Enrichissement puis incubation à 37°C pendant 48 heures.

Isolement:

Ensemencement du milieu Sest coulé dans les boîtes de pétri et laissé se solidifier. Ensuite, nous avons rajouté dans la boîte de pétri 3 gouttes du milieu d'enrichissement qui sont étalées avec un râteau. Les boîtes sont incubées à 37°C pendant 24 heures.

❖ La lecture:

Les résultats positifs sont des colonies gris bleu à centre noire (Rodier et al., 1996).

2.2. Recherche de *staphylococcus aureus* :

Staphylococcus aureus se présente sous forme de cocci en grappe de raisin, Gram positif, possédant une catalase et une coagulase.

❖ Mode opératoire :

On utilise le milieu Baird Parker pour dénombrer (avec confirmation des colonies) les *staphylococcus aureus* à 37°C.

- On prépare le milieu : dans un flacon stérile, mettre le jaune d'œuf et l'eau distillée stérile environ 10 ml, mélanger puis ajouter la gélose Baird Parker préalablement fondue et refroidi à 45°C et le tellurite de potassium et mélanger le tout.
- Puis couler le flacon de Baird Parker ainsi préparé en boîte de pétri.
- Laisser solidifier les boîtes sur la paillasse, puis on prend 0,1 ml de chaque échantillon d'eau et on le met au centre de la gélose et les étaler à l'aide d'un râtelier stérile.
- L'incubation de ces boîtes se fait à 37°C pendant 24 heures.

❖ La lecture :

Sur ce milieu, les colonies de *staphylococcus aureus* apparaissent noires entourées d'un halo clair transparent (protéolyse des protéines de l'œuf).

❖ Test de confirmation :

La méthode décrite précédemment est une méthode de dénombrement et d'identification présumée de *S. aureus*. Cette désignation signifie que les bactéries isolées sont reconnues comme la bactérie recherchée à l'aide d'une seule réaction biochimique caractéristique. Dans certains cas, cette réaction unique peut produire des faux positifs ou des faux négatifs qu'on doit éliminer à l'aide d'un dépistage biochimique plus complet. Cette étape de la méthode est celle de la confirmation (Québec, 2016).

Nous avons confirmé par deux tests :

- ✓ **Test Désoxyribonucléase (DNase)** : est utilisé principalement pour différencier le *staphylococcus aureus* des autres Staphylocoques (microbiologie-clinique.com).

Mode opératoire :

Faire fondue la gélose DNase, et coulé dans les boites de pétri, laissée solidifier sur la paille, puis à l'aide d'un l'ense on prend une colonie et à la surface de la gélose tracé un strie unique ou deux à part. Incuber les boites à 37°C pendant 24 heures.

Après l'incubation : recouvrir les boîtes de Pétri avec une quantité suffisante de solution d'acide chlorhydrique (HCl). Attendre quelques minutes afin de permettre à l'acide de pénétrer toute la surface du milieu.

Lecture :

Le résultat est positif lorsqu'il est observé :

Une zone claire autour de la strie, le reste de la boite reste opaque.

✓ Test Catalase :

À partir de la croissance présente sur la gélose Baird Parker, on prélève une colonie bactérienne sur une lame de microscope et y ajouter quelque gouttes d'eau oxygénée. L'effervescence qui en résulte (bulles de gaz) indique une réaction positive (présence de catalase).

3. Dénombrement des germes aérobies (GA) à 22°C, 30°C et 37°C :

Les microorganismes revivifiables sont toutes bactéries aérobies, levure ou moisissure capable de former des colonies dans le milieu spécifié et dans les conditions d'essai décrites dans la norme (**Rrejesk, 2000**).

❖ Mode opératoire :

Mettre 3 fois 1 ml d'eau à analyser dans 3 boites de pétri vides préparées à cet usage et numérotées (ensemencement en profondeur).

Puis compléter chacune des boites de pétri avec environ de 15 ml de gélose PCA fondue puis refroidie à 45°C. Referme la boite et faire ensuite des mouvements circulaires et à la forme de « 8 » sur une surface horizontale pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose. Laisser solidifier les boites sur la paille, puis incuber chaque boite à 22°C, 30°C, 37°C pendant 72 heures.

❖ La lecture :

A l'observation quotidienne, on constate l'apparition des colonies blanches.

On calcule le nombre de colonies formées présentes dans 1 millilitre d'échantillon.

Les résultats sont exprimés en nombre de germes par millilitre (germes/ml) (Rodier, 2009).

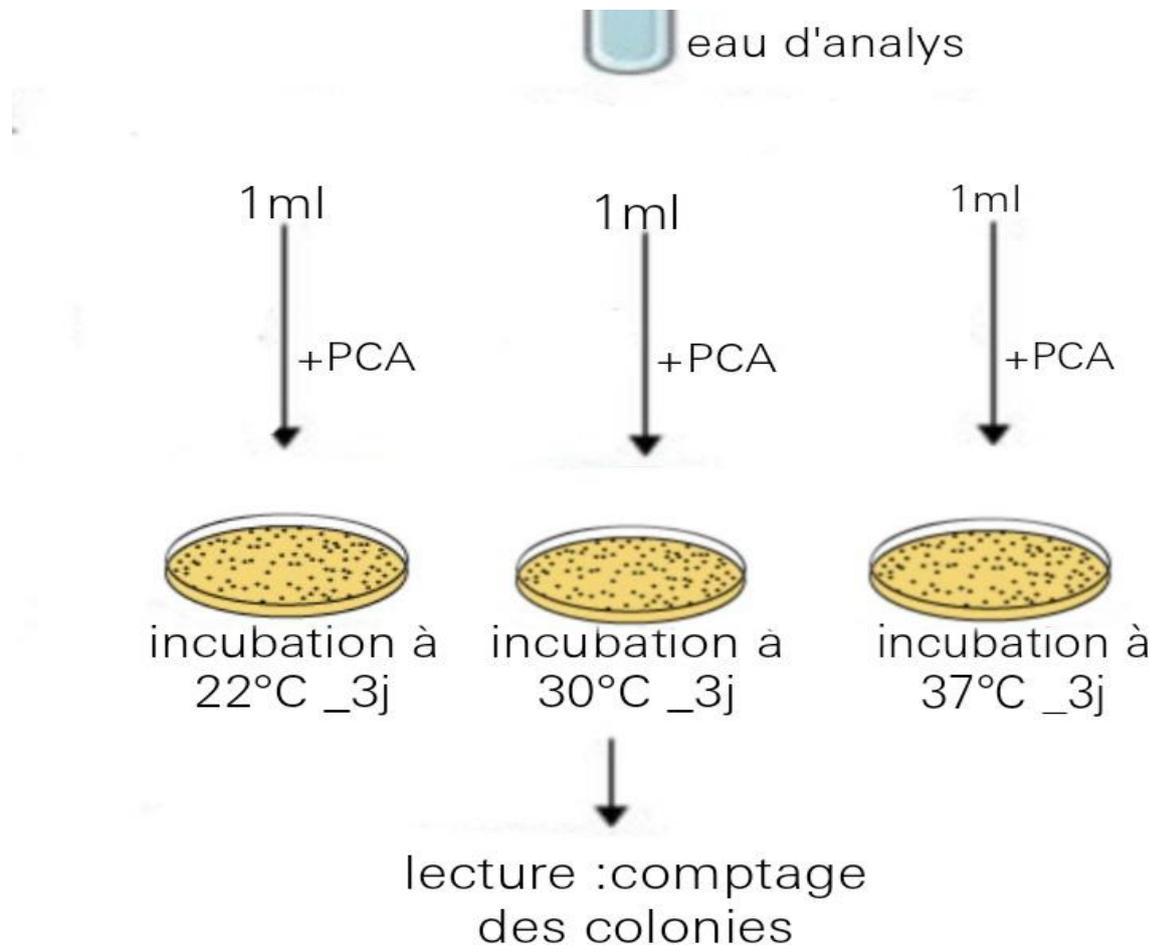


Figure 23 : protocole d'analyse germes aérobies

4. Dénombrement de levure et moisissure :

La levure est un champignon microscopique, unicellulaire de forme ovoïde ou sphérique. La grande particularité de la levure est qu'il s'agit d'un organisme vivant.

Les moisissures sont des champignons microscopiques se développant la plupart du temps à une température moyenne (5°_25°) sur un fond nourrissant, avec une quantité d'oxygène et un taux d'humidité importants.

❖ Mode opératoire :

- Prendre 0,1 g d'antibiotique dans 100 ml d'eau distillée stérile.
- Porter aseptiquement 5 ml de cette solution dans un flacon de la gélose OGA préalablement fondue puis refroidie à 45°C.
- Mélanger soigneusement, puis couler le flacon d'OGA ainsi préparé en boîtes de pétri.
- Laisser solidifier les boîtes sur la paillasse, et à partir de l'eau à analyse prendre quelques gouttes et les mettre sur la boîte d'OGA puis les étaler à l'aide d'une pipette râteau stérile.
- Les boîtes sont incubées à 25°C pendant 5 à 8 jours.

❖ La lecture :

La plupart des levures forment des colonies lisses blanches ou légèrement teintées. La plupart des moisissures forment des colonies veloutées ou cotonneuses, celles-ci sont blanches au début, puis peuvent prendre différentes couleurs après formation des conidies.

Chapitre IV :
Résultats et
Discussion

V. Résultats et discussion :

V.1. Résultats des paramètres physico-chimiques :

Le tableau suivant montre les résultats des paramètres physico-chimiques de l'eau de mer du trois sites étudiées, la crique, Sidi Medjedoub, Ouréah.

Tableau 6 : les résultats des paramètres physico-chimiques au niveau des trois sites :

Les paramètres	Site01	Site02	Site03	Les normes
Ph	8,66	7,22	8,15	6 – 8
Température °C	13,4	14,6	13,5	25
Turbidité FNU	1,29	1,36	1,52	
Conductivité ms/cm	56,1	53,5	55,9	56
Salinité g/l	35,5	33,8	35,4	35
Nitrite mg/l	0	0	0	0,01
Nitrate mg/l	0,028	0,075	0,006	25

1.1. Résultat de la mesure de pH :

Le pH des écosystèmes aquatiques est utilisé comme paramètre substitut pour représenter les relations complexes entre la chimie de l'eau et les effets biologiques. Il donne une indication sur l'acidité ou l'alcalinité d'une eau. De point de vue sanitaire, un pH élevé peut provoquer un problème de corrosion alors qu'un pH faible peut modifier le goût de l'eau (**Boudraa, 2011**).

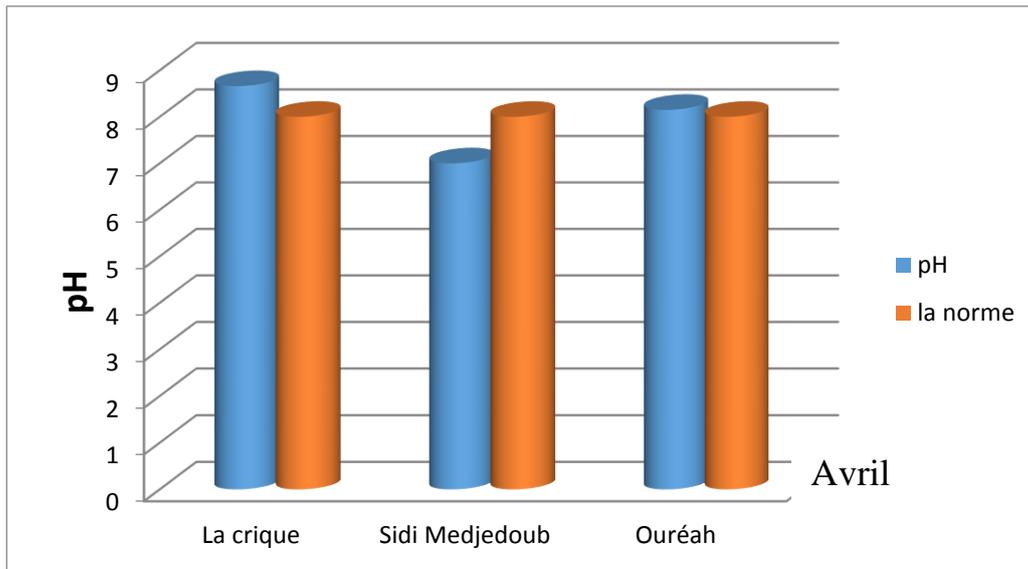


Figure 24 : Histogramme de la variation du pH au niveau des trois sites (La crique, Sidi Medjedoub, Ouréah), au mois d'avril.

Le pH varie entre 7,22 et 8,66 la valeur maximale est enregistrée dans le site 1 (la crique), et la valeur minimale est enregistrée dans le site 2 (Sidi Medjedoub).

D'après ces résultats, on remarque que le pH de l'eau de mer de site Ouréah et Sidi Medjedoub est dans la norme qui varie entre 6 et 8 selon le journal Officiel de la République Algérienne N°46,1993.

La valeur particulièrement élevée parfois mesurée sur l'effluent industriel de Mostaganem résulte certainement de rejets d'eaux (**Slimane et al., 2007**).

1.2. Résultat de la mesure de Température :

La température varie d'un prélèvement à un autre selon la position, le climat et l'heure de prélèvement (**Rodier, 2009**).

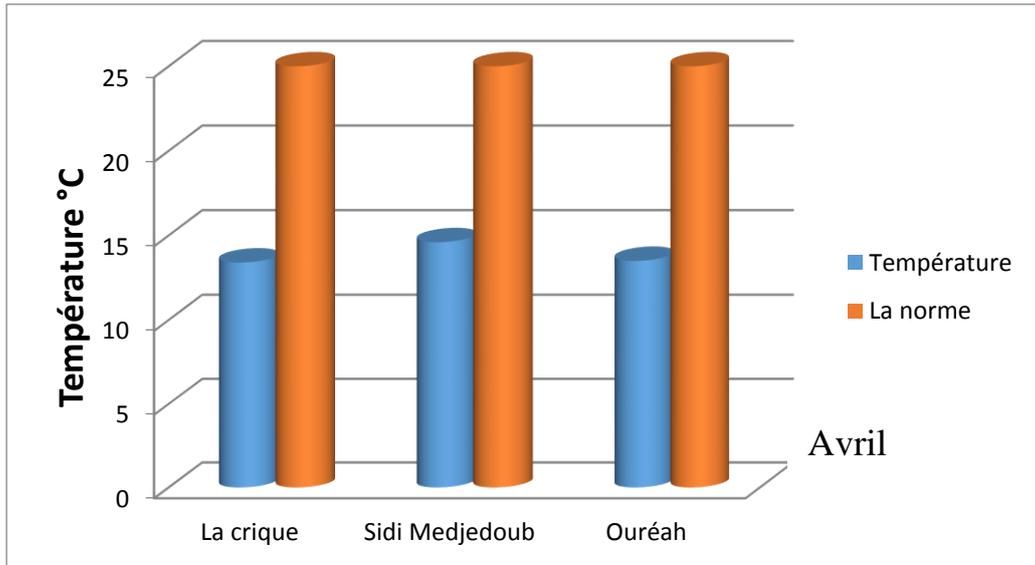


Figure 25 : Histogramme de la variation de la température au niveau des trois sites (La crique, Sidi Medjedoub, Ouréah), au mois d'avril.

La température varie entre 13,4 et 14,6°C maximale enregistrée au niveau de site 2 (Sidi Medjedoub), et la valeur minimale enregistrée au niveau de site 1 (la crique).

La diminution de la température de l'eau de mer est due au changement climatique qui influe sur la couche superficielle de la mer (**Rodier, 2009**).

1.3. Résultat de la turbidité :

La turbidité est la caractéristique de l'eau qui la rend trouble ; la mesure de la turbidité donne une indication sur la teneur en matières solides en suspension (**Alberd, 2002**).

ALa Réunion, pour des valeurs de turbidités entre 0 et 2 FNU : 1 NTU = 1 FNU.

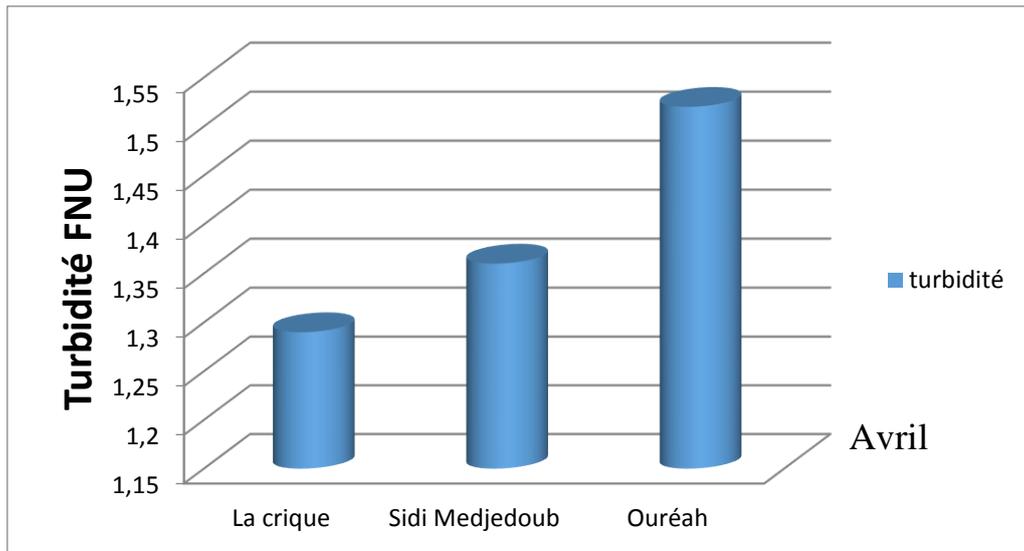


Figure 26 : Histogramme de la valeur de turbidité au niveau des trois sites (La crique, Sidi Medjedoub, Ouréah), au mois d'avril.

Les résultats des analyses obtenus à l'aide d'un turbidimètre déterminent une variation entre 1,29 et 1,52 FNU, la valeur maximale enregistrée au niveau de site 3 (Ouréah), et la valeur minimale enregistrée au niveau de site 1 (la crique). On remarque que les résultats des trois sites sont inférieurs à 5 NTU, donc l'eau est claire.

Une importante turbidité de l'eau entraîne une réduction de sa transparence qui réduit la pénétration du rayonnement solaire utile à la vie aquatique (photosynthèse).

1.4. Résultat de la conductivité :

Selon **Rodier et al., (1996)** la conductivité électrique mesure la capacité d'une solution à conduire un courant électrique. Elle s'exprime en ms/cm.

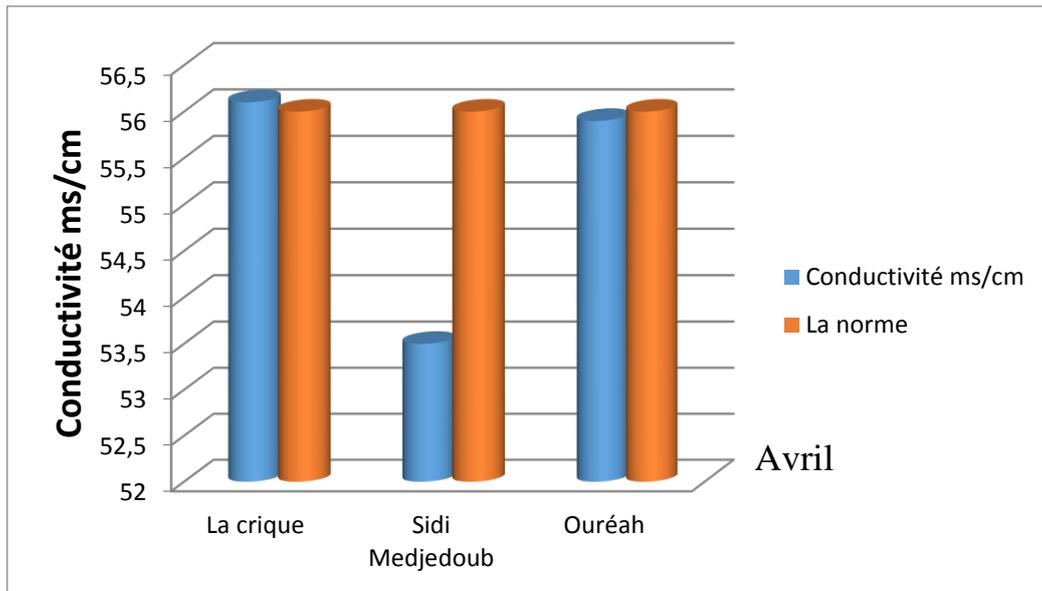


Figure 27 : Histogramme de la variation de la conductivité au niveau des trois sites (La crique, Sidi Medjedoub, Ouréah) au mois d'avril.

Les eaux analysées présentent une conductivité électrique qui varie entre 53,5 et 56,1 ms/cm, la valeur maximale enregistrée au niveau de site 1 (la crique), et la valeur minimale enregistrée au niveau de site 2 (Sidi Medjedoub). En remarque que la conductivité des trois sites est dans la norme qui est chiffrée à 56 ms/cm.

L'augmentation de la conductivité d'une solution est due à la forte concentration en sels tel que les chlorures (**Rodier, 2009**).

1.5. Résultat de la salinité :

La salinité désigne la masse totale de substances solides dissoutes dans un kilogramme d'eau de mer (**Rodier et al., 2009**).

Le degré de la salinité est affecté par Chlorure de sodium (NaCl) est un des très nombreux sels composant l'eau (**Rejesk, 2002**).

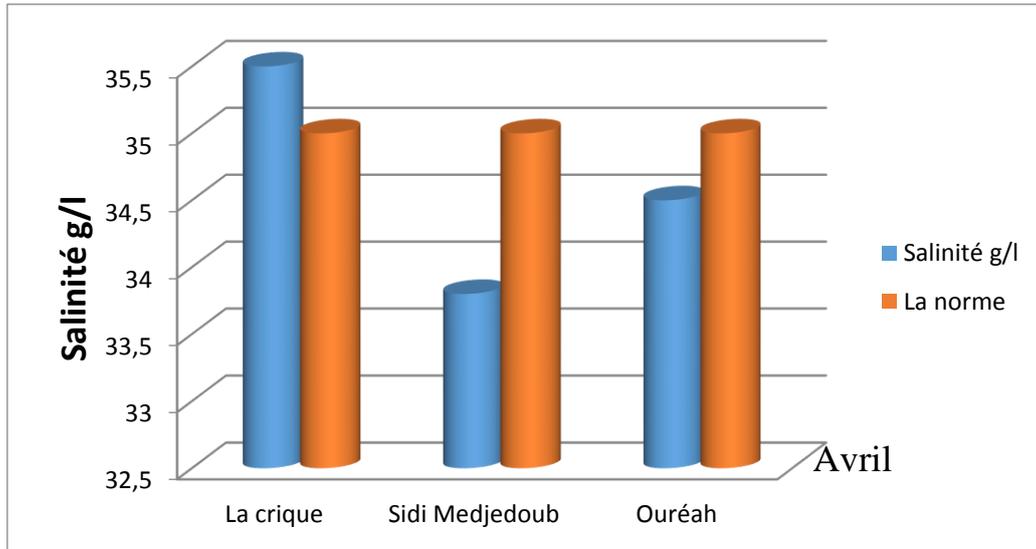


Figure 28 : Histogramme de la variation de salinité au niveau des trois sites (La crique, Sidi Medjedoub, Ouréah), au mois d’avril.

Les résultats de la mesure de la salinité de l’eau de mer des trois sites est variée entre 33,8% et 35,5%, la valeur minimale est enregistrée au niveau de site 2 (Sidi Medjedoub), et les valeurs des deux autre sites est dans la norme.

1.6. Résultats de nitrite :

Le nitrite est une forme d’azote présente généralement en faible quantité dans l’eau de mer (Aminot et Kérouel, 2004).

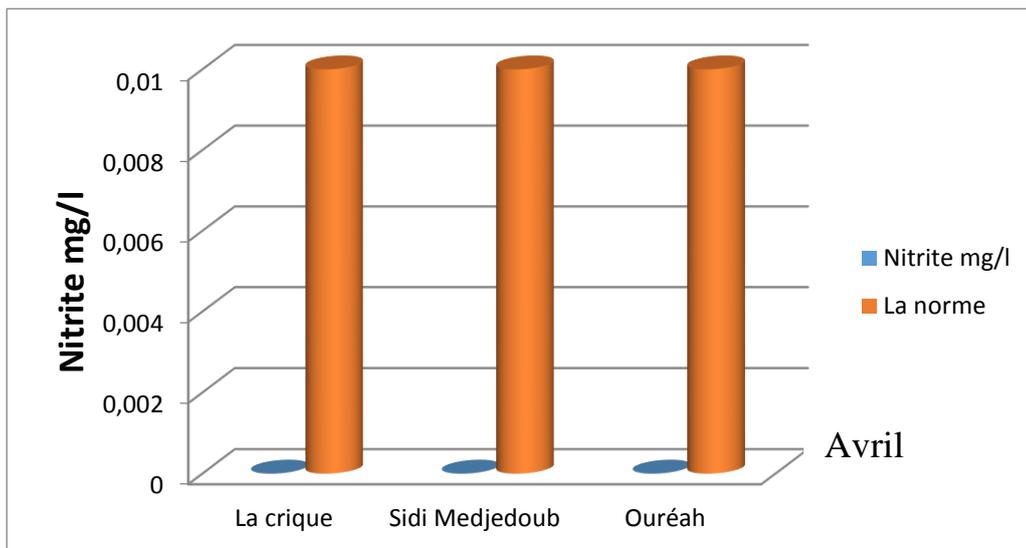


Figure 29 : Histogramme de la variation de nitrite au niveau des trois sites (La crique, Sidi Medjedoub, Ouréah), au mois d’avril.

En remarque que les résultats de la mesure de nitrite donnent des valeurs très faibles (inférieure à 0) au niveau de tous les sites, c'est-à-dire inférieure à la norme qui est estimée à 0,01 mg/l.

1.7. Résultat de nitrate :

L'ion nitrate est issu de l'oxydation des nitrites par les bactéries appelées nitrobacters (Aminot et Chaussepied, 1983).

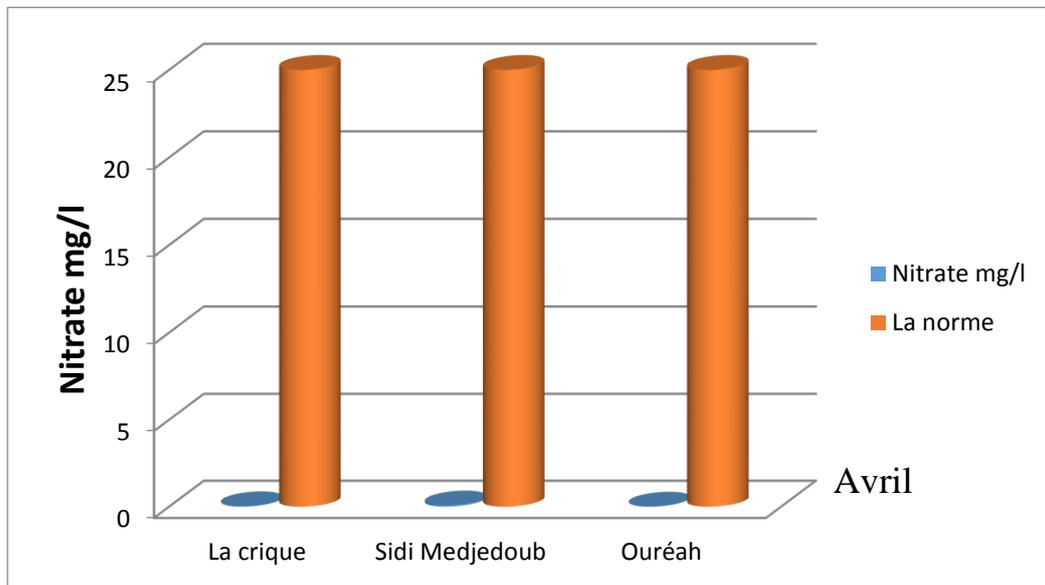


Figure 30 : Histogramme de la variation de nitrate au niveau des trois sites (La crique, Sidi Medjedoub, Ouréah), au mois d'avril.

A travers des résultats présentés dans l'histogramme de la figure 30, on constate que les valeurs de nitrate varient entre 0,006 et 0,075 mg/l, qui sont des valeurs très faibles inférieures à la norme, qui est estimée à 25 mg/l dans tous les sites.

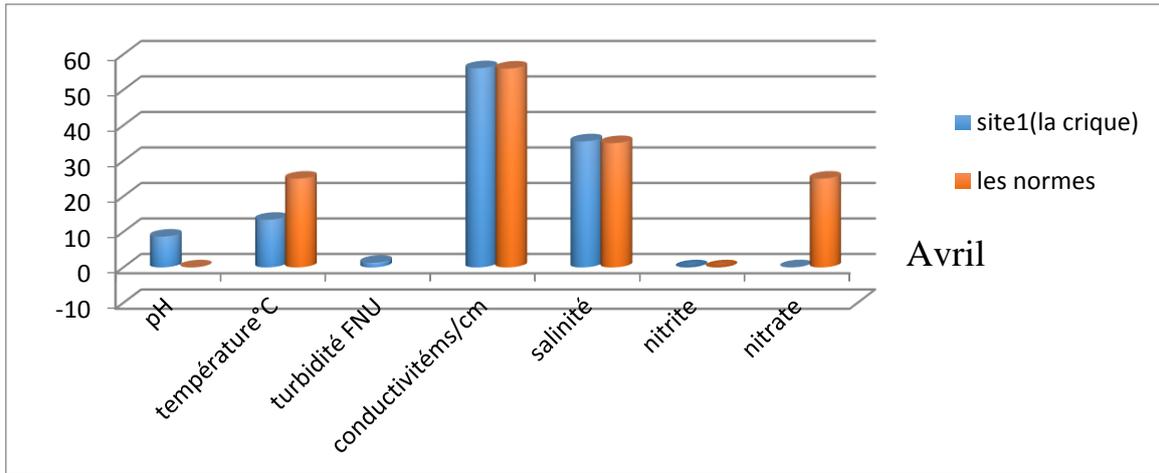


Figure 31 : Histogramme des résultats des paramètres physico-chimiques au niveau de site la crique au mois d'avril.

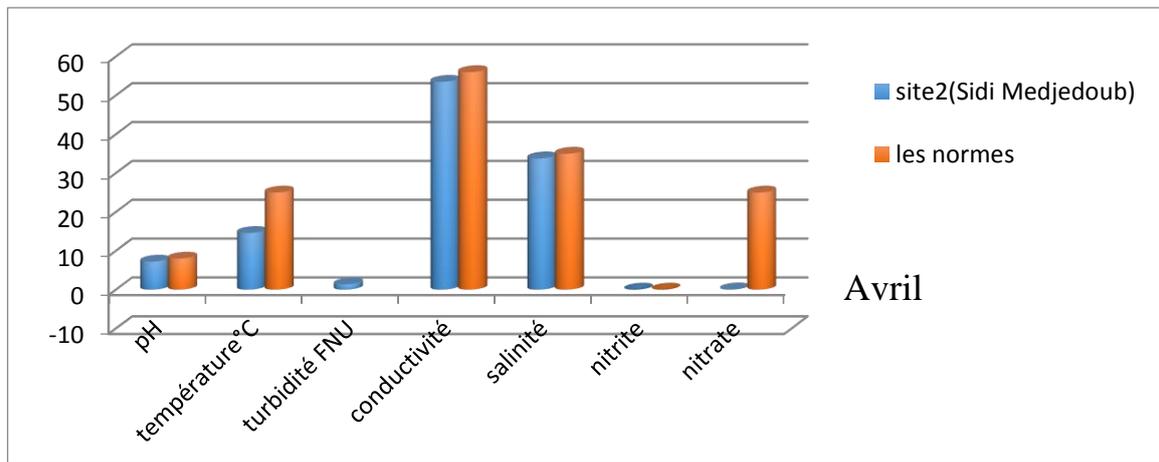


Figure 32 : Histogramme des résultats des paramètres physico-chimiques au niveau de site Sidi Medjedoub au mois d'avril.

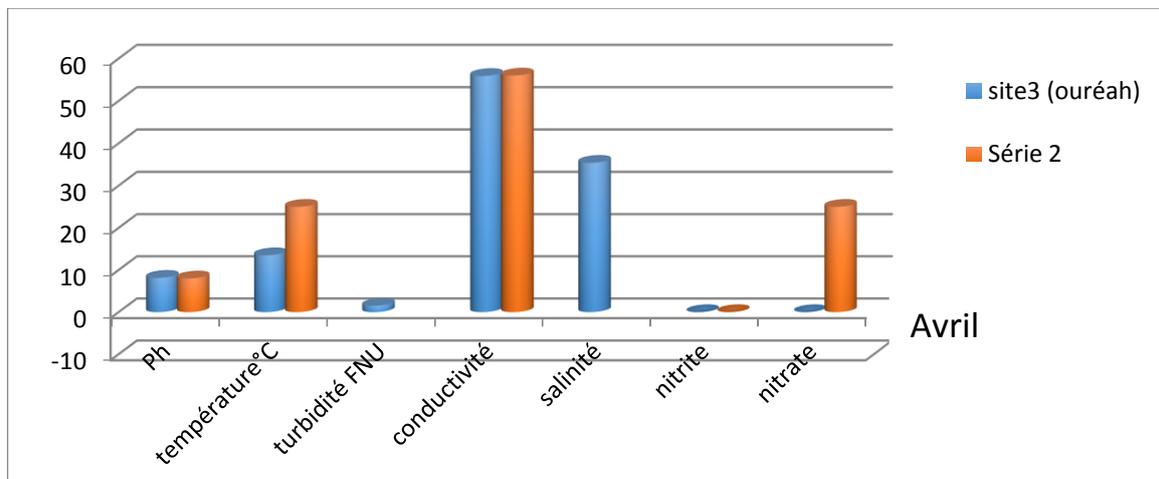


Figure 33: Histogramme des résultats des paramètres physico-chimiques au niveau de site Ouréah au mois d'avril.

Les histogrammes pour les trois sites montrent l'ampleur de la différence et de la fluctuation des paramètres physico-chimiques, car nous voyons que les différences entre les valeurs mesurées sur les sites ne sont pas très différentes des valeurs internationales. Il est neutre en nitrates qui sont nul mais aussi ne diffère pas entre les sites.

V.2. Résultats bactériologiques :

2.1. Les germes aérobies :

C'est un indicateur de présence possible d'une contamination bactériologique. Se réalisent à deux températures différentes soit à 20°C (psychrophiles) soit à 37°C (mésophiles).

(Tableau12) dans l'annexe montre les résultats des analyses des germes aérobies dans l'eau de mer pour les trois sites étudiés, qui ont été étudiés à trois températures différentes (22°, 30°, 37°).

Où l'on note qu'à une température de 22° : 63 germes/ml au niveau de la crique, et sur le site de Sidi Medjedoub 81 germes/ml qui est la valeur maximale, et 28 germes/ml à Ouréah comme la valeur minimale.

A une température 30° : le site de Sidi Medjedoub est le site où l'on trouve le plus grand nombre de germes avec 86 germes/ml, et dans la crique 47 germes/ml, et dans le site Ouréah 14germes/ml, qui est la valeur minimale.

A une température de 37°, le site de la crique était le plus abondant dans lequel les germes ont été retrouvés, d'après les résultats des analyses, où ils enregistré 76 germes/ml, et le site Sidi Medjedoub 29 germes/ml, et 19 germes/ml dans le site Ouréah qui est la valeur minimale.

La contamination de ces eaux par les *germes totaux* pourrait être due à la mauvaise Protection des sources, la méconnaissance des règles élémentaires d'hygiène, la pollution avoisinante (**Figarella et Leyral, 2002**).



Figure 34 : résultat des germes aérobies dans le site Sidi Medjedoub à 30°C.

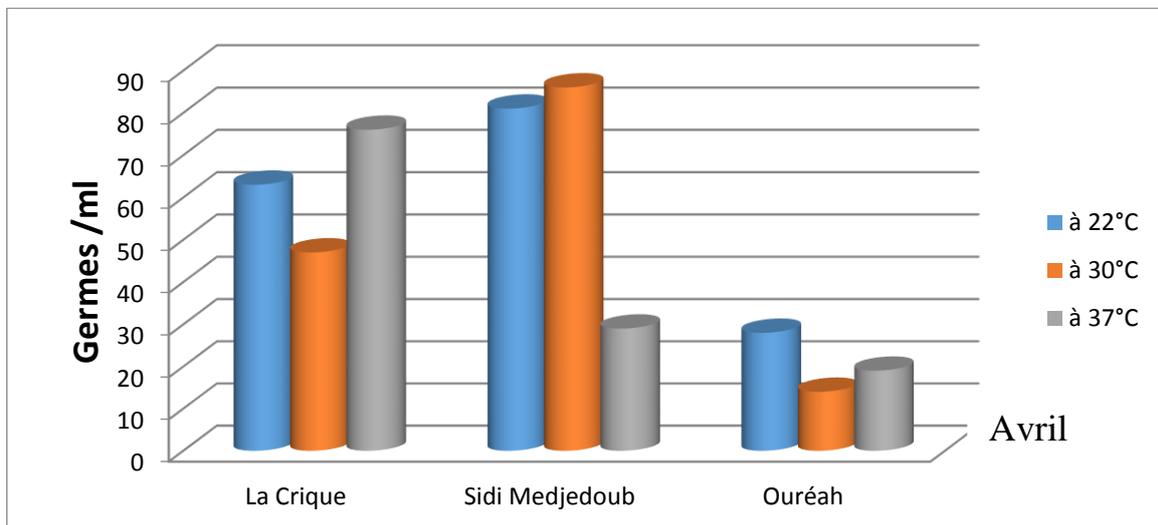


Figure 35 : Histogramme des résultats des Germes aérobies à (22°C ,30°C ,37°C) au niveau des trois sites (La crique, Sidi Medjedoub, Ouréah) au mois d'avril.

2.2. Coliformes totaux et fécaux (*E. coli*) :

Le tableau dans l'annexe regroupe les résultats des coliformes totaux et fécaux et le test de confirmation de la présence d'*Escherichia coli* dans l'eau de mer des trois sites : la crique, Sidi Medjedoub et Ouréah.

La présence des coliformes thermo-tolérants, signe l'existence quasi certaine de la Contamination fécale d'eau d'après (Rodier et al., 2009).

Les résultats des analyses Coliformes totaux ont été trouvés avec des concentrations élevées au niveau des trois sites, avec une estimation de 210UFC/ml pour chacun des deux sites, La crique et Sidi Medjedoub, et 460UFC/ml pour le site de Ouréah, Selon **Chevalier (2003)**, les coliformes totaux d'origine animale et humaine, Sa présence dans l'eau indique une contamination fécale récente et est souvent la source de déchets ménagers.

En ce qui concerne le test de confirmation, les résultats étaient positifs à la fois pour coliformes fécaux et *E. coli* au niveau de tous les sites où la concentration de coliformes fécaux était très élevée au niveau des deux sites La Crique et Ouréah avec une estimation de 1400UFC/ml, et 11UFC/ml au niveau de Sidi Medjedoub. En raison de la température appropriée pour celui-ci, ce qui permet de confirmer la présence *d'E.coli* Également comme indiqué.

Ce fait peut être expliqué par les rejets urbains ou des eaux usées ainsi que les conditions Climatiques favorables à la prolifération de ces bactéries.

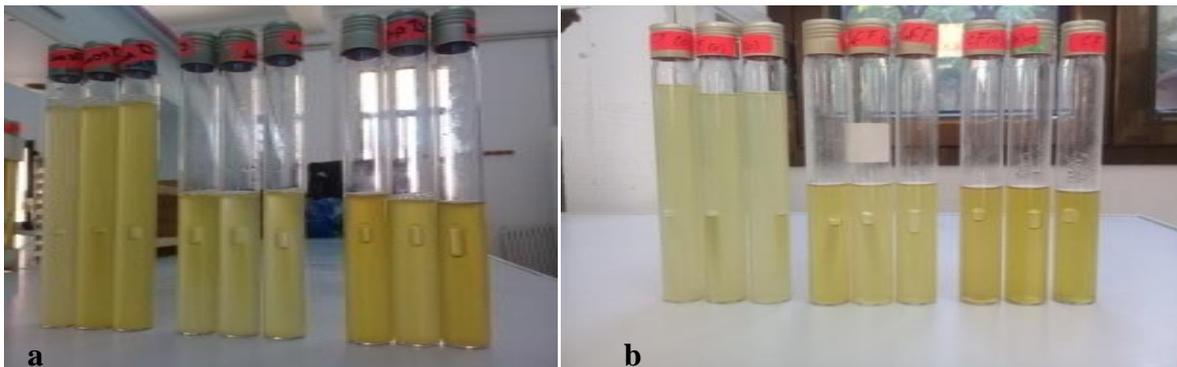


Figure 36 : résultat des coliformes totaux et fécaux dans le site Ouréah : (a : Coliformes totaux, b : Coliformes fécaux).



Figure 37 : résultats de test confirmatif *d'E. coli* de site Ouréah.

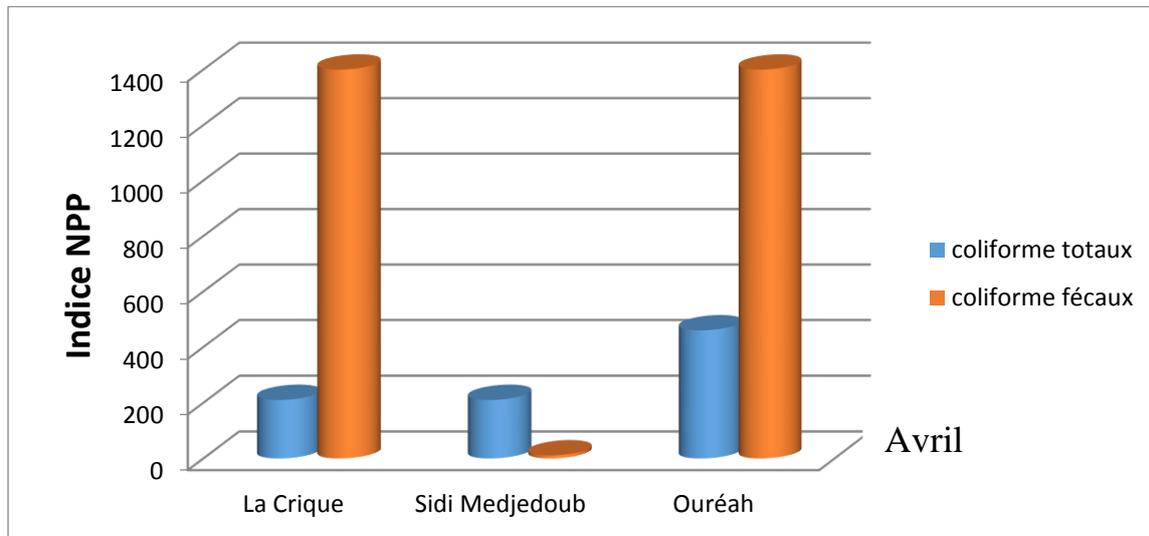


Figure 38 : Histogramme de Npp des coliforme totaux et fécaux/ml dans l'eau de mer des trois sites (La crique, Sidi Medjedoub, Ouréah) au mois d'avril.

2.3. *Streptocoques fécaux :*

D'après Sersoub D. (2012), les *Streptocoques fécaux* sont des aérobies-anaérobies facultatifs. Faisant partie des indicateurs de contamination fécale mais plus résistants dans le milieu Extérieur que les coliformes.

Selon la présence de streptocoque fécal doit s'accompagner de la présence de Coliformes fécaux pour déterminer la contamination fécale de l'eau de mer, les résultats des analyses d'eau de mer ont été positifs au niveau des trois sites, où la concentration de streptocoques fécaux dans les zones a été estimée à 15 UFC /ml pour le site Ouréah, et elle était relativement faible dans le site de Sidi Medjedoub à 9,5 UFC/ml, alors que pour le site de la crique il était de 11,5 UFC/ml.

Les résultats ont été confirmés par la solution EVA litsky qui a conduit à l'apparition d'une pastille blanche au fond du tube.

Selon Gaujous, (1995), ce sont des témoins de contamination fécale. Leur prolifération est due au déversement des matières Organiques et des substances nutritives azotées. Avec la capacité de vivre en milieu acide 9,6 (Rodier et al., 1984).

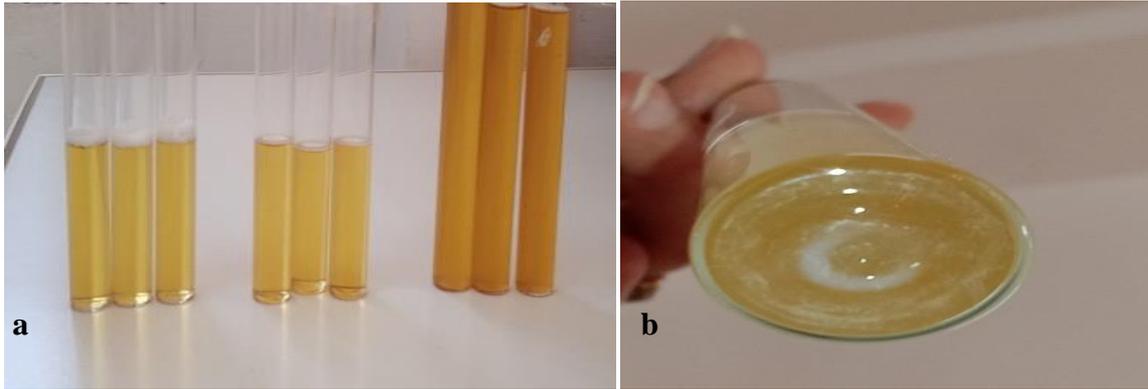


Figure 39 : résultats des *streptocoques fécaux* dans la Crique : (a : dans le milieu Roth, b : confirmation dans Eva Litsky).

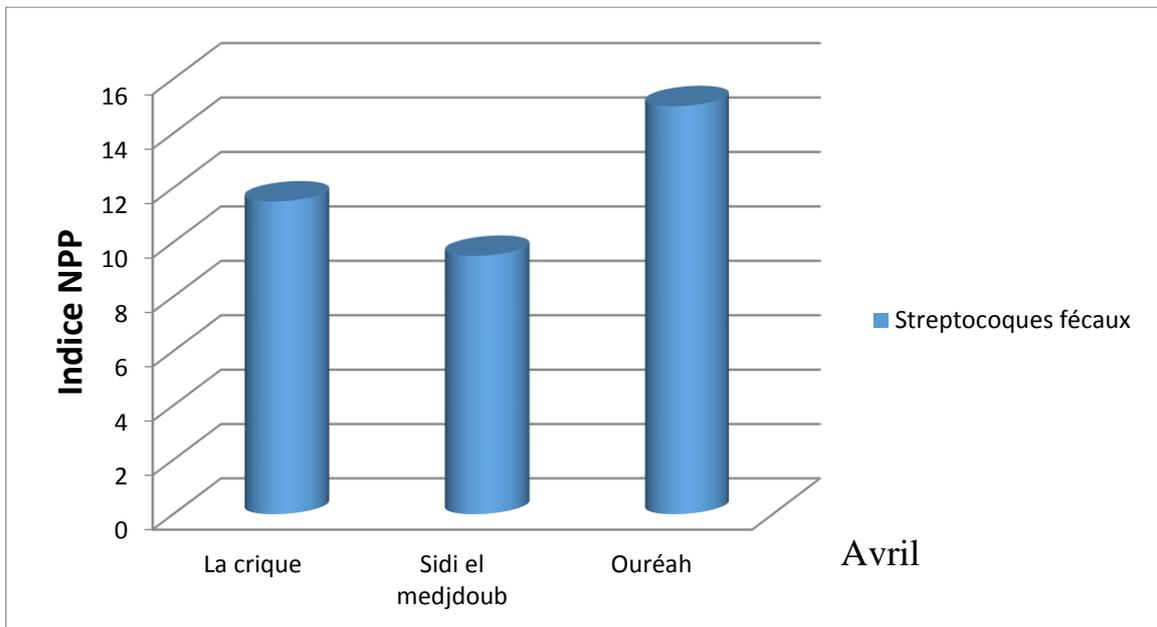


Figure 40 : Histogramme de Npp des streptocoques fécaux au niveau des trois sites (La crique, Sidi Medjedoub, Ouréah) au mois d'avril.

2.4. *Clostridium* sulfito-réducteurs :

Les figures ci-dessous montrent les résultats de *Clostridium* sulfito-réducteurs dans l'eau de mer au niveau des trois sites étudiés.

Il faut signaler que les bactéries anaérobies sulfito-réductrices sont souvent considérées comme des témoins de pollution fécale. La forme spore, beaucoup plus résistante que les Formes végétatives des coliformes fécaux et des streptocoques fécaux, permettrait ainsi de Déceler une pollution fécale ancienne au intermittente déclare (**Hamed et al., 2012**).

Les résultats montrent la présence totale de *Clostridium* sulfito-réducteurs dans les deux sites La Crique et Sidi Medjedoub, et absence totale dans le site Ouréah.

Les spores de *Clostridium* qui sont plus résistants et donc plus persistants dans l'environnement, permettant ainsi une détection plus fine de l'état sanitaire de l'eau et sa présence indique une pollution fécale de l'eau de mer due à divers polluants provenant des usines, des déchets humains et des eaux usées.



Figure 41 : résultats des *Clostridium* sulfito-réducteurs dans les trois sites : (a : la Crique, b : Sidi Medjedoub, c : Ouréah).

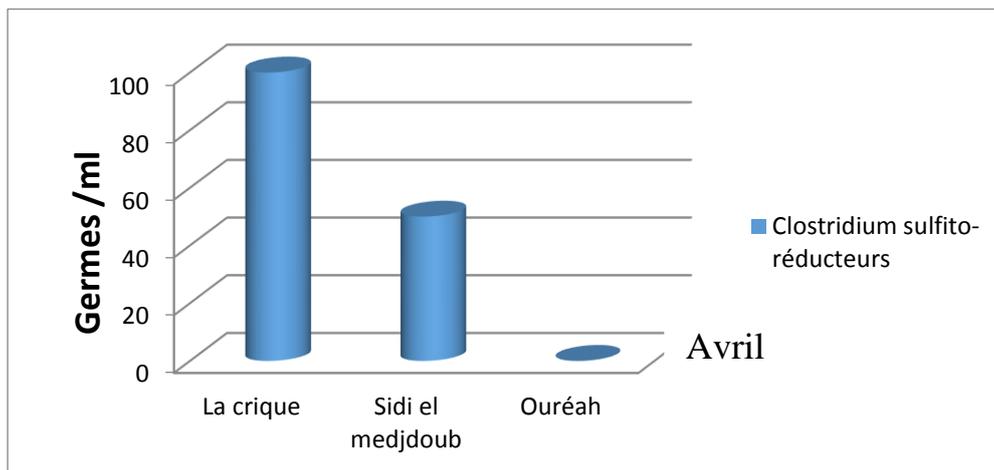


Figure 42 : Histogramme des résultats des *Clostridium* sulfite-réducteurs au niveau des trois sites (La crique, Sidi Medjedoub, Ouréah) au mois d'avril.

2.5. *Salmonella* :

Les bactéries *Salmonella* vivent généralement dans les intestins des animaux et des humains et sont excrétées par les matières fécales il provoque des infections cutanées et des douleurs abdominales sévères lorsqu'il est en contact en mer.

Les résultats des analyses d'eau de mer montrent l'absence totale de salmonelle au niveau de tous les sites.

L'absence totale de *Salmonella* est due à non-contamination des sites étudiés par ces germes.

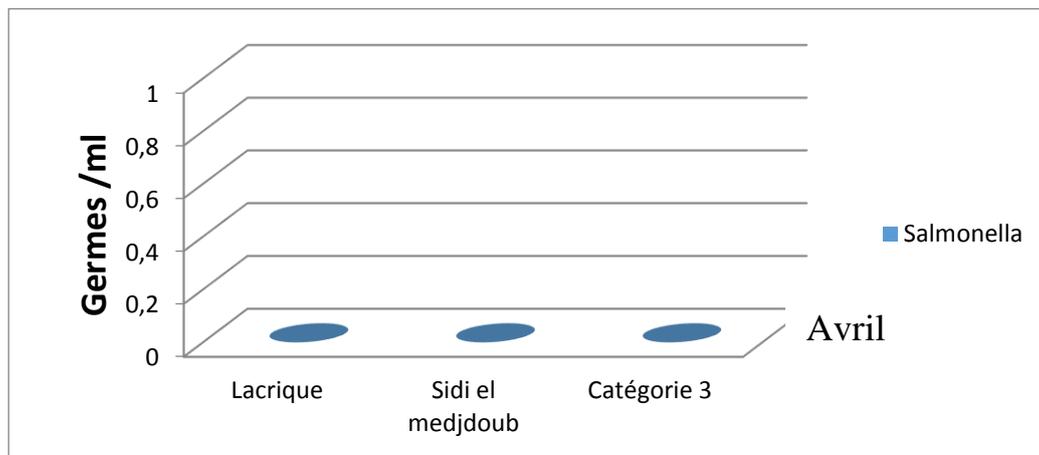


Figure 43 : Histogramme des résultats de *salmonella* au niveau des trois sites (La crique, Sidi Medjedoub, Ouréah) au mois d'avril.

2.6. *Staphylococcus aureus* :

Staphylococcus aureus est une coque à coloration de Gram positive. est immobile, aéro-anaérobie facultatif sa présence en mer indique la présence de pollution tellurique (Anses, 2011).

Les résultats des analyses (voir le tableau dans l'annexe) montrent la présence totale et complète des *Staphylococcus aureus* au niveau des trois sites, et sa présence a été confirmée à la fois par le test Désoxyribonucléase (DNase) et test Catalase.

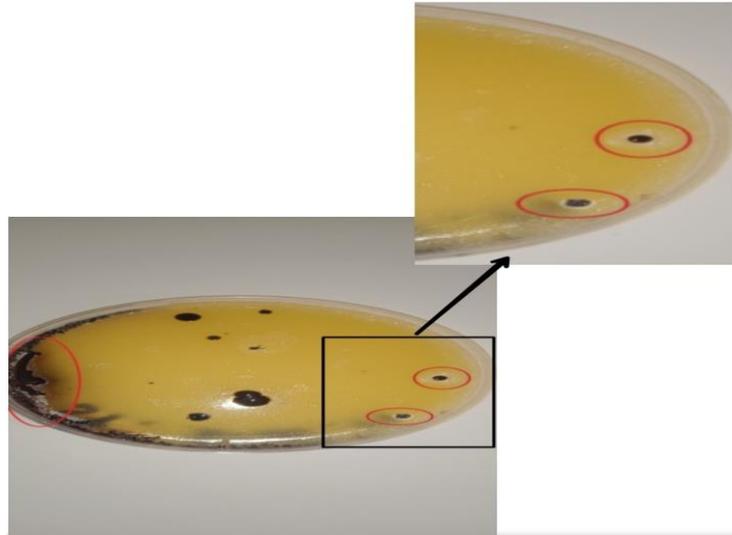


Figure 44 : résultats des *Staphylococcus aureus* dans le site Sidi Medjdoub.



Figure 45 : teste confirmation des *Staphylococcus aureus* dans le DNase.



Figure 46 : teste confirmation des *Staphylococcus aureus* dans catalase.

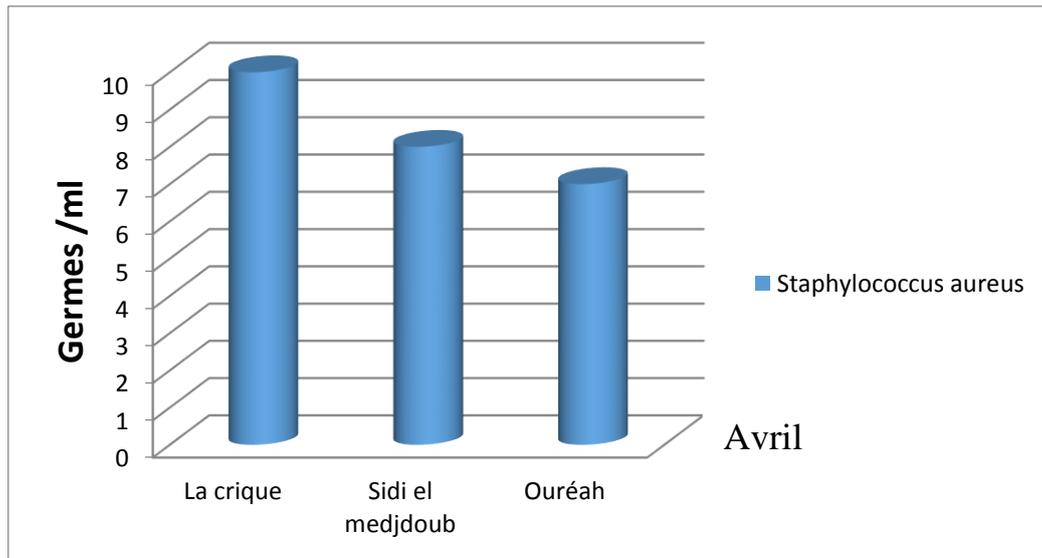


Figure 47 : Histogramme des résultats de *Staphylococcus aureus* au niveau des trois sites (La crique, Sidi Medjedoub, Ouréah) au mois d'avril.

2.7. Leveurs et moisissures :

Les moisissures et les levures sont des champignons microscopiques (micromycètes). Ce sont des organismes eucaryotes constitués soit d'éléments unicellulaires, soit de filaments isolés ou agrégés et se reproduisent par l'intermédiaire de spores. Sa présence en mer indique la présence de pollution tellurique (Afssa, 2009).

Les analyses d'eau de mer montrent la présence totale de levure et moisissures au niveau des deux sites la crique et sidi Medjedoub et presque inexistant au niveau de site Ouréah.

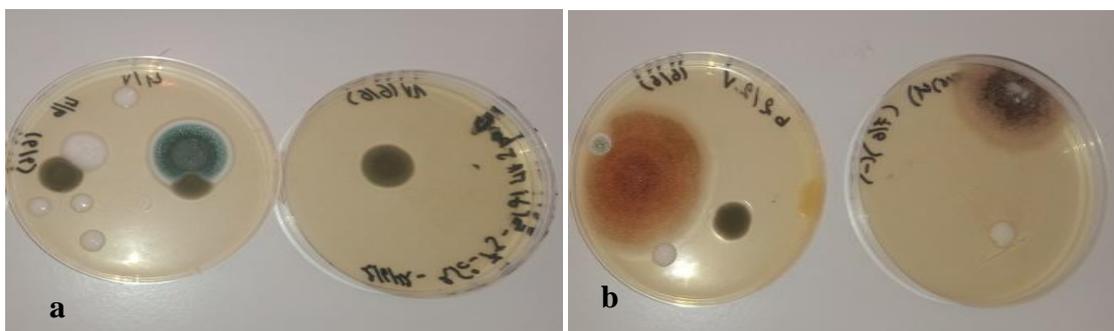


Figure 48 : résultats des levures et moisissures des deux sites : (a : La Crique, b : Sidi Medjedoub)

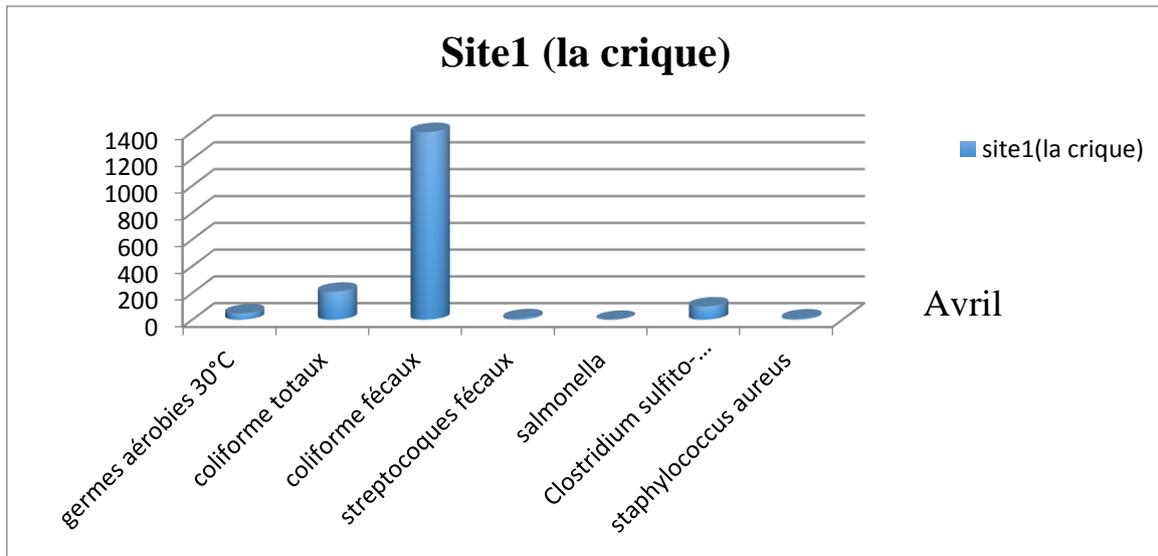


Figure 49 : Histogramme des résultats des analyses bactériologiques au niveau de site la crique au mois d'avril.

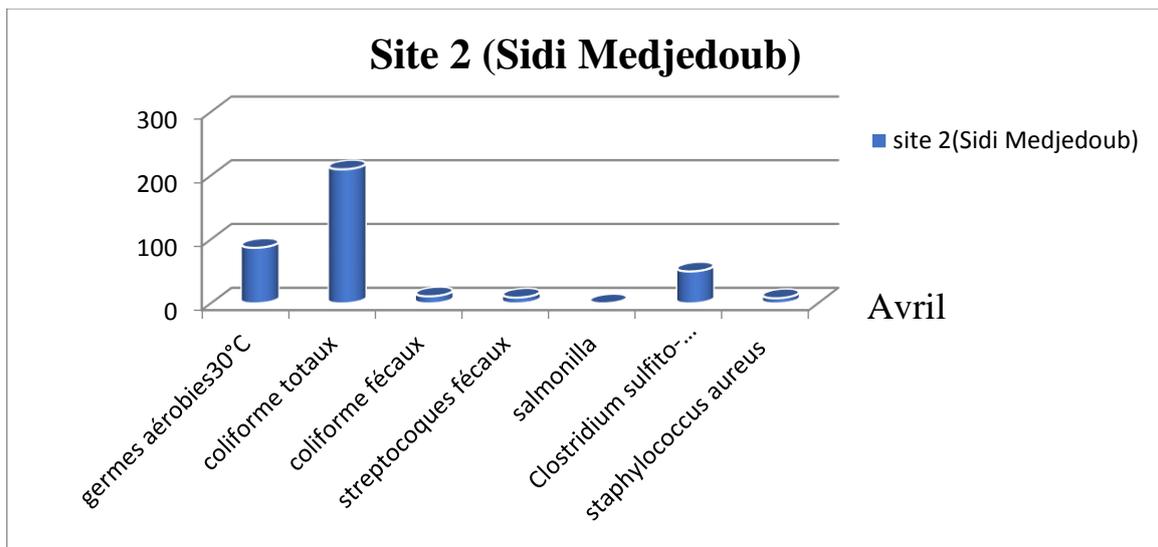


Figure 50 : Histogramme des résultats des analyses bactériologiques au niveau de site Sidi Medjedoub au mois d'avril.

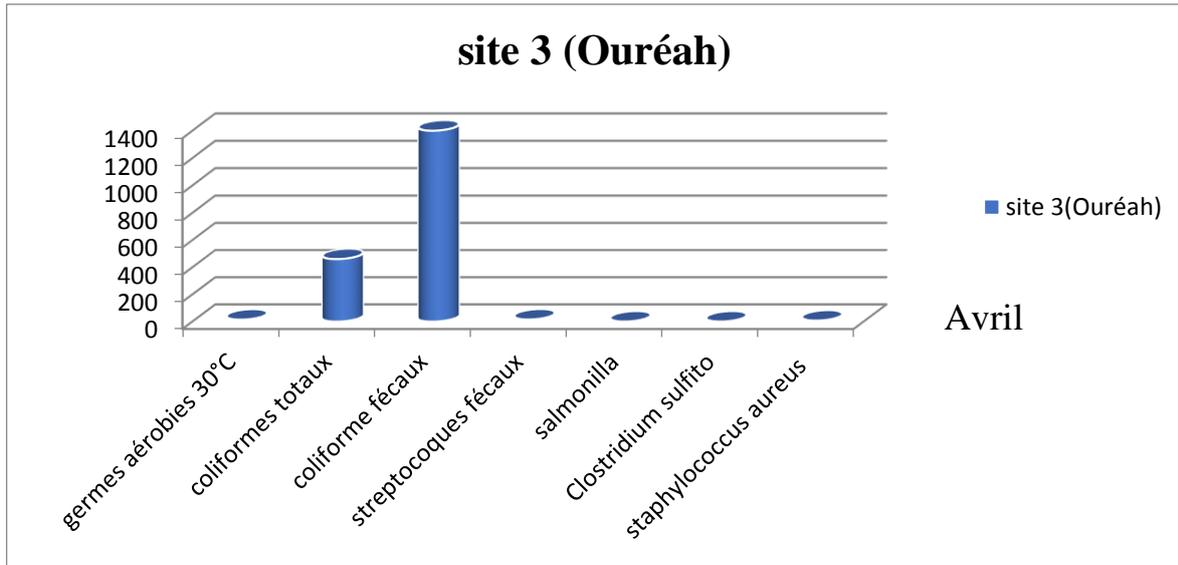


Figure 51 : Histogramme du résultat des analyses bactériologiques au niveau de site Ouréah au mois d’avril.

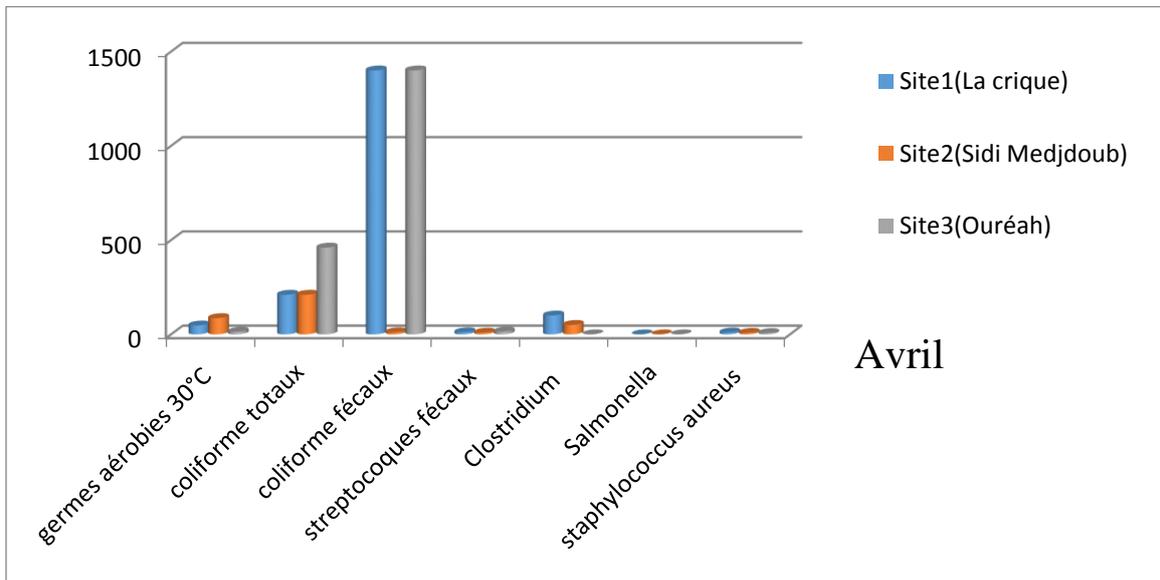


Figure 52 : Histogramme des résultats des analyses bactériologiques par sites au niveau de trois sites (la crique, Sidi Medjdoub, Ouréah) au mois d’avril.

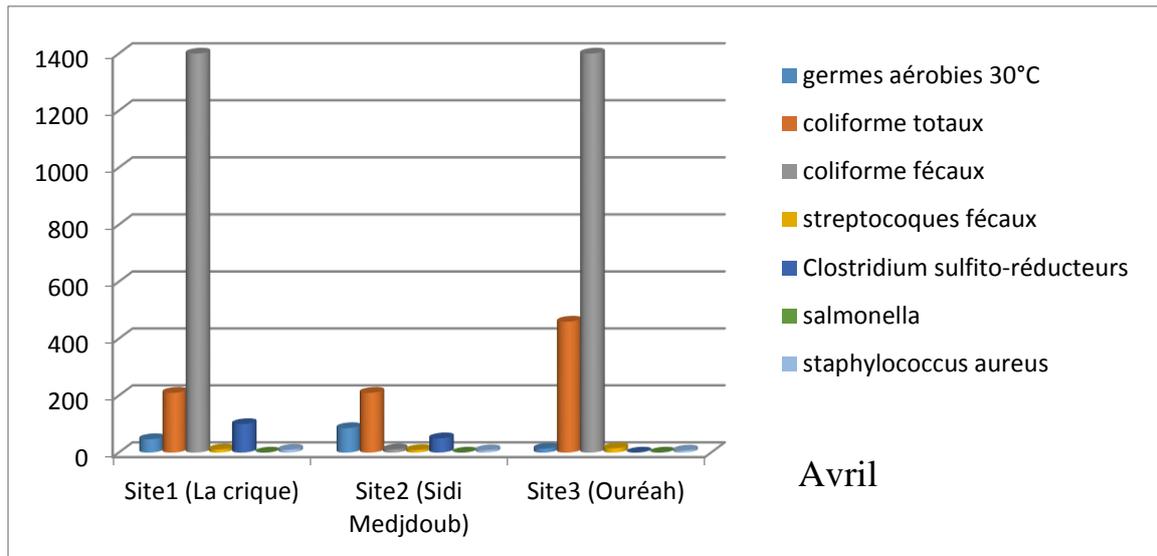


Figure 53 : Histogramme des résultats des analyses bactériologiques par germes au niveau des trois sites (la crique, Sidi Medjdoub, Ouréah) au mois d'avril.

Dans les sites la crique et sidi Medjedoub nous avons trouvé les coliformes totaux et fécaux, *E. coli*, streptocoques fécaux, on peut dire que la présence de ces germes fécaux montre une pollution récente dans la zone due aux rejets des usines et aussi des eaux usées domestique, et nous avons également trouvé *Clostridium* sulfito-réducteurs indiquant une pollution peut être ancienne, plus les *Staphylococcus aureus* qui sont des germes pathogène pour l'homme, les germes aérobies, et les levures et moisissures.

Et dans le site Ouréah nous avons également trouvé des germes fécaux (CT, CF, E. Coli, SF) sauf que les *Clostridium* sulfito-réducteurs sont absents cela indique que la pollution récente peut être due aux rejets urbains (des complexe Émettent des rejets urbains qui se collecte au niveau d'une embouchure située à l'est du site, ce collecteur regroupe deux autres embouchures : Hassi Mamèche, Blaidia), et avec la présence des germes pathogènes *Staphylococcus aureus*, et les germes aérobies.

*Conclusion et
perspectives*

Conclusion

Conclusion :

Le milieu marin est exposé à la pollution due au rejet d'eaux usées domestiques et industrielles, urbains qui sont déversés directement dans l'eau de mer. Ce qui constitue une menace pour la vie aquatique et la santé humaine particulier.

Dans ce document, nous étudions la sévérité de la contamination dans trois sites « La Crique, Sidi Medjedoub, Ouréah » à travers des analyses physico-chimique et bactériologique. Où les résultats des facteurs physico-chimiques se sont présentés comme suit :

- Le pH variant entre neutre 7,22 et alcalin 8,66, et une variation de température entre 13,4°C et 14,6°C, il s'agit d'une température basse pour la norme (25°C) en raison de changement climatique.
- La turbidité est entre 1,29 et 1,52 FNU, l'eau de mer des trois sites est claire.
- La conductivité varie entre 53,5 et 56,1 ms/cm les valeurs est dans la norme (56 ms/cm).
- La salinité est entre 33,8 et 35,5 g/l les valeurs est dans la norme 35 g/l.
- On peut dire que le nitrite et le nitrate n'existent pas dans l'eau de mer des trois sites en raison de leurs valeurs très faibles.

En ce qui concerne les facteurs bactériologiques, il a été confirmé la présence des germes de contamination fécale (CT, CF, SF) dans tous les sites avec l'absence de *Clostridium* dans deux sites, où cette présence indique une contamination fécale.

Quant aux les germes pathogènes la présence de *Staphylococcus aureus* a été confirmée dans tous les sites et l'absence totale de *Salmonella*.

La présence d'un nombre important des germes aérobies, et la présence des levures et les moisissures.

Pour conclure ce travail, il convient de rappeler que l'objectif principal de ce travail est d'évaluer la qualité de l'eau de mer pour les trois sites étudiés, et de connaître l'étendue de leur pollution.

D'après les résultats des paramètres étudiés, nous pouvons dire que l'eau de mer des trois sites est toute contaminée à cause des bactéries qui y sont présentes, mais l'intensité de cette contamination est élevée dans la crique par rapport aux deux autres sites, en raison des rejets d'eaux usées et rejet industrielles.

Conclusion

Pour réduire cette pollution :

- Des stations d'épuration des eaux usées doivent être désignées avant leur rejet à la mer.
- Les industries, qui sont responsable de leur rejets, doivent également organiser l'assainissement de leur eaux usées.
- L'immersion et l'incinération des déchets en mer sont interdites.
- Les navires doivent conserver à bord certains de leurs déchets et les ports doivent fournir des services de récupération des déchets durant les escales.

Conclusion :

Références

Bibliographiques

Afssa, 2009 : (Agence française de sécurité sanitaire des aliments) : Risques liés à la présence de moisissures et levures dans les eaux conditionnées.

Alberd, 2002 : Francis Alberd Fr. sci géoscience : d'après Francis Alberd (professeur à l'école normal supérieure de Lyon news groups : Fr. géosciences.

Allali A., (2014) : Contribution à la cartographie de la qualité physico-chimique et la biologique e l'eau des zones humides de la Numidie. Mémoire de Magister. Université Badji-Mokhtar, Annaba, Algérie.21, 23p

Aminot A. et Kéroul M., 2004 : manuel des analyses chimiques en milieu marin.

Aminot A. et Ghausspied M., 1983 : Manuel des analyses chimique en milieu marin, Centre National pour l'Exploitation des Océans (CNEXO).

Anses, 2011 : **agence nationale de sécurité sanitaire alimentation, environnement, travail**

Belenger et Davide, 2007 ; Messai, 2014 : étude de la pollution maritime par les métaux lourds (Pb, Zn) dans la cote de Jijel, mémoire de master.

Boeglinjean-Claude. 2001 : propriétés des eaux naturelles, Dossier N° G1110. Environnement technologies de l'eau. Technique de l'ingénieur.

Boudraa W., Bengati S. et Djamaa F., (2011) : Contribution à l'étude de la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau des plages de la ville d'Annaba. Diplôme de Master. Spécialité de SEE. Université 08 Mais 1945 Guelma, 96p.

Bouix M. et Leveau J.Y., 1983 : Electrophoretic study of the macromolecular compounds excreted by yeasts : application to differentiation between strains of the same species .

Bourgeois C. M. et Leveau J., 1980 : Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agroalimentaires. Vol 3 : Le contrôle microbiologique. 2eme Ed. Paris : Lavoisier *Tec et doc*Coll. 454p.

Bourgeois C.M., Mescles J.F. et Zucca J., 1990 : Microbiologie Alimentaire. Tome I : Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaire. *Technique et documentation, 1^{er} Edition, Lavoisier, Paris.*

Chaouay A., Okhrib R., Hilali M., Bazzi L., Chahid A. et Khiri F., 2016 : page 2748 – 2759 : contribution à l'étude de l'analyse physico-chimique et de la contamination métallique de l'eau de mer du littoral d'agadir.

Chevalier P., 2003 : Coliformes totaux. Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé Humaine. Groupe scientifique sur l'eau, Institut national de santé publique du Québec, p.4

Cousteau. J., 1981 : l'encyclopédie Alpha Cousteau de la terre à la mer, Alpha Edit. Paris. Vol.9.131 : 81-94.

DE Bergey., 1984 ; Benhenda H. et Cherit N., 2020 : Etude physico-chimique et microbiologique de l'eau de mer au niveau des sites, Sidi El Mansour, La crique de Salamandre et Sidi Medjedoub.

Dembele M., (2005) : Qualité organoleptique de l'eau de consommation produite et Distribuée par l'EDM. Sa dans la ville de BAMAKO Médecine de pharmacie et d'odontostomatologie. Thèse de doctorat, Université de Bamako, 77p.

Figarella J., Leyral G. et Terret M., 2002 : Microbiologie Générale et Appliquée. Edit. Jacques Lanore, 285.

Gaujous., 1995 : la pollution des milieux aquatique : Ed Tec et Doc. Paris, 1995.p.p.25-30, 60-61, 100-101.

Gravez V. et Bernard G., 2006 : pollution marine, les définitions. www.com.univmrs.fr.

Goeury D., 2014 : La pollution marine, in Woessner Raymond, Mers et océans, Edition Atlante, Clefs concours. Paris. 224 p.

Ghoudbani T. et bougherira A., 2019 : Géo-Eco-trop : 559-568 : le littoral algérien entre protection de l'environnement et impératifs du développement. Enjeux et perspectives.

Guiraud J.P., 2003 : Microbiologie alimentaire.Ed. *Dunod*, Paris : 653 p.

Guiraud., 1998 et Oughidni S. et Sebti B., 2015 : contribution à l'étude physico-chimique et bactériologique de l'eau des zones humides urbaines de la wilaya d'Annaba : cas du marais de Boussedra.

Hamed M., Guettache A. et Bouamer L., 2012 : Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du Barrage Djorf-Torba Bechar. Université de Bechar 2012.

Harvey R.A., Champe P.C. et Fisher B.D., 2007 : Microbiology. 2^e édition. Lippincott Williams et Wilkins. p432.

https://www.oieau.fr/ReFEA/fiches/AnalyseEau/Physico_chimie_PresGen.pdf

Inspection de l'environnement de la wilaya de Mostaganem 2003 : rapport sur l'état de l'environnement de la wilaya.

Invrst In Algeria ., 2013 : centre culturelle, approche urbaines présentation de la wilaya de Mostaganem.

Joel G., 2003 : la qualité se l'eau, technique et responsabilités, paris, novembre 2003.

L'équipe technique du Réfea :

Lagstone., 1999 : J Lang stone, G.R Burt And Pope N.D, Estuarine, Costal an shelf Science, 48(1999)519-54.

Léa., 2016 : un cours complet pour tout savoir sur la pollution de l'eau – quelles sont les différents et les principales sources de la pollution de l'eau.

Michel M., 1999 : pollution diffuses du bassin versant au littoral : actes de colloques p : 170

PNUE., 1992 : Guide pratique GEM/EAU programme mondiale de surveillance et d'évaluation de la qualité des eaux, troisième édition, GEM/W.95.1.

PNUE/OMS ., 1997 : recommandations pour la surveillance sanitaire des zones côtières à usage récréatif et des zones conchylicoles. Programme à long terme de surveillance continue et de recherche en matière de pollution de la mer Méditerranée (MED/POL phase II).1997.

Québec., 2016 : Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec ; Recherche et dénombrement de *Staphylococcus aureus*.

Ramande., 1982 : J.M rère, pollution des eaux marine

Rejesk F., 2000 : Analyses des eaux, aspect réglementaire et technique ; collection biologie technique environnementale, pp : 53-54.

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

Robert H., 1999 : Qualité microbiologique des eaux brutes distribuées par BRL–Exigences et conception d'un suivi adapté. Mémoire de l'école Nationale de la Santé publique, p : 28.

Rodier J., 1984 : L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, Dunod 3^{ème} Édition, 259P.

Rodier., 2009 : l'analyse de l'eau – 10^e étude eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer.

Rodier J., Bazin C., Chanbon P., Broutin J.P., Champsaur H., et Rodi L., 1996 : L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires et eaux de mer. 8^{ème} Ed. Dunod, Paris : 1383p.

Rodier J., Legube B. et Merlet N., 2009 : L'analyse de l'eau, 9^{ème} édition, Ed. Dunod, 1579 p.

Slimane Moussa S., Kerfouf A., Bouderbala M. et Boutiba Z., 2007 : Diagnostic qualitatif des rejets d'eaux usées du littoral oranais (Algérie nord occidentale). *Congrès maghrébin des sciences de la mer* (El Jadida, Maroc), p. 282-283.

Touati., 2021 : cours de pollution des eaux 2021. Université de Constantine 1

Vincent M., 2006 : Etude d'expertise en Aquaculture- Environnement- pêche Pollution. Saint- Maximin- France.

Annexes

AnnexeI : Facteurs physico-chimique:

Paramètres	Unité
pH	
Conductivité	µs/cm
Dureté totale	°F
Turbidité	NTU
Oxygène Dissous	Mg/l
Salinité	g/l
Température	°C
DBO	Mg/l
DCO	Mg/l
MES	Mg/l
Nitrite	Mg-N/l
Nitrate	Mg/l de NO ₃

AnnexeII : Facteurs Bactériologique :

Coliformes Totaux	n/100ml
Coliforme et E. Coli	n/100ml
Streptocoques fécaux	n/100ml
Germes Totaux	1G/10ml
Clostridium sulfito-réducteurs	n/100ml
Salmonella	n/100ml
Staphylococcus aureus	n/100ml

2. Table de MC Grady du Nombre le plus probable (NPP) de streptocoque fécaux dans les cas du système de 3tubes par dilution (BRISOU et DENIS, 1980):

Nombre Caractéristique	Nombr e de microbes	Nombre caractéristique	Nombr e de microbes	Nombre Caractéristique	Nombr E de Microbes
0	0.0	201	1.4	302	6.5
1	0.3	202	2.0	310	4.5
10	0.3	210	1.5	311	7.5
11	0.6	211	2.0	312	11.5
20	0.6	212	3.0	313	16.0
100	0.4	220	2.0	320	9.5
101	0.7	221	3.0	321	15.0
102	1.1	222	3.5	322	20.0
110	0.7	223	4.0	323	30.0
111	1.1	230	3.0	330	25.0
120	1.1	231	3.5	331	45.0
121	1.5	232	4.0	332	110.0
130	1.6	300	2.5	333	140.0
200	0.9	301	4.0		

3. La table de Mac Grady NPP de coliforme totaux et fécaux Extrait de la norme NFT 90-400 :

Nombre des tubes donnant un résultat positif			Indice NPP
3 tubes de 10 ml	3 tubes de 1 ml	3 tubes de 0,1 ml	
0	0	1	3
0	1	0	3
1	0	0	4
1	0	1	7
1	1	0	7
1	1	1	11
1	2	0	11
2	0	0	9
2	0	1	14
2	1	0	15
2	1	1	20
2	2	0	21
2	2	1	28
3	0	0	29
3	0	1	39
3	0	2	64
3	1	0	43
3	1	1	75
3	1	2	120
3	2	0	93
3	2	1	190
3	2	2	210
3	3	0	240
3	3	1	260
3	3	2	1100
3	3	3	1400

Annexe III: Composition des milieux de culture bactériologique et réactifs :

1. Bouillonlactose au bromocrésol (B.C.P.L.) :

Formule Bouillon lactosé ou pourpre bromocrésol :

- ❖ Double concentration:
- Extrait de viande de bœuf 6g
- Peptone..... 10g
- Lactose 10g
- Pourpre de bromocrésol.....0.6g
- Eau distillé.....1000 ml
- pH: 6,7 Autoclavage : 20mn à 120°C

❖ Simple concentration:

- Extrait de viande de bœuf.....3 g
- Peptone.....5 g
- Lactose.....5 g
- Pourpre de bromocrésol.....0,3g
- Eau distillée.....1000ml
- pH: 6,7 Autoclavage : 20mn à 120°C

2. Milieu de SCHUBERT :

- Tryptophane.....0,2 g
- Acide glutamique.....0,2 g
- Sulfate de magnésium.....0,7 g
- Sulfate d'ammonium..... 0,4 g
- Citrate de sodium.....0, 5 g
- Chlorure de sodium.....2 g
- Tryptoneoxoid.....10 g
- Mannitol.....7,5g
- Eau distillée.....500 ml
- Tampon phosphate 500ml
- pH 7,6 Autoclavage : 115°C pendant 10 mn

NB: Les milieux «BPCL et Schubert» reçoivent d'une cloche de durham

3. Milieu de ROTHE :

Formule Bouillon glucosé à l'acide de sodium :

❖ A double concentration :

- Tryptone.....40 g
- Glucose.....10g
- Chlorure de sodium..... 10 g
- Phosphate bipotassique.....5, 4 g
- Phosphate mono potassique.....5,4 g

- Azide de sodium.....0,4 g
- Eau distillée.....1000 ml
- pH: 6,8-7 Autoclavage: 15 mn à 121°C
- ❖ A simple concentration :
- Tryptonée.....20 g
- Glucose.....5 g
- Chlorure de sodium.....5 g
- Phosphate bipotassique.....2,7 g
- Phosphate mono potassique.....2,7 g
- Azide de sodium.....0,2 g
- Eau distillée.....1000 ml
- pH: 6,8-7 Autoclavage : 15 mn à 121°C

4. Milieu Litsky (Eva Broth) :

Formule Bouillon glucosé à l'éthyle violet et à l'Acide de sodium :

- Tryptone:..... 20
- Glucose: 5
- Phosphate dipotassique:.....2,7
- Phosphate monopotassique:.....2,7
- Chlorure de sodium:..... 5
- Azide de sodium:.....0,4
- Ethyl violet: 0,00083
- pH:..... 7,4 ±0,2

Stérilisation à l'autoclave à 115°C pendant 20 minutes.

5. Milieu de gélose viande-foie (VF) :

- Base Viande - foie20 g
- Glucose..... 0,75 g
- Amidon..... 0,75 g
- Sodium Sulfite.....2 g
- Fercitevetammonical..... 0,5 g
- Sodium carbonate0,67 g
- Agar – agar..... 11 g

- Eau distillée1000 ml
- Autoclavage 15 min à 120°C

6. Milieu de culture PCA :

- Tryptone..... 5g
- Extrait de levure2,5 g
- Glucose..... 1g
- Agar12g
- pH = 7

7. Milieu de culture Oxytetracycline Glucose yeast Agar(OGA):

- Extrait de levure: 5
- Glucose 10
- Agar:..... 18
- pH:..... 6,5 ±0,2

8. Milieu bouillon Lactose Mannitolé Tamponné(BLMT):

- Tryptone:..... 5
- Extrait de viande: 1
- Mannitol:..... 10
- Phosphate di-sodique: 4
- Phosphate mono-sodique:..... 2,5
- pH:..... 7

9. Milieu Hectoen:

- Peptone pepsique de viande:..... 15
- Extrait de viande: 3
- Extrait de levure: 3
- Lactose:..... 12

10. Milieu de gélose Baird Parker :

- Digestion pancréatique de caséine..... 10.0g

- Extrait de viande.....5.0g
- Extrait de levure.....1.0g
- Pyruvate de sodium.....10.0g
- L-glycine.....12.0g
- Chlorure de lithium.....5.0g
- Agar.....20.0g
- pH7.2 ± 0.2

Annexe IV:Composition des milieux de culture physico-chymique et réactifs :

1. Milieu de LCK 339 Nitrate :

- pH3-10
- Temperature.....20-24°C
- K⁺ , Na⁺ , Cl⁻.....500 mg/L
- Ag⁺100mg/L
- Pb²⁺, Zn²⁺, Ni²⁺, Fe³⁺, Cd²⁺, Sn²⁺, Ca²⁺, Cu²⁺.....50mg/L
- Co²⁺, Fe²⁺10mg/L
- Cr⁶⁺5mg/L

2. Milieu de LCK 341 Nitrite :

- pH.....3-10
- Temperature.....15-25°C
- Cl⁻ , SO₄²⁻.....2000mg/L
- K⁺ , NO₃⁻.....1000mg/L
- NH₄⁺ , PO₄³⁻, Ca²⁺.....500mg/L
- Mg²⁺.....100mg/L
- Cr³⁺.....50mg/L
- Co²⁺, Zn²⁺, Cd²⁺, Mn²⁺, Hg²⁺.....25mg/L
- Ni²⁺.....12mg/L
- Ag⁺ , Fe²⁺.....10mg/L
- Sn⁴⁺, Fe³⁺5mg/L