



DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MER ET DE L'AQUACULTURE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

Belkihal Leila

Belkheir Nesrine

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN HYDROBIOLOGIE MARINE ET CONTINENTALE

Spécialité : Bio- Ressources Marines

THÈME

**Influence des facteurs environnementaux
sur le niveau de contamination
microbiologique des zones de production
des mollusques bivalves**

Soutenue le 15 /09/2022

DEVANT LE JURY

Président :	Mr BEKADA Djamel Eddine	MCA	U. Mostaganem
Encadreur :	M ^{me} BENMESSAOU D Nadjet	MAA	U. Mostaganem
Examineur :	M ^{me} AIT MOHAMED AMER Lilia	MCB	U. Mostaganem

Année universitaire 2021/2022

Remerciements

Avant tout, nous remercions Allah tout puissant qui nous a guidé tout au long de notre vie, qui nous a donné courage et patience pour passer tous les moments difficiles, qui nous a permis d'achever ce travail et de pouvoir le mettre entre vos mains aujourd'hui.

*Tout d'abord nos sincères remerciements et respects vont à notre Encadreur **M^{me} BENMESSAOUD Nadjat**. Nous la remercions de tout cœur pour sa patience et sa confiance qu'elle a toujours accordée durant notre travail. Nous la remercions également pour sa disponibilité sans faille, des précieux conseils et ses encouragements qui nous a aidé, de nous avoir assisté en mettant à notre disposition tous les moyens et les ressources nécessaires à la réalisation de ce travail.*

Nos sincères remerciements à tous les membres du jury :

***Mr BEKADA Djamel Eddine** d'avoir accepté avec honneur de présider ce jury et d'évaluer ce modeste travail.*

***M^{me} AIT MOHAMED AMER Lilia** d'avoir d'accepter de participer à ce jury et d'examiner ce travail.*

Nous tenons à remercier tous les enseignants de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie depuis la première année.

*Finalement, nos sincères gratitudes vont également au chef service **Mr Miloud** et **Mr Adjel** et tous les employés de la Direction de la Pêche et des Ressources Halieutiques,*

*Nous tenons à exprimer notre sincère remerciement aux employés du Laboratoire du Dr Bouziane particulièrement **Melle Sabria** et tous les employés du laboratoire d'hygiène de la wilaya du Mostaganem,*

*Nous ne pourrons terminer nos remerciements sans y associer les
employés de laboratoire de Microbiologie de la Faculté SNV,
Université de Mostaganem notamment **Mme Hafida** et **Mr Djilali***

Merci ...

Dédicace

Avant tout c'est grâce à Dieu que nous sommes arrivés là.

Je dédie ce présent mémoire à

*Tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à la réalisation de cette
modeste recherche à :*

*Mes chères parentes : Mon père Mohamed el Habib et ma Mère
Houria, et qui ont tout sacrifié pour moi, et qui m'ont guidé durant
les moments les plus pénibles de ce long chemin.*

*Ma mère qui a été à mes coté et ma soutenu durant toute ma vie.
Mon père qui a sacrifié toute sa vie a fin de me voir devenir ce que je
suis, merci mes parents.*

*Je ne saurais oublier mes sœurs Houria , Sabria et Hadjira
ainsi que mes frères Laaradj , Hamidou et au mon beau frère
Hamza*

*Et mes neveux Mohamed et Imran & ma jolie nièce Maria
Je dédie également ce travail à tous mes amis et tous mes camarades
de BRM2.*

*A ma binôme «Belkheir Nesrine» et à toutes sa famille, à qui je
souhaite beaucoup de bonheur et réussite dans sa vie.*

Lila

Dédicace

*Je tiens à exprimer ma profonde gratitude, avant tout
à Dieu le tout puissant qui m'a aidé et m'a donné
le courage pour mener à terme ce modeste travail.*

*Je dédie ce travail à mes plus chers êtres au monde :
À mon cher père Mohamed «Que Dieu, le tout puissant
l'accueille en son vaste paradis».*

*À ma chère mère Nabia pour son amour, sa tendresse et pour
son soutien.*

*À mes chères sœurs : feryel et ouidjdane
Et à toute ma famille.*

*Je dédie également ce travail à tous mes amis et tous mes camarades
de BRM2*

*À ma binôme «Belkihal Leila » et à toute sa famille, qui je souhaite
beaucoup de bonheur et réussite dans sa vie.*

Nesrine

Résumé

Le présent travail a été effectué en vue d'évaluer l'effet des fluctuations des paramètres physico-chimiques tels que la température, le pH, la conductivité et la salinité sur la distribution temporelle de différentes populations bactériennes viables dans l'eau et les moules de deux différents sites du littoral Mostaganémois : la ferme mytilicole de Stidia et la plage de Sidi Medjdoub.

Des analyses bactériologiques des eaux et des mollusques bivalves (*Mytilus galloprovincialis*) ont été effectuées, pendant une période de trois mois pour Stidia (Avril- Juin 2022) et de deux mois pour Sidi Medjdoub (Mai-Juin 2022). Ces dernières sont basées principalement sur la recherche des Germes Aérobie Mésophile Totaux, de bactéries indicatrices de pollution fécale (Coliformes totaux, fécaux, *E.coli* et Streptocoque fécaux), et de bactéries pathogènes strictes (Vibrios, *Salmonella*, Staphylocoques).

Les résultats des analyses bactériologiques de l'eau font apparaître une contamination fécale sporadique qui varie d'un mois à un autre et d'un site à un autre. Des coliformes totaux, fécaux, *E.coli*, et des Streptocoques fécaux ont été signalés à Sidi Medjdoub, et des coliformes totaux dans la ferme mytilicole de Stidia, et pour les deux sites, le nombre des bactéries enregistré dépasse les valeurs guides et cela pendant les deux mois de mai et de juin,

En ce qui concerne les moules, les résultats ont montré la présence d'*Aerococcus viridans* dans l'échantillon prélevé en mois de Juin dans le site de production de Stidia et une absence totale de tous les autres germes recherchés, alors qu'un nombre très élevé de germes fécaux a été révélé à Sidi Medjdoub durant toute la période d'étude avec une présence de bactéries pathogènes telles que : *Salmonella choleraesuis spp arizonae*, *Klebsiella oxytoca*, *Aerococcus viridans*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus capitis*, *vibrio. marinus*, et *Serratia fonticola*.

Ces charges bactériennes ont été assez importante en période la plus chaude de prélèvement en mois de Mai et de Juin, ce qui montre une corrélation de la distribution bactérienne avec la température de l'eau, Cependant, les résultats de cette étude restent sporadiques et non concluants quant aux effets des autres paramètres du milieu (pH, salinité et conductivité) sur la variation en charges bactériennes dans l'ensemble des sites prospectés.

Ces résultats révèlent l'effet anthropique des rejets continentaux et la remontée des bactéries autochtones en période estivale qui ont une influence considérable sur les moules au niveau du site de Sidi Medjdoub, et la salubrité des moules produites dans le site mytilicole de Stidia.

Mots clés: Ferme mytilicole, Stidia, Sidi Medjdoub, eau de mer, mollusque bivalves, *Mytilus galloprovincialis*, paramètres physico- chimiques, analyses bactériologiques.

Abstract

The present work was carried out in order to evaluate the effect of fluctuations in physico-chemical parameters such as temperature, pH, conductivity and salinity on the temporal distribution of different viable bacterial populations in water and mussels from two different sites on the Mostaganem coast: the mussel farm of Stidia and the beach of Sidi Medjdoub.

Bacteriological analyzes of water and bivalve molluscs (*Mytilus galloprovincialis*) were carried out over a period of three months for Stidia (April-June 2022) and two months for Sidi Medjdoub (May-June 2022). on the search for Total Mesophilic Aerobic Germs, faecal pollution indicator bacteria (coliforms total and faecal, faecal *E.coli* and *Streptococcus*), and strict pathogenic bacteria (*Vibrios*, *Salmonella*, *Staphylococci*).

The results of bacteriological analyzes of the water show sporadic faecal contamination which varies from one month to another and from one site to another. Total, faecal coliforms, *E.coli*, and faecal *Streptococci* have been reported in Sidi Medjdoub, and total coliforms in the Stidia mussel farm, and for both sites, the number of bacteria recorded exceeds the guide values and this during the two months of May and June,

With regard to mussels, the results showed the presence of *Aerococcus viridans* in the sample taken in June from the Stidia production site and a total absence of all the other germs sought, whereas a very high number of faecal germs was noted in Sidi Medjdoub throughout the study period with a revealed of pathogenic bacteria such as: *Salmonella choleraesuis spp arizonae*, *Klebsiella oxytoca*, *Aerococcusviridans*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus capitis*, *vibrio.marinus*, and *Serratia fonticola*.

These bacterial loads were quite high during the hottest sampling period in May and June, which shows a correlation of bacterial distribution with water temperature. However, the results of this study remain sporadic and inconclusive. as to the effects of other environmental parameters (pH, salinity and conductivity) on the variation in bacterial loads in all the sites surveyed.

These results reveal the anthropogenic effect of continental discharges and the rise of autochthonous bacteria in the summer period which have a considerable influence on the mussels at the Sidi Medjdoub site, and the healthiness of the mussels produced in the Stidia mussel site.

Keywords: Mussel farm, Stidia, Sidi Medjdoub, seawater, bivalve mollusc, *Mytilus galloprovincialis*, physico-chemical parameters, bacteriological analyses.

ملخص

تم تنفيذ العمل الحالي من أجل تقييم تأثير تقلبات بعض العوامل الفيزيائية والكيميائية مثل درجة الحرارة ودرجة الحموضة والمواصلية والملوحة على التوزيع الزمني للمجموعات البكتيرية المختلفة القابلة للحياة في الماء وبلح البحر في موقعين مختلفين على ساحل مستغانم: مزرعة بلح البحر في ستيديا وشاطئ سيدي مجدوب.

أجريت التحليلات البكتريولوجية للمياه وللرخويات ذات الصدفتين (*Mytilus galloprovincialis*)

على مدى ثلاثة أشهر (أبريل - يونيو 2022) في ستيديا و مدة شهرين (مايو - يونيو 2022) في سيدي مجدوب. تعتمد هذه التحليلات بشكل أساسي على البحث عن مجموع الجراثيم الهوائية ميسوفيليك ، البكتيريا مؤشر التلوث البرازي (القولونيات الكلية والبرازية ، الإشريكية القولونية البرازية والمكورات العقدية) ، والبكتيريا الممرضة الصارمة (الضمات ، السالمونيلا ، المكورات العنقودية).

أظهرت نتائج التحليلات البكتريولوجية للمياه تلوثاً متقطعاً بالبراز يختلف من شهر لآخر ومن موقع إلى آخر. تم الإبلاغ عن مجموع القولونيات البرازية ، الإشريكية القولونية ، والمكورات العقدية البرازية في سيدي مجدوب وفي مزرعة بلح البحر في ستيديا القولونيات الكلية، وفي كلا الموقعين، تجاوز عدد البكتيريا المسجلة القيم الإرشادية وذلك خلال شهري مايو ويونيو.

فيما يتعلق ببلح البحر ، أظهرت النتائج وجود *Aerococcus viridans* في العينة المأخوذة في يونيو في موقع إنتاج ستيديا

والغياب التام لجميع الجراثيم الأخرى المطلوبة ، بينما لوحظ عدد كبير جداً من الجراثيم البرازية في سيدي مجدوب طوال فترة الدراسة مع اكتشاف وجود البكتيريا المسببة للأمراض مثل:

Salmonella choleraesuis spp *arizonae* و *Klebsiella oxytoca* و *Aerococcus viridans* و *Staphylococcus epidermidis* و *Staphylococcus capitis* و *vibrio* *vibrio marinus*, *fonticola* *Serratia* .

كانت هذه الأحمال البكتيرية عالية جداً خلال فترة أخذ العينات الأكثر سخونة في شهري مايو ويونيو ، مما يدل على وجود ارتباط بين التوزيع البكتيري ودرجة حرارة الماء ، إلا أن نتائج هذه الدراسة لا تزال متفرقة وغير حاسمة فيما يتعلق بتأثيرات العوامل البيئية الأخرى (الأس الهيدروجيني ، الملوحة والتوصيلية) على التباين في الأحمال البكتيرية في جميع المواقع التي تم مسحها.

تكشف هذه النتائج عن التأثير البشري للتصريفات القارية وظهور البكتيريا الأصلية في فترة الصيف والتي لها تأثير كبير على بلح البحر في موقع سيدي مجدوب ، وصحة بلح البحر المنتج في موقع ستيديا

الكلمات المفتاحية: مزرعة بلح البحر ، ستيديا ، سيدي مجدوب ، مياه البحر ، الرخويات ذات الصدفتين ،

البارامترات الفيزيائية والكيميائية ، التحليلات البكتريولوجية *Mytilus galloprovincialis*.

Liste des tableaux

Tableau 1 :	La production totale au cours de la période 2006 - 2012 (en tonnes/an) de l'aquaculture en Algérie.	08
Tableau 2 :	Liste des espèces existant en Algérie pouvant faire l'objet d'élevage aquacole.	09
Tableau 3 :	La production totale au cours de l'année 2020 (en Kg /an) de l'aquaculture à Mostaganem.	10
Tableau 4 :	Les bactéries pathogènes transmises par les produits de la mer.	24
Tableau 5 :	Taux de filtration de certains mollusques bivalves.	27
Tableau 6 :	Valeurs limites des critères Microbiologiques et Physico-chimiques des eaux de baignade (JORA, 1993)	71
Tableau 7 :	Valeurs limites des critères Microbiologiques et Physico-chimiques de la qualité de l'eau de baignade de la mer méditerranée (Arrêté du 15/04/19, NOR : SSAP1901373A article 1er 1°, François de Dardel, 2011) .	71
Tableau 8 :	Valeurs limites des critères bactériologiques des Mollusques bivalves vivants (JORA, 2017)	72
Tableau 9 :	Valeurs limites des critères bactériologiques des Mollusques bivalves (MAPAQ, 2019)	72
Tableau 10:	Résultats de la mesure de la température de l'eau de mer des deux sites	74
Tableau 11:	Résultats de la mesure du pH de l'eau de mer des deux sites	75
Tableau 12:	Résultats de la mesure de la conductivité de l'eau de mer des deux sites.	76
Tableau 13:	Résultats de la mesure de la quantité du sel Na Cl dans l'eau de mer des deux sites	77
Tableau 14:	Résultats globaux des analyses microbiologiques des eaux de mer dans les deux Sites.	78
Tableau 15:	Résultats globaux des analyses microbiologiques des moules « <i>Mytilus galloprovincialis</i> » dans les deux Sites.	87

Liste des Figures

Figure 1 :	Production aquacole mondiale d'animaux aquatiques et d'algues 1990-2018.	04
Figure 2 :	Différents sites aquacoles en Algérie	06
Figure 3 :	Les différents systèmes de production aquacole	07
Figure 4 :	L'élevage sur les bouchots	13
Figure 5 :	l'élevage sur des tables	13
Figure 6 :	l'élevage filière	13
Figure 7 :	Production mondiale de mollusques	14
Figure 8 :	Production mondiale des principaux groupes de bivalves entre 2003 et 2012 (en millions de tonnes).	15
Figure 9 :	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	16
Figure 10 :	<i>Perna perna</i>	16
Figure 11 :	<i>Crassostrea gigas</i>	16
Figure 12 :	Le cycle de production de <i>Mytilus galloprovincialis</i>	18
Figure 13 :	Cycle de production des mollusques bivalves	18
Figure 14 :	Les stations littorales de la wilaya de Mostaganem	20
Figure 15 :	Les différents mollusques aquatiques	28
Figure 16 :	Anatomie des bivalves	29
Figure 17 :	<i>Mytilus Galloprovincialis</i>	30
Figure 18 :	Anatomie interne et externe de la moule <i>Mytilus galloprovincialis</i> (Lamarck, 1819)	32
Figure 19 :	La déférence externe entre la moule : (A) <i>Mytilus edulis</i> et (B) <i>Mytilus galloprovincialis</i>	33
Figure 20 :	Image satellitaire de la répartition géographique de l'espèce <i>Mytilus galloprovincialis</i> dans le monde	34

Figure 21 :	La moule <i>Mytilus galloprovincialis</i> à coquille ouverte pendant la nourriture	35
Figure 22 :	Cycle biologique des moules	36
Figure 23 :	Principaux pays producteurs de <i>Mytilus galloprovincialis</i>	37
Figure 24 :	Echantillonnage de l'eau de mer réalisé à Sidi Medjdoub.	39
Figure 25 :	Echantillonnage réalisé à Stidia.	39
Figure 26 :	La Ferme mytilicole du Stidia	40
Figure 27 :	Image satellitaire de site Stidia	41
Figure 28 :	Le site du ferme mytilicole.	41
Figure 29 :	La plage de Sidi Medjdoub	42
Figure 30 :	Image satellitaire de Sidi Medjdoub	43
Figure 31 :	La zone d'étude de Sidi Medjdoub	43
Figure 32 :	<i>Mytilus galloprovincialis</i> échantillonnée à Stidia (A) et à Sidi Medjdoub (B)	44
Figure 33 :	Analyses« <i>in situ</i> » de la température et du pH dans l'ensemble des sites	44
Figure 34 :	La mesure du pH « <i>in situ</i> » et « <i>ex situ</i> »	45
Figure 35 :	Le conductimètre	46
Figure 36 :	L'appareil de filtration sur membrane	48
Figure 37 :	Recherche et dénombrement de C. Totaux, Fécaux et Streptocoques Fécaux (Méthode de filtration)	51
Figure 38 :	Recherches des Salmonelles.	53
Figure 39 :	Dénombrement des Staphylocoques	55
Figure 40 :	Recherche des Vibrions	56
Figure 41 :	Recherche et dénombrement des Germes Aérobie Mésophiles Totaux	58
Figure 42 :	Recherche et dénombrement des Coliformes Totaux et Fécaux	60
Figure 43 :	Recherche des <i>StreptocoquesFécaux</i> .	62
Figure 44 :	Recherche des staphylocoques à coagulase +.	64

Figure 45 :	Le milieu Triple Sugar Iron	67
Figure 46 :	La galerie API 10 S	68
Figure 47 :	Identification biochimique par VITEK® 2	69
Figure 48 :	Les variations de la température « in situ » au niveau des deux sites	74
Figure 49 :	Les variations du pH « in situ » au niveau des deux sites.	75
Figure 50 :	Les variations de la conductivité au niveau des deux sites.	76
Figure 51 :	Les variations de la salinité au niveau des deux sites	77
Figure 52 :	La concentration des Coliformes totaux au niveau des deux sites (UFC/100ml).	79
Figure 53 :	Coliformes totaux sur gélose lactosée au TTC et Tergitol à 37°	79
Figure 54 :	La concentration des Coliformes Fécaux au niveau des deux sites(UFC/100ml).	80
Figure 55 :	Coliformes Fécaux sur gélose lactosée au TTC et Tergitol à 44°	80
Figure 56 :	Anneau rouge (tube positif) correspond à la présence d' <i>E. coli</i>	81
Figure 57 :	Décollement de la gélose TSI (tube positif)A/A correspond à la présence d' <i>E. coli</i> .	81
Figure 58 :	La concentration des Streptocoques fécaux au niveau des deux sites(UFC/100ml).	82
Figure 59	Les Streptocoques Fécaux sur gélose BEA	83
Figure 60 :	<i>Enterobacter aerogenes</i> sur milieu Hektoen	83
Figure 61 :	La concentration des GAMT au niveau des deux sites (UFC/ml).	84
Figure 62 :	Les GAMT à 22°C (A) et GAMT à 37°C (B) sur PCA	85
Figure 63 :	Résultats obtenus après isolement des Vibrions sur GNAB.	85
Figure 64 :	La concentration des Coliformes totaux et Fécaux des moules au niveau des deux sites (UFC/ml).	88

Figure 65 :	Coliformes totaux (A) et Coliformes Fécaux (B) sur VRBL	89
Figure 66 :	La concentration des Streptocoques fécaux dans les moules au niveau des deux sites (UFC/100ml).	89
Figure 67 :	Résultats obtenus après isolement des Salmonelles sur milieu SS .	90
Figure 68 :	Profil biochimique illustrant la présence du germe <i>Salmonella choleraesuis</i> spp <i>arizonae</i> .	91
Figure 69 :	<i>Klebsiell aoxytoca</i> sur milieu Hektoen	91
Figure 70 :	<i>Aerococcus viridans</i> sur milieu Chapman	92
Figure 71 :	<i>S.capitis</i> (A) et <i>S.epidermidis</i> (B) sur milieu de Chapman	93
Figure 72 :	Résultats obtenus après isolement des Vibrions sur GNAB.	94

Liste des abréviations

Abréviation	Définition
<i>M. galloprovincialis</i> :	<i>Mytilus galloprovincialis</i>
TSE :	Tryptone, Sel, Eau
TSI :	Triple Sugar Iron
DPR H :	direction de la pêche et des ressources halieutiques Wilaya de Mostaganem
NPP :	Nombre le plus probable
PCA :	Plat Count Agar
GAMT :	Germes Aérobie Mésophile Totaux
AFNOR :	Agence de Normalisation française
<i>E.coli</i> :	<i>Escherichia coli</i>
et al :	Et collaborateurs
Cm :	Centimètre
g:	Gramme
mm:	Millimètre
ml :	Millilitre
VBL :	Bouillon lactosé au vert brillant
°C :	Degré Celsius
GNAB :	Gélose nutritive alcaline bilée
SS :	<i>Salmonella Shigella</i>
SM :	Solution Mère
H₂S :	Sulfure d'hydrogène
S/C :	Simple concentration
D/C :	Double concentration
H₂ O₂ :	Eau Oxygéné
SFB :	Bouillon au Sélénite Acide Sodium
OMS :	Organisation mondiale de santé
PH :	Potentiel d'hydrogène
D/C :	Double concentration
T :	Température

h:	Heure
mn:	Minute
Fig :	Figure
Tab :	Tableau
Mg :	Milligramme
CT :	Coliformes totaux
CF :	Coliformes fécaux
SF :	Streptocoques
Staph :	Staphylocoque aeuse
EPA :	Eau peptonee alcaline
Roth :	Bouillon azide de sodium
FAO :	Food and Agriculture Organization of the United Nations
UFC :	Unité formant colonie
B.L.M.T :	bouillon lactose « mannitol » tamponne
EPA :	l'eau peptonée salée alcaline
UV :	ultraviolet
SL :	sallmonele
S :	Staphylococcus
G :	Germe
mS :	mégasiemens,
L :	Litre
A/A :	Acide/acide
TDS :	Total des solides dissous

Table des Matières

Introduction générale	01
Chapitre I : Partie 1 : Données générales sur l'aquaculture et la Conchyliculture	
I. Données générales sur l'aquaculture	03
I.1.Introduction	03
I.2.L'aquaculture dans le monde	04
I.3.L'aquaculture en Algérie	04
I.3.1. Activités d'aquaculture en Algérie	05
I.3.1.1. Historique	05
I.3.1.2. Systèmes d'élevage en Algérie	06
I.3.1.2.4.La conchyliculture	07
I.3.2. Production aquacole en Algérie	08
I.3.2.1. Les espèces cultivées en Algérie	08
I.3.2.2. Production aquacole à Mostaganem	09
I.3.3. Contraintes affectant le développement de l'aquaculture en Algérie (MPRH, 2005)	10
II. Conchyliculture	10
II.1.Histoire de la conchyliculture	11
II.1.1.Apparition des premiers coquillages	11
II.1.2.Une passion sous l'Antiquité	11
II.2. Types de conchyliculture	11
II.3. Mode d'élevage	12
II.4. Conditions d'élevage	13
II.5. Production mondiale de mollusques	14
II.6.Conchyliculture en Algérie	15
II.6.1.Production en Algérie	16
II.6.2.Type d'élevage en Algérie	17

III. Cycle de production des bivalves	17
IV. Les contraintes d'élevages	18

Partie 2 : Caractéristiques de la zone d'étude et la pollution marine

V. Présentation de la zone d'étude	19
V.1. Littoral algérien	19
V.1.1. Littoral de Mostaganem	19
VI. Pollution marine	20
VI.1. Pollution marine en Algérie	20
VI.2. Pollution côtière à Mostaganem	21
VI.2.1. Types de pollutions à Mostaganem	22
VI.2.1.1. Classification selon l'origine	22
VI.2.1.2. Classification selon le type	22
VIII. Contamination microbienne	23
VIII.1. Facteurs environnementaux qui affectent la survie des micro-organismes dans l'eau	24
VIII.2. Les risques liés à la contamination bactériologique des bivalves	25
VIII.2.1. Risques liés à la consommation des fruits de mer	27

Partie 3 : Biologie de l'espèce

I. Introduction	27
II. Les mollusques bivalves	28
II.1. Caractéristiques des bivalves	28
II.2. Présentation de l'espèce <i>Mytilus Galloprovincialis</i> (Lamarck, 1819)	29
II.2.1. Classification systématique	30
II.2.2. Biologie de l'espèce	30
II.2.2.1. Morphologie externe	30
II.2.2.1.1. La coquille	31
II.2.2.2. Anatomie	31

II.2.2.2.1. Les branchies	31
II.2.2.2.2. Le muscle	31
II.2.2.2.3. Le système digestif	31
II.2.2.2.4. Le manteau	31
II.2.2.2.5. Le pied et le byssus	32
II.2.2.2.6. Critères de différenciation entre <i>M.edulis</i> et <i>M.galloprovincialis</i>	33
II.3. Ecologie	33
II.3.1. Répartition géographique	34
II.4. Alimentation	34
II.5. Locomotion	35
II.6 Cycle biologique	35
II.6.1. Reproduction	36
II.7 Principaux pays producteurs	37

Chapitre 02 : Matériels et Méthodes

I. Introduction	38
II. Matériels et Méthodes	38
II. 1. Matériel	38
II.2. Méthodes	38
II.2.1. Échantillonnage	38
III. Présentation de la zone d'étude	40
III.1. Stidia	40
III.2. Sidi Medjdoub	42
IV. Choix et intérêt de l'espèce étudiée (<i>Mytilus galloprovincialis</i>)	43
V. Analyses physico-chimiques et bactériologiques de l'eau de Mer	44
V.1. Analyses physico-chimiques	44
V.1.1. La température et le potentiel d'hydrogène (pH)	44
V.1.2. Conductivité et la salinité	46

V.2. Analyses bactériologiques	47
V.2.1. Préparation des dilutions	47
V.2.2. Recherche et dénombrement des coliformes par filtration sur membrane	47
V.2.3. Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux par la filtration sur membrane.	49
V.2.4. Recherche des germes pathogènes	52
V.2.4.1. Recherche des Salmonelles	52
V.2.4.2. Recherche des <i>Staphylocoques</i> à coagulase +	54
V.2.4.3. Recherche des Vibrions	55
V.2.5. Recherche et dénombrement des Germes Aérobie Mésophile Totaux « GAMT »	57
VI. Analyses bactériologiques de la moule <i>Mytilus galloprovincialis</i> (Lamarck, 1819)	58
VI.1. Préparation de la solution mère et les dilutions décimales	58
VI.2. Recherche et dénombrement des Coliformes Totaux et Fécaux	59
VI.3. Recherche des streptocoques Fécaux	60
VI.4. Recherche des salmonelles	62
VI.5. Recherche des Staphylocoques à coagulase +	63
VI.6. Recherche des Vibrions	65
VII. Identification des bactéries isolées	65
VII.1. Examen macroscopique des caractères culturels	65
VII.2. Examen microscopique après coloration de Gram	65
VII.3. Examen lié aux caractères biochimiques	66
VIII. Dénombrement et mode de calcul	69
VIII.1. Dénombrement après filtration sur membrane	69
VIII.2. Technique de numération en surface de la gélose	70
VIII.3. Dénombrement à essais multiples « technique du nombre le plus probable NPP »	70
IX. Expression des résultats	71

Chapitre 03 : Résultats et discussion

I. Résultats des paramètres physico-chimiques	74
--	-----------

I.1. Température	74
I.2. Potentiel hydrogène (pH)	75
I.3. Conductivité	76
I.4. Salinité	76
II. Résultats des analyses microbiologiques	77
A)-Eau de Mer	77
1. Résultats des Coliformes totaux	79
2. Résultats des Coliformes fécaux	80
3. Résultats d' <i>E. Coli</i>	81
4. Résultats des Streptocoques fécaux (groupe D)	82
5. Résultats des Salmonelles	83
6. Résultats des Staphylocoques	84
7. Résultats des Germes Aérobie Mésophile	84
8. Résultats des vibrions	85
B) -Les moules	86
1. Résultats des coliformes totaux et fécaux	88
2. Résultats des streptocoques fécaux	89
3. Résultats des Salmonelles	90
4. Résultats des staphylocoques à coagulase +	91
5. Résultats des Vibrions	93
2. Discussion	94
Conclusion générale et perspectives	100
Références bibliographiques	
Annexes	

Introduction

Générale

L'aquaculture dans le monde, particulièrement dans les pays développés et qui sont dominés par l'Asie, est en progrès constant à cause de son importance sur le secteur socio-économique. L'aquaculture permet d'augmenter le stock des produits de la mer et d'améliorer la sécurité alimentaire et les moyens de subsistance des plus déshérités.

L'Algérie mise sur le développement de l'aquaculture au cours de ces dernières années pour répondre aux besoins de la demande nationale. Précisément au domaine de la conchyliculture, elle est actuellement commencée par la production des moules méditerranéennes (*Mytilus galloprovincialis*) et d'huitres creuses (*Crassostrea gigas*) (FAO, 2022). Mais, en Méditerranée, la mytiliculture est depuis la dernière décennie, sous l'influence néfaste de pression anthropique côtière de plus en plus grandissante (Charmasson *et al.*, 1999; Dellali *et al.*, 2001 ;Babarro et Zwaan, 2002; Cavallo et Stabili, 2002).

Le milieu marin méditerranéen est particulièrement exposé aux plusieurs types de pollution telle que la pollution physique se traduisant en une altération de la transparence de l'eau (présence de matières en suspension), la pollution chimique due à la présence de substances chimiques indésirables (détergents) ou toxiques (métaux) et la pollution biologique qui résulte de la présence de bactéries et de virus pouvant affecter la santé humaine (Rimini, 2005 ; Rebetafika *et al.*, 2006). Et pour les mers fermées, les menaces sont inversement proportionnelles à leur dimension, leurs surfaces et leurs volumes sont limités et les brassages par les courants y sont faibles (Arrignon, 1991 ; Lacaze et Ramade, 1993). Ces pollutions peuvent être aussi dues au transport maritime (30% du trafic maritime mondial) et les activités domestiques avec des rejets en mer estimés à 6.10^5 tonnes chaque année (Gallini, 2008).

Le littoral Mostaganémois connaît au même titre que le reste du littoral Algérien les mêmes problèmes environnementaux ; Plusieurs effets, directs comme les risques des différents types de pollutions d'origine naturelle ou anthropique et indirects comme le changement climatique influent sur la dégradation de la qualité microbiologique de l'eau. Le changement climatique se manifeste par un réchauffement global et donc une augmentation de la température des eaux de surface (cours d'eaux, lacs, mers) (Kerdoussi, 2010). Or une augmentation de la température de l'eau, modifie les conditions de vie des microorganismes qui y vivent. En particulier, une augmentation de quelques degrés peut favoriser la prolifération d'amibes, de bactéries (comme *Vibrio*), d'algues et de phytoplancton toxique. La qualité des eaux de baignades se trouve ainsi altérée, de même que la salubrité des produits de la mer (Kerdoussi, 2010).

Beaucoup d'organismes marins accumulent les contaminants à de très fortes concentrations dans leurs tissus. Parmi ces organismes, on mentionne les mollusques bivalves qui s'adaptent à la filtration (de 100 à 650 l/heure /Kg d'animal vivant), pour en tirer les éléments nécessaires à leur survie (plancton) (**Brissou et Denis, 1980**). Et en raison de leur capacité de filtration et d'accumulation importante des particules et de polluants du milieu, les moules ont été retenues comme bio-indicateur de la contamination par excellence (**Jorgensen, 1960**). Il a été souvent mentionné que ce sont les charges bactériennes notamment allochtones induites par les apports anthropiques qui présentent un risque menaçant aussi bien pour la santé humaine que celle des organismes sédentaires, notamment les bivalves (**Chinaet al., 2003; Gourmelon et al., 2006**). Ces mollusques bivalves sont utilisés dans la plupart des programmes de biosurveillance dans le monde. La consommation des bivalves contaminés, expose le consommateur à un risque de toxi-infection : Fièvre typhoïde, Salmonellose, Shigellose, Campylobactériose, Choléra, Gastro-entérite virale et Hépatite A (**Smith De Waal et al., 2001**).

L'objectif de ce travail, est d'étudier l'effet des fluctuations des paramètres abiotiques notamment, la température, le pH, la conductivité et la salinité, sur la distribution des différentes populations bactériennes viables dans les moules « *Mytilus galloprovincialis* » et leur environnement. Deux sites d'étude ont été choisis : Une ferme mytilicole de Stidia (pour les moules d'élevage) et le site de Sidi Medjdoub (moules sauvages), et d'établir d'éventuelles relations entre les fluctuations des charges bactériennes et les paramètres abiotiques du milieu, ce qui permettra d'appréhender la période critique de nuisance sur la moule *Mytilus galloprovincialis*.

Notre travail est composé de trois chapitres :

- Le premier chapitre est une revue bibliographique divisée en trois parties : généralités sur l'aquaculture et la conchyliculture, caractéristiques de la zone d'étude, et la biologie de l'espèce ;
- Le deuxième chapitre sur le matériel et les méthodes menés au cours de cette étude ;
- Le troisième chapitre est consacré aux résultats obtenus et leur discussion.

Et à la fin une conclusion générale et perspectives, références bibliographiques et annexes.

Chapitre 01

Synthèse

bibliographique

Partie 1 : Données générales sur l'aquaculture et la Conchyliculture

I. Données générales sur l'aquaculture

I.1.Introduction

L'aquaculture appelée aussi aquiculture regroupe un ensemble de techniques aquatiques et activités aquacoles, pour la mise en valeur et l'exploitation des richesses naturelles d'origine animale ou végétale des eaux continentales douces ou des eaux océaniques marines (**Barnabe, 1989**). Comme l'agriculture est l'art de cultiver les champs, l'aquaculture peut se définir comme l'art de cultiver les eaux (**Billard et al ., 1987**).

L'aquaculture s'intéresse surtout à quatre grandes catégories de production : les algues, les mollusques, les crustacés, et les poissons (**Barnabe, 1991**). L'aquaculture est d'un grand intérêt en termes d'occupation et d'utilisation de l'espace, de stabilisation et de prospérité de la population, et de meilleure utilisation de ressources renouvelables. C'est pourquoi, il est primordial d'intégrer l'aquaculture parmi les activités importantes et légitimes des stratégies de développement, planification et gestion du littoral (**PAP/CAR, 1996**).

I.2.L'aquaculture dans le monde

L'aquaculture a connu une croissance spectaculaire au cours des dernières décennies, avec une moyenne de 8 % par an depuis les années 1990. Elle est aujourd'hui sur le point de dépasser la pêche pour devenir la principale source d'aliments d'origine aquatique destinés à la consommation humaine ; elle contribue ainsi de manière significative à la sécurité alimentaire et nutritionnelle mondiale (**Oliver et al., 2021**). Entre 1961 et 2017, le taux de croissance annuel moyen de la consommation totale de poisson alimentaire était de 3,1 pour cent, dépassant celui de la population (1,6 pour cent). Par habitant, la consommation de poisson alimentaire est passée de 9,0 kg (équivalent poids vif) en 1961 à 20,3 kg en 2017 (**FAO, 2020**) ; La production mondiale de la pêche de capture en 2018 atteint un niveau record de 96,4 millions de tonnes, soit une augmentation de 5,4 pour cent par rapport à la moyenne des trois années précédentes (Fig.1). Cette progression est principalement due à la pêche de capture marine, dont la production est passée à 84,4 millions de tonnes en 2018. Les sept premiers pays producteurs de la pêche mondiale de capture (Chine, l'Indonésie, Pérou, Inde, Fédération de Russie, États-Unis d'Amérique et Viet Nam) représentaient près de 50 pour cent des captures totales (**FAO, 2020**).

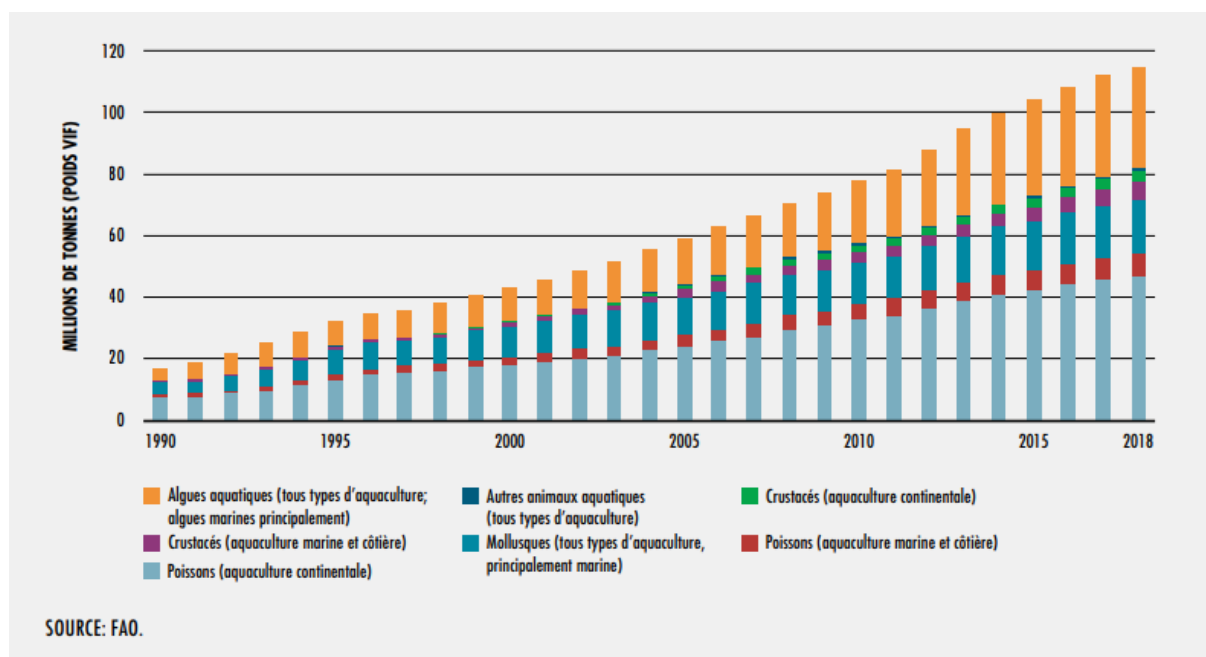


Figure 01 : Production aquacole mondiale d'animaux aquatiques et d'algues 1990-2018 (FAO, 2020).

La pandémie de COVID-19 a touché la plupart des pays du monde, avec de graves répercussions sur l'économie mondiale et le secteur de la production et de la distribution alimentaires, y compris la pêche et l'aquaculture. La FAO surveille de près la situation pour évaluer l'impact global de la pandémie sur la production, la consommation et le commerce des pêches et de l'aquaculture (FAO, 2020).

I.3. L'aquaculture en Algérie

L'aquaculture marine, activité nouvelle en Algérie, dotée d'un potentiel de croissance et de bénéfices économiques. Il connaît actuellement un grand essor en matière de production. Depuis la création du Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques en 2000, plusieurs plans et programmes de développement ont été élaborés permettant ainsi le démarrage de plusieurs projets privés d'aquaculture dans différentes filières d'activités (FAO, 2022).

L'Algérie se distingue parmi les pays Méditerranéens par sa très faible production : 476 tonnes en 2002. Il est important de signaler que l'Algérie demeure l'un des rares pays en Méditerranée à disposer de ressources halieutiques à très haute valeur marchande très prisées par les consommateurs étrangers (Karali et Echikh, 2004).

La production aquacole actuelle est issue de :

- La pisciculture marine en bassin et en cages flottantes pratiquée par des opérateurs privés.

- La conchyliculture pratiquée par des opérateurs privés produit quelques dizaines de tonnes de moules méditerranéennes et d'huîtres creuses.

La production aquacole annuelle a régulièrement augmenté depuis 2004 (641 tonnes), jusqu'en 2012 où elle a dépassé les 2 600 tonnes toute filière confondue.

Un Programme National de Développement de l'Aquaculture (2015-2019) est actuellement mis en œuvre (FAO, 2020).

I.3.1. Activités d'aquaculture en Algérie

L'aquaculture est d'une grande importance en Algérie comme dans le monde, elle occupe une place primordiale, sans équivalence et cela grâce à sa variété et à la masse de ses productions et par l'ampleur qu'elle a pu acquérir, allant jusqu'à créer de véritables paysages qui lui soient propre, ceci se fonde sur la mise en place de véritables systèmes ayant pour finalité d'aboutir au meilleur coefficient possible de valorisation du potentiel national de l'archipel au profit du maximum de producteurs et de consommateurs (Belmecheri et Benhadj Amar, 2020).

Les conditions géographiques et climatiques favorables et un potentiel de production important et diversifié allant du littoral aux zones sahariennes, encouragent de se lancer dans la réalisation de plusieurs filières aquacoles notamment (Kara *et al.*, 2016).

I.3.1.1. Historique

En raison de son étendue, l'Algérie a fait l'objet de plusieurs actions de planification aquacole, les premiers documents remontant dès avant le XIX^{ème} siècle (Chalabi, 2007). Différentes opérations ont marquées l'histoire de l'aquaculture algérienne ; Selon le biologiste français « Novella » les premiers essais furent en 1880 au niveau de l'embouchure d'Arzew (FAO, 2022).

La production aquacole algérienne est désormais en phase de décollage. Depuis 1920, elle capitalise sur une expérience en quatre temps (FAO, 2022) :

- Essais d'élevage de poissons d'eau douce et de crevettes.
- Conchyliculture expérimentale, parallèlement au développement de la pêche lagunaire saumâtre et douce.
- Développement du repeuplement dans les retenues, pour développer la pêche continentale commerciale.

- Création du ministère de la pêche et des ressources halieutiques et l'intervention du secteur privé pour créer des entreprises aquacoles.

En 1921, Création de la station d'aquaculture et de pêche de Bousmail avec pour objectif de déterminer les meilleurs sites pour la conchyliculture et la pisciculture (FAO, 2022).

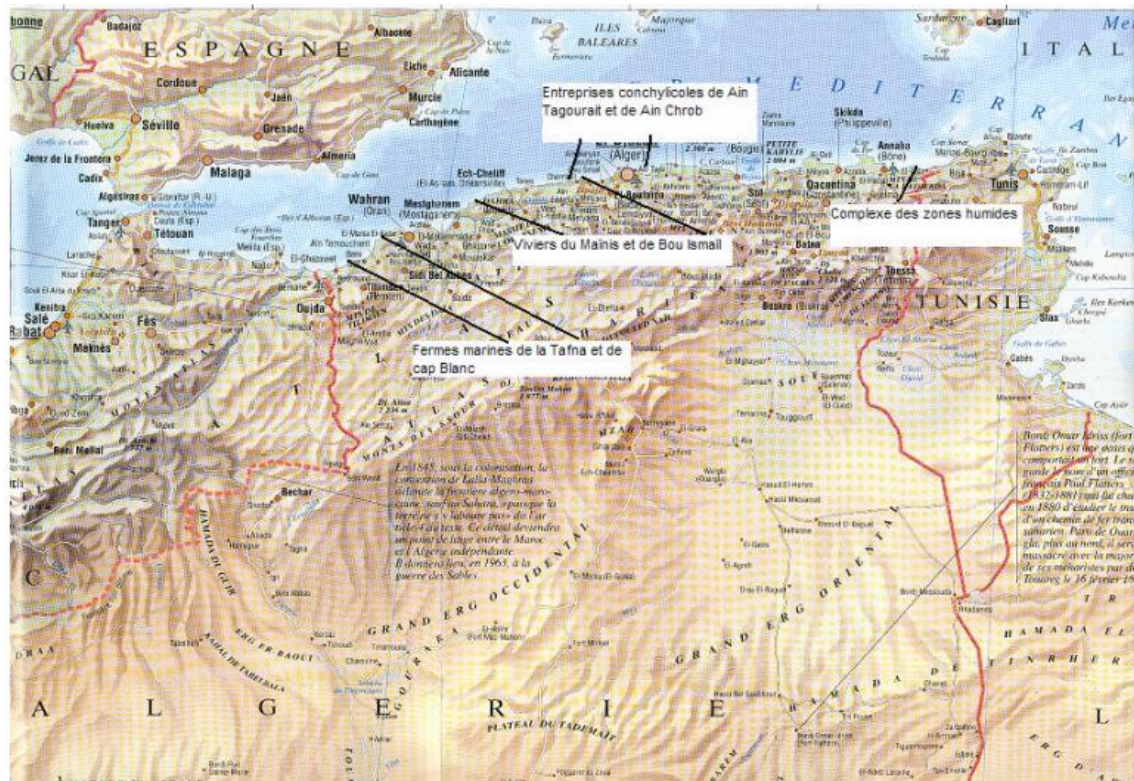


Figure02 : Différents sites aquacoles en Algérie (Belmecheri et Benhadj Amar,2020).

1.3.1.2. Systèmes d'élevage en Algérie

Il existe différents systèmes d'élevages en Algérie et cela selon les espèces envisageables (Karali et Echikh, 2004):

1.3.1.2.1. Les espèces pouvant être élevées en mode extensif :

- En eau douce : Carpe, tilapia, mulot, sandre, black-bass.
- En eau saumâtre : Mulet, bar, sole, daurade.

1.3.1.2.2 Les espèces pouvant être élevées en mode semi-intensif à intensif en cages flottantes par des opérateurs privés :

- En eau douce : Carpe
- En eau de mer : Bar, daurade

I.3.1.2.3 L'élevage intensif en bassins construits en dures :

- Loup, daurade, turbot.

I.3.1.2.4. La conchyliculture

- En filière pratiquée par des opérateurs privés produisant quelques dizaines de tonnes de moules méditerranéennes, d'huîtres creuses et palourde.

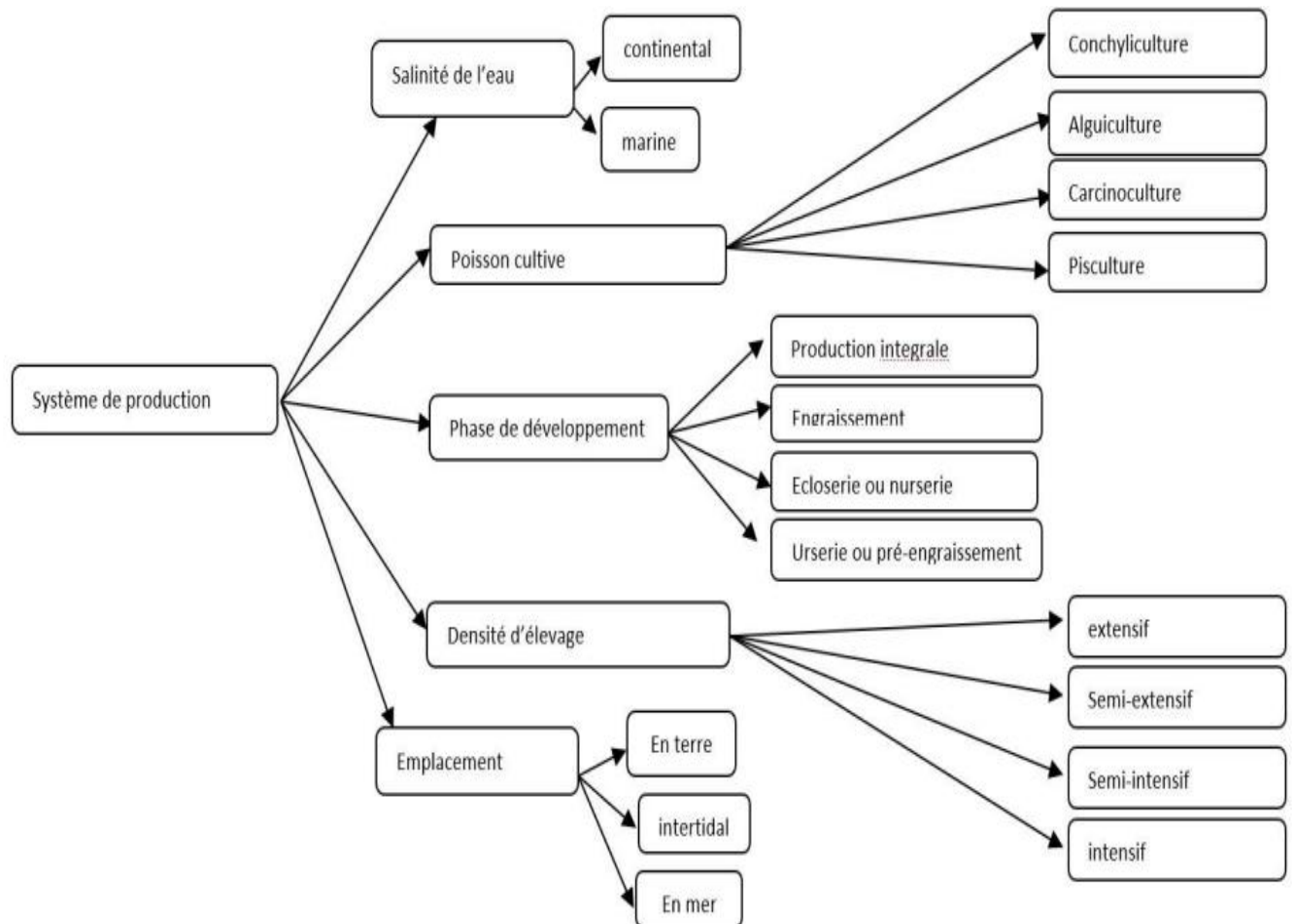


Figure 03 : Les différents systèmes de production aquacole (Ministère de l'Environnement et du Milieu Rural et Marin **MARM, 2011**).

I.3.2. Production aquacole en Algérie

- **Tableau 01** : La production totale au cours de la période 2006 - 2012 (en tonnes/an) de l'aquaculture en Algérie (d'après les statistiques de la FAO et MPRH, 2014).

Années/Types d'aquaculture	Aquaculture d'eau douce	Aquaculture d'eau de mer	Pêche Continentale	Pêche lagunaire	Total
2006	33 348	15 650	174 801	64 5	288
2007	18 210	44 385	316 652	25 78	405
2008	283 220	4 958	2 392 993	98 73	2780
2009	267 675	46 340	1 706 601	1 420 125	2163
2010	219 548	119 183	1 344 390	75 621	1759
2011	27 661	199 649	1 987 565	31 459	2246
2012	14 007	366 583	2 258 433	90 17	2648

À cet effet, le programme national de développement de l'aquaculture prévoit la production de 100 000 tonnes et la création de près de 10 000 emplois directs répartis comme suit:

- Aquaculture marine et Conchyliculture: production de 80 000 tonnes et 7400 emplois créés.
- Aquaculture continentale: production 20 000 tonnes et 2252 emplois créés (FAO, 2022).

I.3.2.1. Les espèces cultivées en Algérie

Le tableau ci-dessous présente les différentes espèces existantes en Algérie et qui peuvent être élevées en aquaculture.

- **Tableau 02** : Liste des espèces existant en Algérie pouvant faire l'objet d'élevage aquacole (Karali et Echikh ,2004).

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Nature du milieu	Régime alimentaire	Origine
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpe commune	Eau douce	Omnivore	Chine
<i>C.c.Var specularis</i>	Carpe royale	Eau douce	Omnivore	Chine
<i>Ctenopharyngodon idella</i>	Carpe herbivore	Eau douce	Herbivore	Chine
<i>Barbus barbus</i>	Barbeau	Eau douce	Omnivore	Autochtone
<i>Anguilla anguilla</i>	Anguille	Eau saumâtre	Carnivore	Autochtone
<i>Mugil cephalus</i>	Mulet	Eau saumâtre	Herbivore	Autochtone
<i>Tilapia nilotica</i>	Tilapia	Eau douce	Microphage	Nil (Egypte)
<i>Micropterus salmoides</i>	Black bass	Eau douce	Carnivore	Allochtone
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Loup	Eau de mer	Carnivore	Autochtone
<i>Salmon gardneiri</i>	Truite	Eau douce	Carnivore	Autochtone
<i>Alburnus alburnus</i>	Ablette	Eau douce	—	Allochtone
<i>Exos lucius</i>	Brochet	Eau douce	Carnivore	autochtone
<i>Lucioperca lucioperca</i>	Sandre	Eau douce	Carnivore	Hongrie
<i>Pagrus aurita</i>	Dorade	Eau de mer	Carnivore	Autochtone
<i>Leuciscus rutilus</i>	Gardon	Eau douce	Carnivore	Autochtone
<i>Tinca tinca</i>	Tanche	Eau douce	Carnivore	Autochtone
<i>Solea solea</i>	Sole	Eau de mer	Carnivore	Autochtone
<i>Leuciscus cephalus</i>	Chevaine	Eau douce	Omnivore	Allochtone
<i>Siluris glanis</i>	Poisson chat	Eau douce	Carnassier	Europe
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	Moule méditerranéenne	Eau de mer	Phytoplanktonophage et suspensivore	Autochtone
<i>Ostrea edulis</i>	Huître plate	Eau de mer	suspensivore	Autochtone
<i>Crassostrea gigas</i>	Huître creuse	Eau de mer	suspensivore	Autochtone
<i>Venerupis aurea</i>	Palourde jaune	Eau de mer	Phytoplanktonophage à suspensivore	Autochtone

I.3.2.2. Production aquacole à Mostaganem

Dans la wilaya de Mostaganem, le secteur de la pêche et de l'aquaculture a connu un saut qualitatif. Cela est dû aux potentialités non négligeables dont dispose la wilaya et qui contribuent à la création de richesse au vu de son emplacement stratégique et la longueur de sa côte qui est évaluée à 124,5 km (DPRH Mostaganem, 2020).

Deux zones d'activité aquacole sont en cours d'aménagement pour accueillir les investisseurs

- Zone à Stidia d'une superficie de 2 Ha et 22 Ares, pour l'élevage dans les cages flottantes et conchyliculture, 11 parcelles selon l'étude d'aménagement, l'arrêté d'affectation par M le wali

N° 2134 délivré en date du 28/09/2014, l'étude d'aménagement est achevée à 100%, en attendant le déblocage de gel pour la réalisation (DPRH Mostaganem, 2020).

- Zone à Sidi Lakhdar à l'intérieur du port de pêche avec une superficie de 2520 m², l'étude d'aménagement est achevée à 100%, en attendant le déblocage de gel pour la réalisation. Trois (03) nouvelles ZAA identifiées par la commission de la wilaya des choix des sites au niveau de la commune de Sidi Lakhdar (DPRH Mostaganem, 2020).

➤ **Tableau 03:** La production totale au cours de l'année 2020 (en Kg /an) de l'aquaculture à Mostaganem (d'après DPRH Mostaganem, 2020)

Poissons	La moule
Daurade : 63 111 Kg Loup de mer : 1685 Kg	Les moules « <i>Mytilus galloprovincialis</i> » : 2366 Kg
Nombre des cages installés en mer : 29	Nombre des filières de la moules installées : 06

I.3.3. Contraintes affectant le développement de l'aquaculture en Algérie (MPRH, 2005)

- Absence d'une politique globale à long terme.
- Absence d'une politique de recherche scientifique.
- Absence de comité d'intérêt public intra-sectoriel et interministériel.
- Absence de concertation et de dialogue entre organismes publiques chargés du développement de l'aquaculture et les promoteurs ainsi que de l'accompagnement sur terrain de leurs projets.
- Absence de représentants de l'activité au niveau des wilayat à potentialités aquacoles.
- Absence d'encadrement financier.
- Absence de structure de vulgarisation et de démonstration.

II. Conchyliculture

Le terme de conchyliculture est récent et date du milieu du XXème siècle. C'est une aquaculture essentiellement marine, concerne principalement l'élevage des groupes des différents coquillages : huître creuse, moule, et dans une moindre mesure, huître plate, palourde et coquillage (Ifremer, 2012). C'est également une activité traditionnelle et vivrière, principalement développée en Asie.

Ils ont été élevés : des Mytilidés (moules), des Ostréidés (huîtres), des Vénéridés (palourdes...) et des Pectinées (pétoncles) (FAO, 2007).

Depuis quelques années, une conchyliculture d'eau douce apparaît en Chine avec la culture, de cygne (*Anodonta cygnea*), d'escargot d'eau douce (*Cipangopaludina chinensis*) et de clam d'Asie (*Corbicula fluminea*) ; la production en 2010 pour ces espèces était de 278 000 tonnes (Ifremer, 2012). Et une d'autre activité conchylicole se développe, non pour obtenir des aliments mais de sous-produit; c'est le cas des huîtres perlières et la culture de coquillages décoratifs qui vivants décoreront des aquariums (Ifremer, 2012).

II.1. Histoire de la conchyliculture

II.1.1. Apparition des premiers coquillages

La mytiliculture connaît ses balbutiements au XIII^e siècle ; Selon les historiens, l'apparition des premiers coquillages, en l'occurrence les coquilles Saint-Jacques sont apparues il y a 240 millions d'années. Les ancêtres des oursins, des huîtres et des bigorneaux font leur introduction il y a 180 millions d'années (CNC, 2022).

II.1.2. Une passion sous l'Antiquité

Durant l'Antiquité, on fit honneur aux coquillages : des amoncellements de coquilles d'huîtres et de moules sont retrouvés autour des habitations des zones côtières (CNC, 2022).

Dans les banquets romains des riches familles, l'huître avait aussi sa place, ils ont retrouvé de nombreuses coquilles d'huîtres à côté de villas, témoins de cette passion. Ils la mettent systématiquement au menu des banquets importants c'est d'ailleurs Sergius Orata qui inventa ce premier système. Les premiers parcs à huîtres sont construits au XIX^e siècle (CNC, 2022). Hormis ces premiers essais d'élevage d'huîtres par les Romains, les coquillages seront uniquement pêchés à pied ou dragués par bateaux, jusqu'aux premières cultures de moules sur bouchots, au début du XIII^e siècle et la naissance de l'ostréiculture moderne au cours de la deuxième moitié du XIX^e siècle (CNC, 2022).

II.2. Types de conchyliculture

La conchyliculture concerne les activités suivantes (France Naissain, 2013) :

- L'ostréiculture ; l'élevage des huîtres ;
- La mytiliculture soit l'élevage des moules ;
- La cérastoculture qui correspond à l'élevage des coques ;

- La vénériculture est l'élevage des palourdes ;
- La pectiniculture soit l'élevage des coquilles Saint-Jacques et autres pectinidés ;
- Et enfin, l'halioticulture qui représente la culture des ormeaux.

II.3. Mode d'élevage

En conchyliculture, la méthode d'élevage varie selon les régions, les traditions et le profil de l'estran (portion de côte découverte par les marées) (**MASA, 2017**). L'approvisionnement en huître et les moules sont majoritairement récoltés dans le milieu naturel par la voie du captage, qui permet de recueillir les larves issues de la reproduction des moules et d'huîtres adultes dans le milieu naturel. Souvent sur cordes de coco, sur la côte atlantique et en Méditerranée (**Ifremer, 2011**) ; Les techniques d'élevage sont variées :

a) - Sur le sol

- L'élevage à plat, sur zone intertidale ou en eau profonde, méthode peu fréquente en France (à partir de petites moules de pêche ou d'importation), mais très pratiquée aux Pays-Bas et en Allemagne.
- L'élevage sur bouchots (des poteaux verticaux en bois ou en plastique), pratiquée en Normandie, Bretagne et Poitou-Charentes (**Ifremer, 2011**) (Fig.04).

b) - En pleine eau, sur cordes

- Technique des tables d'élevage ; c'est la suspension sous des tables, pratiquée dans les lagunes de Méditerranée et l'étang de Thau (Fig.05).
- Sur filières adaptées aux conditions des zones de production (Fig.06) :
 - Filière de surface en Bretagne ;
 - Filière sub-flottante en Poitou-Charentes.
 - Filière de sub-surface en Méditerranée (**Ifremer ,2011**).



Figure04 : L'élevage sur les bouchots
(source : www.aquaportail.com)



Figure 05: l'élevage sur des tables (Soula, 2019, étang de Thau ostréiculture).



Figure06 : L'élevage sur filière (Alfa Fisch, 2019).

II.4. Conditions d'élevage

Avoir un plan adapté d'outil de production est fondamental pour l'élevage et sa durabilité.

a) - Pour les filières en mer, il est important de :

- S'assurer que le dessin et la réalisation de la zone d'ancrage et des filières sont adaptés aux conditions du site.
- Contrôler que tous les équipements utilisés sur le site sont étudiés, construits, installés et maintenus en bonnes conditions pour les caractéristiques du site de production.

- Avoir un contrôle journalier, mensuel et annuel de toutes les structures en mer et tenir un registre des comptes rendus d'inspection et des actions de maintenance réalisées.
- Contrôler les structures de production après tout épisode de mauvais temps (vent, forte pluie, tempête), et en particulier les éléments d'ancrage et de flottaison des filières (**Belmecheri et Benhadj Amar, 2020**).

b) - Pour les infrastructures à terre de la ferme, il est important de :

- S'assurer que tous les équipements utilisés sur la ferme sont totalement adaptés au procédé de production.
- Ouvrir un registre de contrôle pour les mouvements des équipements et du personnel dans et entre les structures de production. (**Belmecheri et Benhadj Amar, 2020**).

II.5. Production mondiale de mollusques

La production et la consommation mondiale de mollusques bivalves ont significativement augmenté au cours des dernières années pour passer d'un total d'environ 10,7 millions de tonnes en 1999, d'origine tant sauvage qu'aquacole, à 14 millions de tonnes en 2006 (**FAO, 2009**). La culture des mollusques bivalves est une composante majeure de l'aquaculture mondiale. Elle est en expansion croissante et représentait environ 20 % de la production du secteur aquacole en 2000, avec 14 millions de tonnes (**Helm et al., 2006**).

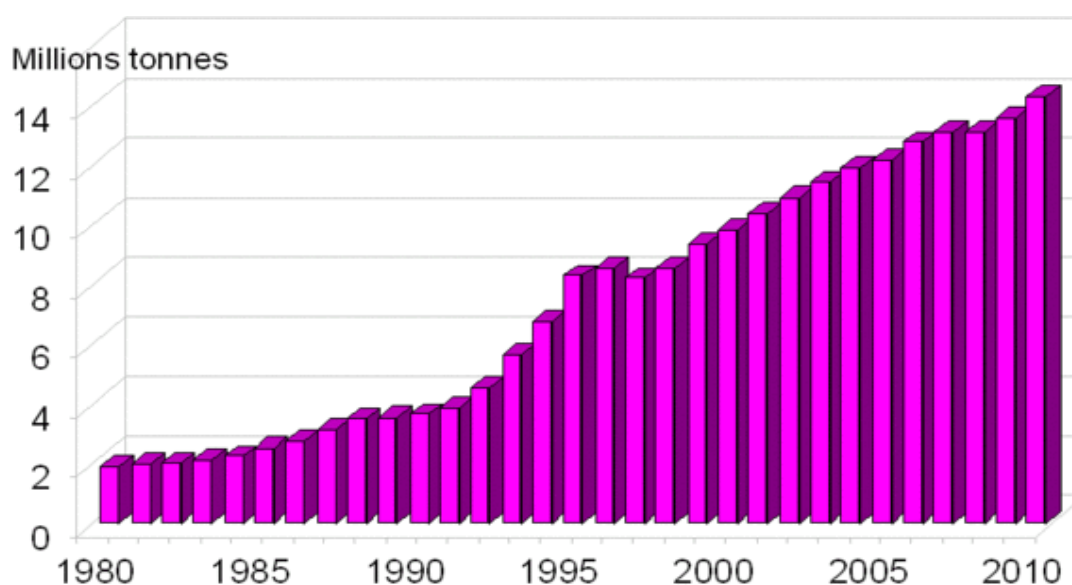


Figure 07: Production mondiale de mollusques (**Ifremer, 2006**).

En 2010, la conchyliculture mondiale produit 14.2 millions de tonnes pour un chiffre d'affaire de 14,4 milliards d'US \$. La conchyliculture est essentiellement asiatique, mais est présente sur les autres continents à l'exception de l'Afrique (pour des productions significatives). La France est le premier producteur d'huîtres en Europe et le troisième de moules après l'Espagne et l'Italie (FAO, 2012).

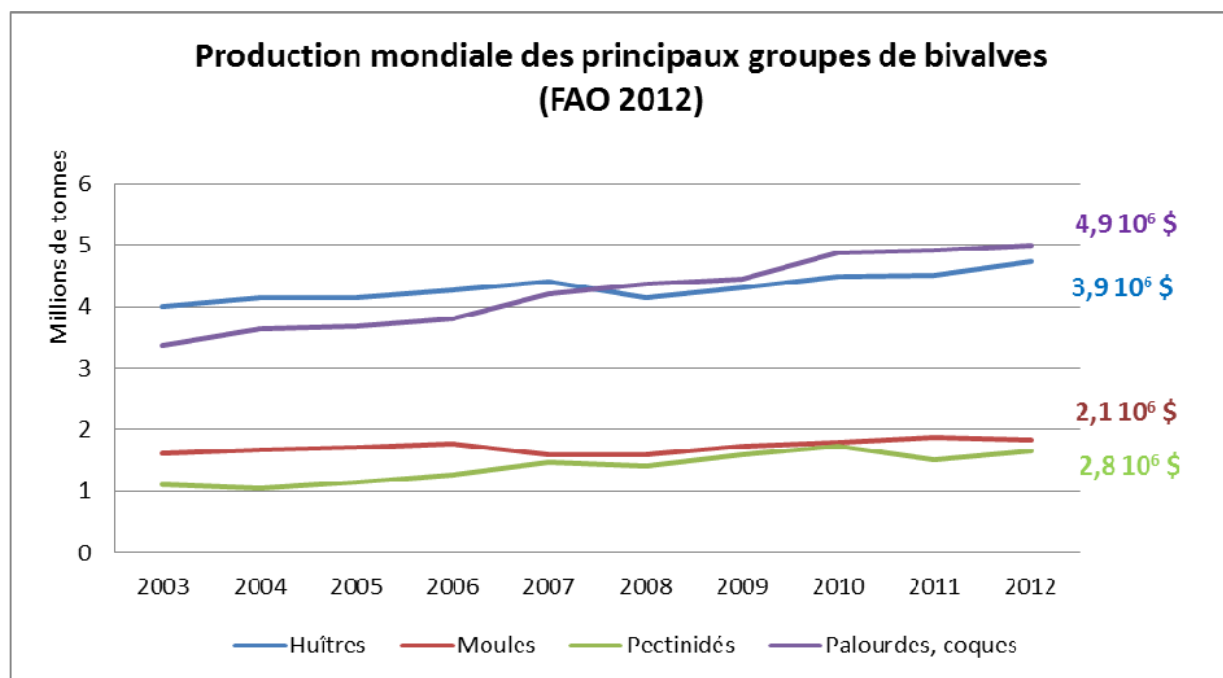


Figure 08: Production mondiale des principaux groupes de bivalves entre 2003 et 2012 (en millions de tonnes). La valeur marchande de ces productions est indiquée pour chaque groupe pour l'année 2012 (FAO, 2012).

II.6. Conchyliculture en Algérie

La conchyliculture en Algérie est actuellement développée pour la production des moules méditerranéennes (*Mytilus galloprovincialis*) et à une moindre échelle des moules africaines (*Perna perna*) ou des huîtres creuses (*Crassostrea gigas*) (FAO, 2022).



Figure09: *Mytilus.galloprovincialis* (source: www.Dedondershells.com)



Figure10: *Perna.perna* (Mantelatto et al .2002)



Figure 11 : *Crassostrea gigas* (source : www.spend-in.com).

II.6.1.Production en Algérie

▪ Tipasa

La conchyliculture avait débuté en 2017 par « Cultmare », c'est une entreprise algérienne spécialisée dans l'élevage des moules et des huîtres implantées en bord de mer, à Kouali, 3,6 km à l'Est de Tipaza.

L'espèce produite par cette ferme de Kouali s'appelle *Mytilus galloprovincialis*, connue sous le nom de « moule méditerranéenne », elles sont élevées grâce à des lignes munies de flotteurs accrochées à des cordes d'élevage et pratiqué en mer ouverte. En 2018, l'unité a entamé l'élevage d'huîtres et en 2019, les responsables ont enregistré une production de 240 tonnes de moules et de 25 tonnes d'huîtres (Cultmar, 2017).

- **Oran**

En 2015, pas moins de 30 tonnes des moules ont été produites par une ferme conchylicole à Arzew (Oran), et 08 tonnes de moules ont été également produites par une ferme conchylicole à Kristel (Gdeyel) (APRH, 2015).

II.6.2.Type d'élevage en Algérie

En Algérie, le seul type pratiqué est l'élevage sur filière sub-surface. En effet, il permet d'occuper et d'utiliser de l'espace en plein mer, Néanmoins, sa mise en pratique nécessite des conditions strictes : le vent, les courant, la houle ...etc. or ces conditions en Méditerranée sont favorables contrairement à d'autre régions, comme le Breton.

III. Cycle de production des bivalves

Le cycle de production des mollusques bivalves(Fig.12), débute par l'approvisionnement en naissain et s'achève par la récolte et la commercialisation ; L'élevage des huîtres demande entre 2 et 4 ans pour obtenir une huître de taille commerciale (MAAF, 2017), alors que l'élevage des moules jusqu'à leur commercialisation prend quelques mois (9 à 15 mois) en fonction du bassin de production, du mode d'élevage et de l'espèce. (Ifremer, 2011).

Le cycle de production peut être décomposé en quatre (04) opérations essentielles:

1-L'approvisionnement/pré grossissement en naissains par captage naturel ou par achat dans une écloserie quand la disponibilité en naissain naturel est limitée (Ifremer, 2012). Ils est pratiqué dans les zones de grossissement sur des capteurs constitués de cordes de 8m de long fabriquées à partir de fibre de coco, retersees et nouées intervalles réguliers pour favoriser la fixation du naissain. Le captage a lieu près de la surface au printemps, à partir du mois de Mars. Le prégrossissement dure environ 2mois, jusqu'à la taille de 10 mm (DPRH, 2021).

2- Le grossissement : les jeunes moules sont récoltées sur les cordes de captage et mises en élevage dans des "boudins" faits avec du filet tubulaire pendant dix mois jusqu'à la taille de 6 à 9 cm. Le grossissement se fait à une profondeur plus importante que le captage et le rendement brut est de 13,5kg/mètre de corde d'élevage (DPRH, 2021).

3- Récolte des moules.

4-Purification et Commercialisation (Ifremer, 2012).

Comme la majorité des espèces d'invertébrés benthiques, la moule débute son cycle de vie par une phase larvaire planctonique.

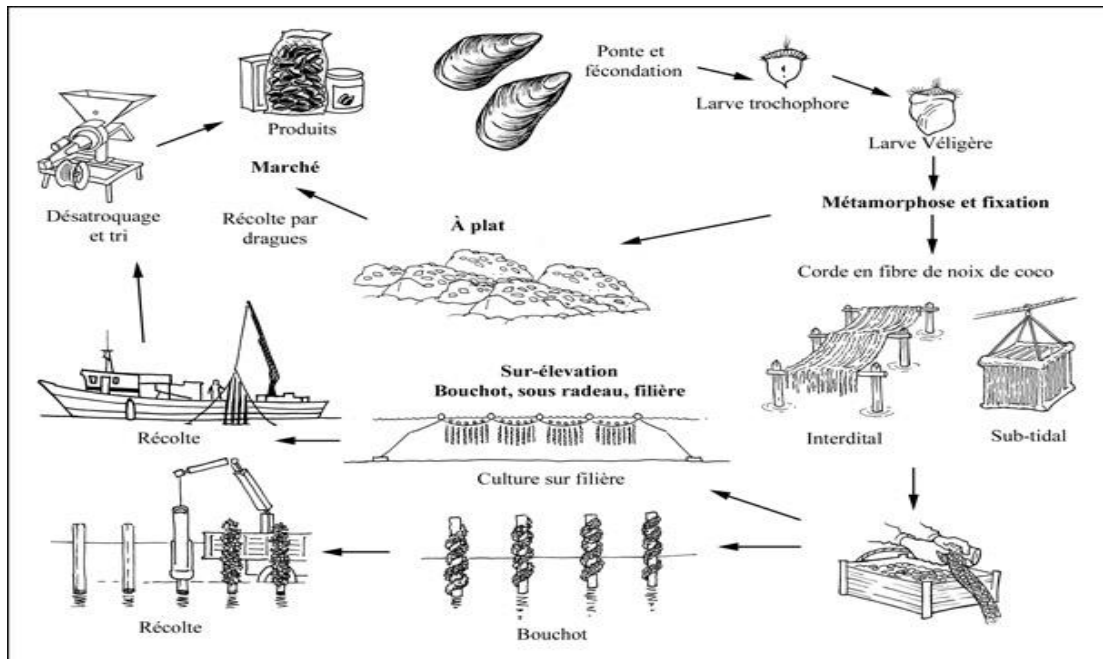


Figure 12: Cycle de production de *Mytilus galloprovincialis* (Aqua Company Sarl, 2017).

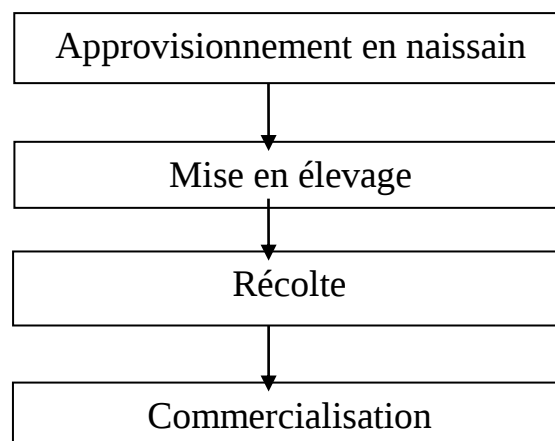


Figure 13: Le cycle de production des mollusques des bivalves (FAO, 2009).

IV. Les contraintes d'élevages

Ces contraintes sont liées aux systèmes d'élevage :

- ❖ La diminution en ressources alimentaires et en eau : l'inadéquation des ressources alimentaires due à la réduction des espaces pastoraux (Ndzingu et al., 2004).
- ❖ Cycle biologique : au niveau de l'étape de l'approvisionnement (fragilité des larves), la sensibilité de la niche écologique.
- ❖ Ressource renouvelable en fonction de la productivité du milieu: variations saisonnières (au niveau de la pluviosité) ; de la productivité, des maladies et des parasites entraînant une forte mortalité.

- ❖ Sensibilité aux agents présents dans la masse d'eau : la pollution marine avec leurs différents types, les phytoplanctons toxiques et les agents pathogènes pour la consommation humaine.
- ❖ Compétition économique mondiale et sociale : par la vente d'animaux vivants et la surexploitation pour faire face à leurs besoins, aussi pour l'utilisation non alimentaire (perles, nacre...etc.), et la chair de mollusques décortiqués.

Partie 2 : Caractéristiques de la zone d'étude et la pollution marine

V. Présentation de la zone d'étude

V.1.Littoral algérien

Le littoral est une entité géographique qui appelle une politique spécifique d'aménagement, de protection et de mise en valeur. C'est une zone de contact entre la terre et la mer qui constitue aujourd'hui un espace de plus en plus sollicité, ce qui accentue sa fragilité (**Becet, 2002**).

Le littoral algérien s'étend sur 1622 kilomètres. Il représente un écosystème vulnérable et constamment menacé de dégradation en raison de la répartition déséquilibrée de la population au niveau du territoire national, des activités économiques et des infrastructures le long de la bande côtière.

V.1.1. Littoral de Mostaganem

Mostaganem est une wilaya côtière située au Nord-Ouest du pays, en bordure du golfe de Mostaganem, à 80,7 km à l'est d'Oran et à 363 km à l'ouest d'Alger (Fig. 14).

La wilaya de Mostaganem est une ville portuaire de la Méditerranée et c'est ce qui la fait être l'une des plus importantes villes de l'Ouest algérien et du littoral algérien.

Dans la littérature, la région de Mostaganem est connue pour être riche en espèces végétales endémiques et rares (**Quézel et Santa 1962-1963**).

Cette ville se caractérise par un climat semi-aride en hiver avec une température douce et une pluviométrie qui varie entre 350 mm et 400 mm et un relief qui s'individualise en deux principales unités morphologiques : Les Monts Dahra et le Plateau de Mostaganem.

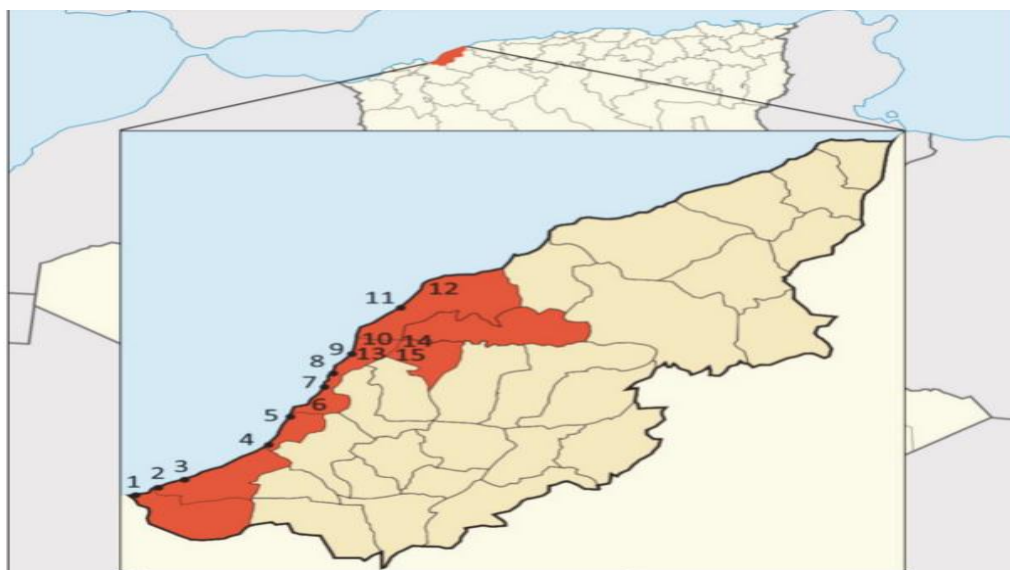


Figure 14: Les stations littorales de la wilaya de Mostaganem (**Mostari et al., 2020**).

Les stations littorales sont matérialisées par un point noir, les stations internes ont leur numéro positionné sur leur localisation. 1: La Macta, 2: Sidi Mansour, 3: Stidia, 4: Ouérah, 5: Sablettes, 6: Mostaganem, 7: Sidi Mejdoub, 8: Kharouba, 9: Sonacther, 10: Cheliff, 11: Chaaibia. (**Mostari et al.,2020**).

VI. Pollution marine

L'espace marin dont la superficie représente 71% du globe terrestre, constitue une immense réserve de ressources énergétiques, minérales et biologiques qui est à la base de l'alimentation de l'immense majorité de la population mondiale (**Mc-Cauley et al., 2000**). Les eaux ont reçu une grande quantité de polluants provenant de différentes sources (**Reddyet al., 2007**).

La pollution de l'eau est actuellement placée en tête des problèmes de l'environnement car l'eau est une interface entre l'air et le sol subit donc la dégradation de ces deux milieux (**Bouziani, 2000**). La pollution de l'eau peut aussi rendre l'eau inutilisable pour l'usage désiré (**Laura, 2017**).

VI.1. Pollution marine en Algérie

En Algérie, la majorité de la population est installée le long du littoral, d'environ 1200km.

Si de nombreux déchets sont abandonnés sur les plages ou jetés à la mer, d'autre proviennent de l'intérieur des terres, des sacs en plastiques, des bouteilles, des palettes jetées volontairement ou accidentellement dans les oueds se retrouvant ainsi dans la mer. Presque un demi million de mètres cubes d'ordures sont ramassés quotidiennement dans les centres urbains du littoral méditerranéen, mais de nombreuses décharges sont mal conçues par infiltration des eaux souterraines (**Chouikhi et al., 1992**).

VI.2. Pollution côtière à Mostaganem

La mer est l'origine de plusieurs maladies de peau, telles que, les infections cutanées et les intoxications bactériologiques. La pollution gagne du terrain. Même les plages de la wilaya autorisées à la baignade ne sont pas totalement propres (**Afroun, 2004**). L'aménagement des zones côtières engendra sans doute des avantages économiques pour les collectivités locales, mais avec des préjudices notamment (**Lehb, 2020**):

- 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.

Le littoral de la wilaya de Mostaganem est exposé au phénomène de la pollution marine (**Ayache, 2012**). La ville de Mostaganem entre autres est une zone côtière des plus affectée par la pollution hydrique voisines des complexes industriels portuaires (Ghazaouet, Oran, Arzew, Sidi Lakhdar). Elle reste une ville réceptacle de diverses sources de pollution dont l'organique, les rejets des industries chimiques (**Bekhtaoui et al., 2020**).

La wilaya souffre d'un manque criant de décharges publiques contrôlées, car les déchets sont jetés soit au bord des rivières, soit sur des terrains agricoles ou forestiers, ces derniers ont un impact négatif sur l'environnement et la santé publique (**CDER, 2021**).

Selon l'inspection de l'environnement de la wilaya de Mostaganem, les zones fragiles touchées par la pollution tellurique et pélagique sont les suivantes :

- La zone des points des rejets des eaux usées Oureah – Kharouba : Oureah Ouest qui est polluée et limitée par Oureah Est favorable à la baignade et Stidia dont un abri de pêche est projeté.
- La Crique Salamandre, située au Nord-Ouest de la côte: se déverse les rejets des eaux urbaines et industrielles, sachant que la Salamandre est une zone côtière classée comme agglomération II (secondaire) de Mostaganem.
- De Sokhra (Nord- Ouest) à A. Ramdane (Nord- Est) classée parmi les sites interdites à la baignade à cause de la pollution par l'Oued Chegga.
- Zone de Hadjedj (Nord-Est de Mostaganem) fortement polluée par les eaux résiduelles drainées par l'Oued Boukhatem (avec débit de 340 m³/j).
- Sidi Lakhdar. On note des rejets urbains de 616 déversés dans un ensemble d'Oueds dans la partie Est de la côte, l'Oued Abid, Oued Seddaoua,

Oued Tirenguel qui se débouche au niveau de la plage, donc elle est strictement interdite à la baignade (**Inspection de l'environnement, 2003**).

VI.2.1.Types de pollutions à Mostaganem

VI.2.1.1. Classification selon l'origine

La pollution de l'eau souvent anthropique, c'est-à-dire due directement ou indirectement à l'activité humaine, la pollution peut cependant résulter de phénomènes naturels tels qu'une éruption volcanique ou solaire (**Hadji et Boucceredj, 2020**).

- **Pollutions marine d'origine tellurique**

Les effluents domestique des villes du littoral (à raison de 6000000 m³) environ pour le chef -lieu de wilaya sont rejets en mer à l'état brut, ainsi que les rejets industrielles émanant des unités dont les plus importants sont le complexe a papier (SOGIPEC), unités de SOACHLORE, l'unité de transformation du lait (GIPLAIT) et l'unité (ENASCRURE) signalant en fin l'oued Cheliff qui ont traversant une dizaine de wilaya draine tout la pollution émise amont vers la mer. Les différents rejets en mer affectent la faune marine, donc la pêche et la qualité des eaux de baignade (**Inspection de l'environnement, 2003**).

- **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 à grand trafic.

D'ailleurs ces deux dernières années, la côte Mostaganémois (Stidia, Sidi Mansour, Hadjedj, Petit Port....etc.) a connu plusieurs cas de pollution par versement des hydrocarbures lors l'opération de déballastage (**Inspection de l'environnement, 2003**).

VI.2.1.2. Classification selon le type

- **Pollution physique** : on parle de ce type de pollution quand le milieu marin est modifié dans sa structure physique par divers facteurs.

- **Pollution thermique** :

La majorité des usines, sont implantée d'une manière volontaire sur le littoral ou sur les bassins versants littoraux, ce type d'installation est à l'origine d'apports notables en eaux résiduaires au milieu marin (**Equinoxe, 1990**). La pollution thermique est engendrée par les usines utilisant un circuit d'eau de mer pour le refroidissement de certaines installations (centrales thermiques, nucléaires, raffineries). Les eaux rejetées des usines ont une température de l'ordre de 70 -80°C qui s'abaisse à 40 - 45°C en contact avec les eaux de rivière en entraînant un réchauffement de l'eau par exemple les ports d'Oran et d'Arzew à vocation industrielle et

commerciale, de part leur important trafic maritime, représentent également une source de pollution non négligeable (Bouderbala., 1997)

- **Pollution chimique** : due au déversement des rejets industriels apportant de grandes quantités de substances chimiques dont certaines sont non dégradables.
- **Pollution biologique** : c'est un phénomène naturel dû aux micro- organismes. Il s'agit de la contamination microbienne (Elmund *et al.*, 1999). La pollution microbienne est principalement liée aux eaux usées urbaines. Ces dernières sont très chargées en virus, en parasites et en bactéries et les parasites. Ils sont dangereux pour la santé humaine, et limitent donc les usages que l'on peut faire de l'eau (Chibani, 2009 ; Boucherit et Hakimi, 2016).

VIII. Contamination microbienne

Les eaux marines peuvent être particulièrement soumises à des pollutions microbiennes dues aux développement industrielles, agricole et urbain (Leclerc *et al.*, 1982). Ces pollutions peuvent être aussi dues au transport maritime (30% du trafic maritime mondial) et les activités domestiques avec des rejets en mer estimés à 6.10^5 tonnes chaque année (Guallini., 2008). Dont certains cas, elle peut être pathogène pour l'homme. Parmi les supports capables de piéger les bactéries présentes dans l'eau, et de les maintenir en vie, les supports inertes, les sédiments et les animaux marins (Jorgensen, 1960).

La pollution microbiologique du milieu marin peut être d'origine humaine ou d'origine animale du fait de déjections au sol et d'épandages (ELM, 2011).

C'est la pollution biologique du milieu aquatique, caractérisée par la présence de microorganismes dans l'eau qui servent généralement de nourriture à de nombreux organismes aquatique, favorisant la fixation d'algues ou de larves sur certains substrats, permettant également la dégradation de certains polluants, cependant elle est considérée comme dangereuse, si les agents présents sont pathogènes (Tableau 04) , elle peut entraîner la propagation de certaines maladies infectieuses, ce qui limite la pratique d'activités récréatives (baignade) et la pêche. De plus, elle est souvent ponctuelle, par conséquent se prête difficilement à une identification précise (Vaillant J.R, 1973).

Toutes sortes de microorganismes considérés pathogènes pour l'homme, allant des parasites, des bactéries et des virus sont véhiculées par les eaux. Si ces organismes sont capables de survivre en mer, ils peuvent infecter les baigneurs ou contaminer les animaux marins (coquillages, oursins) et induire ainsi, des maladies chez l'homme qui consomme ces animaux crus (Soudane, 1968).

➤ **Tableau 04:** Les bactéries pathogènes transmises par les produits de la mer (Huss, 1995).

Bactéries indigènes (groupe 1)	Bactéries non indigènes (groupe 2)
<i>Clostridium botulinum</i>	<i>Salmonella sp.</i>
<i>Vibrio cholera</i>	<i>Shigella</i>
<i>Vibrio sp.</i>	<i>E.coli</i>
<i>Vibrioparaphaemolyticus</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
Autres Vibrions	
<i>Aeromonashydrophila</i>	
<i>Plesiomonasshigelloides</i>	
<i>Listeria monocytogenes</i>	

Les bactéries du groupe 01 sont communes et un peu partout présentes dans les milieux aquatiques des différentes régions du monde.

VIII.1. Facteurs environnementaux qui affectent la survie des microorganismes dans l'eau

Les microorganismes peuvent survivre plus ou moins longtemps en fonction de certaines conditions environnementales telles que les paramètres physiques, chimiques et biologiques du milieu.

-La dilution : elle intervient immédiatement après le rejet. Elle est favorisée par le mélange des eaux : courants, turbulence et action des marées. On estime que 90 à 99% des bactéries d'égout sont détruites après 48 heures de suspension dans l'eau de mer et que leur nombre décroît avec la distance beaucoup plus rapidement que l'on pourrait s'y attendre du fait de la simple dilution (Maurin, 1974).

-L'adsorption : c'est la fixation des polluants sur toutes les particules organiques ou minérales en suspension dans le milieu aquatique. C'est un phénomène bien connu par lequel les microbes s'accrochent à des corpuscules dont ils suivent le sort ; l'adsorption contribue donc à un isolement des germes et à une efficace dissociation de la charge polluante, car elle peut atteindre 90 à 95% des bactéries et des virus (Brisou et Denis, 1978).

-La sédimentation : directe ou indirecte (après adsorption), elle détermine la disparition momentanée des microbes. Cette disparition peut être provisoire, car il peut y avoir remise en suspension des sédiments et des bactéries. Très efficace en eaux calmes, elle se trouve amoindrie par la turbulence du milieu (Maurin, 1974 ; Wilkinson *et al.*, 1995)

- **La lumière** : L'action bactéricide des rayons ultra - violets (UV) de la lumière solaire est connue depuis longtemps et la variabilité saisonnière (hiver- été) de la survie des germes peut être observée en fonction de la présence ou de l'absence de la couche nuageuse (**Pommepuy et al., 1991**).

Elle intervient sur la dispersion (dilution, adsorption, sédimentation) dans le sens où elle conditionne les mouvements verticaux et horizontaux des masses planctoniques. Une action bactéricide directe de la lumière ultraviolette est en principe admise, mais est très modeste (**Brisou et Denis, 1978**) ; car son action ne dépasse pas une profondeur de 0.05m à 0.20m selon la turbidité (**Maurin, 1974**) .

- **La température** : Il est important de connaître la température de l'eau avec précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels dissous et surtout des gaz (**Dahel, 2009**), et elle agit sur le pH. Pour cela la température de l'eau est mesurée à l'aide d'un thermomètre immergé à environ 20cm de profondeur. Chaque espèce de bactéries se développe dans une zone de température donnée, Elle influence profondément la multiplication et le métabolisme bactérien (action sur la vitesse des réactions biochimiques).

La température influe sur l'activité biologique dont dépend la production totale et sur la répartition des espèces, par exemple sur la pêche (**Aminot et Kerouel, 2004**).

La décroissance des bactéries augmente avec la température de l'eau. Ainsi, en période estivale, celle-ci est un des facteurs majeurs de l'épuration microbienne (**Mancini, 1978 ; Flint, 1987**).

- **Le potentiel d'hydrogène**: Il s'exprime par le pH, peut prendre une valeur située entre 0 et 14. Joue un rôle important sur la baisse ou l'augmentation de la concentration en gaz carbonique CO₂, et de l'ammonification. Au plan microbiologique, les fluctuations naturelles de pH n'interviennent pratiquement pas. Par contre elles jouent un rôle dans les mouvements de masses planctonique (**Brisou et Denis, 1978**).

- **La salinité** : C'est la concentration de corps chimiques qui, en solution dans l'eau, se dissocient sous forme de cations. La salinité a une action sur la répartition des micro-organismes (**Dahel, 2009**).

Les fortes variations de salinité d'un milieu à l'autre, ont tendance à empêcher l'accoutumance des bactéries allochtones à leur nouveau milieu, ce qui conduit à la décroissance de leur nombre (**Maurin, 1974**).

VIII.2. Les risques liés à la contamination bactériologique des bivalves

Au niveau mondial, les principaux risques liés à la consommation de coquillages proviennent des contaminations microbiologiques des eaux dans lesquelles ils se développent. Plusieurs espèces de

coquillages sont consommées de préférence vivantes ou crues (par ex. les huîtres) ou très peu cuites (par ex. les moules) ce qui fait des mollusques bivalves une catégorie de produits alimentaires à haut risque qui exige des interventions appropriées pour éliminer ou réduire à des niveaux acceptables leurs dangers biologiques, chimiques et physiques potentiels (FAO, 2010).

Les zones de production conchylicole exploitées par les professionnels en vue de la commercialisation de coquillages font l'objet d'un classement et d'une surveillance sanitaire pour le critère *E. coli* (Anon, 2004). Elles peuvent servir d'indicateurs d'une contamination fécale et permettent d'évaluer la présence d'agents pathogènes bactériens et viraux. Considéré comme un indicateur plus précis de contamination fécale, le recours à *E. coli* commence à être plus largement diffusé (FAO, 2010).

De nombreux pathogènes, comme les virus à l'origine de certaines gastro-entérites et hépatites ou les bactéries qui causent des typhoïdes, sont liés à une contamination des eaux par des rejets domestiques non suffisamment traités (FAO, 2010).

La responsabilité de *Salmonella* et de *Campylobacter* a été démontrée dans des épisodes de gastro-entérites chez l'homme, après consommation de coquillages (Abeyta et al., 1993. Greenwood et al., 1998 ; Delmas et al., 2006), elles peuvent être liées aussi bien aux eaux usées d'origine domestique qu'aux rejets agricoles (excréments des animaux). D'autres bactéries peuvent aussi provoquer des gastro-entérites comme *Shigella* sp., les *E. coli* pathogènes, *Yersinia enterocolitica*, *Listeria monocytogenes*, *Vibrio parahaemolyticus*, *V. cholerae* ou *V. vulnificus* (Hervio-Heath et al., 2002).

Les bactéries qui contaminent les fruits de mer sont considérées comme pathogènes pour l'homme (Altemeyer et al., 1990), elles sont représentées par :

- Les bactéries entériques responsables de fièvre typhoïde (*Salmonella typhi*, *Salmonella paratyphi* A, B et C), de choléra (*Vibrio cholerae*) et de gastro-entérites (*Escherichia coli*, *Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter jejuni* et *Shigella dysenteriae*).
- Les bactéries non entériques (*Staphylococcus aureus*, *Streptococcus* D et *Pseudomonas aeruginosa*). Ces dernières peuvent contaminer les zones conchylicoles quand les terres sont lavées par les pluies (FAO, 2010).

Le coquillage est donc un aliment sensible aux diverses contaminations de l'environnement, même si son impact sanitaire est moindre vis à vis d'autres aliments (poissons, viandes, produits laitiers, œufs...) impliqués dans les cas d'intoxications alimentaires collectives (Ifremer, 2019).

VIII.2.1 Risques liés à la consommation des fruits de mer

Les germes présents dans une eau s'accumulent dans les coquillages filtreurs.

Le processus de concentration des germes, liés au taux de filtration, a fait l'objet de nombreuses études. En retenant celles fournies par **(Deslous-Paoliet *al.*, 1987 in Poggi, 1990)**, on peut estimer la capacité de filtration des principaux bivalves à usage commercial.

- **Tableau 05 : Taux de filtration de certains mollusques bivalves (Deslous-Paoli *et al.*, 1987 in Poggi, 1990).**

Volume d'eau filtrée		
Espèces de bivalves	L/h/g de chair fraîche	L/h/ kg d'animal vivant (estimation)
Moules	3.5 à 13	175 à 650
Coques	3.5 à 9	140 à 360
Huîtres creuses	4 à 5.5	100 à 150
Palourdes	Environ 3	Environ 150

Partie 3 : Biologie de l'espèce

I. Introduction

Les mollusques sont des invertébrés, forment un vaste embranchement du règne animal qui renferme toutes les espèces à corps mou qui la plupart du temps est protégé et renforcé par une coquille, majoritairement aquatiques. Les mollusques peuplent surtout, les mers et les océans, mais il existe aussi des espèces d'eau douce. Certains vivent dans le milieu terrestre. On en connaît environ 70 000 espèces, mais leur nombre total est compris entre 100 000 et environ 20 000 espèces, Ils jouent un rôle non négligeable dans les chaînes alimentaires **(Spadem et Adagp, 1972)**.

Ils sont caractérisés par une symétrie bilatérale quelquefois altérée. Leur corps se subdivise en trois parties : par la radula, membrane pourvue de dents acérées (tous les principaux groupes ont une radula, sauf les bivalves). Un pied musculaire ordinairement utilisés par les animaux pour se déplacer ; La masse viscérale, qui contient les viscères est recouverte en tout ou partie par un manteau, qui sécrète une coquille calcaire. Chez de nombreux mollusques, le manteau se prolonge

et constitue une cavité palléale dans lequel baignent les branchies, l'anus et les pores excréteurs (Boué, 1962).

On distingue huit classes : *Caudofoveata*, *Solenogastres*, *Monoplacophora*, *Scaphopoda*, *Polyplacophora*, *Gastropoda*, *Cephalopoda*, et *Bivalvia* (Haszprunar et al., 2008).



Figure 15: Les différents mollusques aquatiques (Laurent, 2006 avec modification).

II. Les mollusques bivalves

Les bivalvias sont des mollusques aquatiques d'eau douce et marins, également appelés *pélecypodes* ou lamellibranches. Cette classe comprend des nombreuses familles de coquillages comme les *Veneridae* et les *Donacidae* ainsi que les moules, les huîtres, les palourdes, les pétoncles (Ricci, 1957).

Les mollusques bivalves restent les espèces cosmopolites les plus utilisés, en France, le Réseau National d'Observation (RNO) en 1974 et le Programme National Oceanic and Atmosphérique Administration (NOAA) aux USA actif dès 1978, ont intégré le concept '**MUSSEL WATCH**' ou « organisme sentinelle » (Casa, 2005), destiné à observer la qualité du milieu marin pour participer à la prise de décision en terme de politique environnementale, basé sur le fait que ces organismes marins concentrent les contaminants, en particuliers les métaux et les organo-métaux, en relation avec les concentrations présentes dans le milieu, ceci a été démontré par des mesures concrètes et des statistiques fiables (Goldberg, 1975).

II.1. Caractéristiques des bivalves

Les bivalves ont un corps aplati latéralement sont recouverts d'une coquille composée de carbonate de calcium, constituée de deux parties distinctes et plus ou moins symétriques, Elles sont reliées l'une à l'autre et peuvent s'ouvrir ou se refermer, La valve gauche pesant plus que la valve droite (**Ricci, 1957**). Ils n'ont pas de tête ou de radula, les branchies, appelées cténidies. La plupart des coquillages ont une taille qui ne dépasse pas 10 cm. Sa coloration est en général noire violacée extérieurement; intérieur gris bleuté à violacé, plus ou moins teinté de blanchâtre. Le manteau des femelles est orange brique et celui des mâles est jaune blanc. Les coquilles des mâles sont plus petites que celles des femelles qui pèsent un à quelques grammes de plus que les mâles de même âge (**Zouari, 1985**).

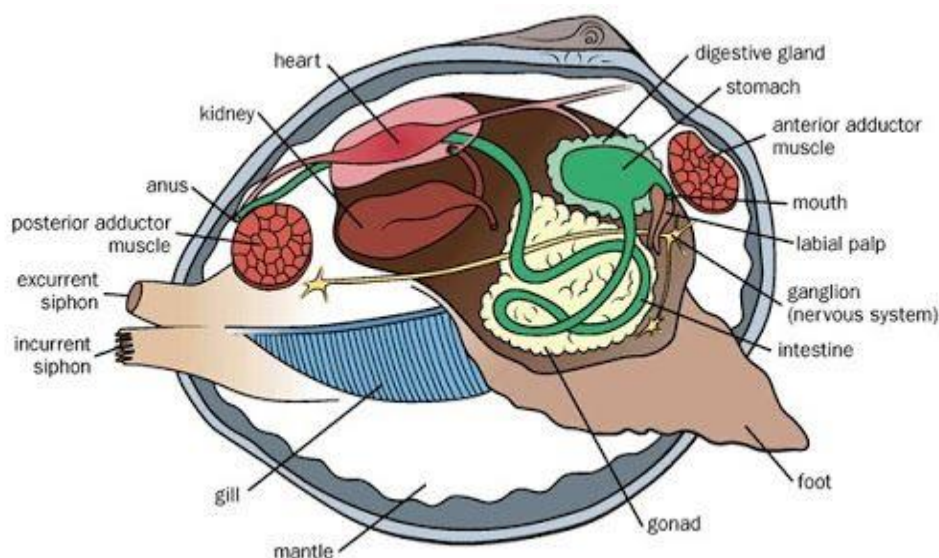


Figure 16 : Anatomie des bivalves (sources : when-how.com/animal-life/class-bivalvia).

II.2. Présentation de l'espèce *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819)

Les moules sont des animaux métazoaires (organismes pluricellulaire), protostomiens (bouche formée à partir du blastopore, coelomates (coelomes chizocoelique), hyponeuriens (système nerveux ventral) à symétrie bilatérale (**Jurd, 2000**), et squelette externe, triploblastiques (possédant entre l'ectoderme et l'endoderme un troisième feuillet individualisé, le mésoderme.

Le genre *Mytilus*, de la famille des *Mytilidés* (Pélecypodes) est principalement défini par la forme de la coquille, en particulier par son embout en position terminale (**Lamarck, 1819**). La moule de Méditerranée (*Mytilus galloprovincialis*) est un mollusque marin sessile fait partie des organismes tests les plus recommandés pour la surveillance biologique de la pollution marine. Elle peut

bioaccumuler plusieurs contaminants particulièrement bien aux classes principales de polluants de l'environnement (Kaddour, 2006).



Figure 17 : *Mytilus galloprovincialis* (source : [aquaculture.blogspot](http://aquaculture.blogspot.com), 2012).

II.2.1. Classification systématique

La classification systématique du *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) s'établit comme suit (Turgeon *et al.*, 1998):

- Règne Animal
- Sous-règne : Bilateria
- Phylum : Mollusca
- Classe : Bivalvia
- Sous-classe : Pteriormorphia
- Ordre : Mytiloida
- Famille : Mytilidae
- Genre : *Mytilus*
- Espèce : *galloprovincialis*.

II.2.2. Biologie de l'espèce

II.2.2.1. Morphologie externe

Mytilus galloprovincialis, est un mollusque bivalve à corps mou non segmenté. Elle est enveloppée par un manteau formé de deux grands lobes qui entourent le corps et qui ont sécrété la coquille calcaire bivalve (Raoux *et al.*, 1993 ; Schönitzer *et al.*, 2007).

II.2.2.1.1.La coquille

Elles contiennent deux valves lisses. Ces coquilles sont de couleur noire bleuâtre et sont maintenues ensemble par une petite charnière droite (**Barhoumi, 2014**), permettant la sauvegarde de la masse viscérale (**Kamel, 2014**).

II.2.2.2. Anatomie

II.2.2.2.1.Les branchies

Sont une caractéristique majeure des lamellibranches ; Les branchies sont deux paires de grandes plaques composées par un grand nombre de filaments parallèles. Les deux paires de branchies sont localisées sur chaque côté du corps, ils filtrent les particules de nourriture à partir de l'eau. Une moule de 5 cm de longueur peut filtrer 5 litres/heure (**FAO, 2009 ; Kamel, 2014**).

II.2.2.2.2. Le muscle

La fermeture générale des valves est assurée par deux muscles adducteurs dites dimyaires (antérieur et postérieur) (**FAO, 2006**). Ces muscles sont antagonistes du ligament, qui grâce à son élasticité assure l'ouverture de la coquille (**Kamel, 2014**).

II.2.2.2.3.Le système digestif

Le système digestif est composé de la bouche, l'œsophage, l'estomac, la glande digestive, l'intestin, le rectum et l'anus. L'estomac est pourvu d'un cæcum postérieur long, dans lequel se trouve une tige cristalline qui tourne sur elle même grâce à des cils ; elle a pour rôle de dissociation physique des aliments et la digestion enzymatique (**Jurd, 2000**).

➤ La glande digestive

Cet organe est encore appelé hépatopancréas car il joue chez cet invertébré un rôle analogue au foie des vertébrés, elle assure la digestion et l'absorption des aliments captés par les branchies (**Pagliassoti, 1994**).

II.2.2.2.4.Le manteau

Le corps mou est couvert par le manteau, qui est composé de deux membranes de tissus fins, et épais sur les bords. Les deux moitiés du manteau sont attachées à la coquille à partir de la charnière ventrale et s'étend jusqu'à la cavité palléale (**FAO,2006**). Il est composé de deux lobes palléaux.

➤ Son rôle selon **Gagnaire (2005)** :

- Sa fonction première est la sécrétion de la coquille ;
- Il participe au stockage de matériaux de réserve (lipides, glycogène), à la fonction respiratoire, à la dissémination des gamètes et à la défense par la formation de mucus ;
- Il assure également des fonctions sensorielles tactiles (terminaisons nerveuses) et visuelles (ocelles et osphradies) ;
- Il représente l'une des premières barrières à l'agression par des facteurs externes.

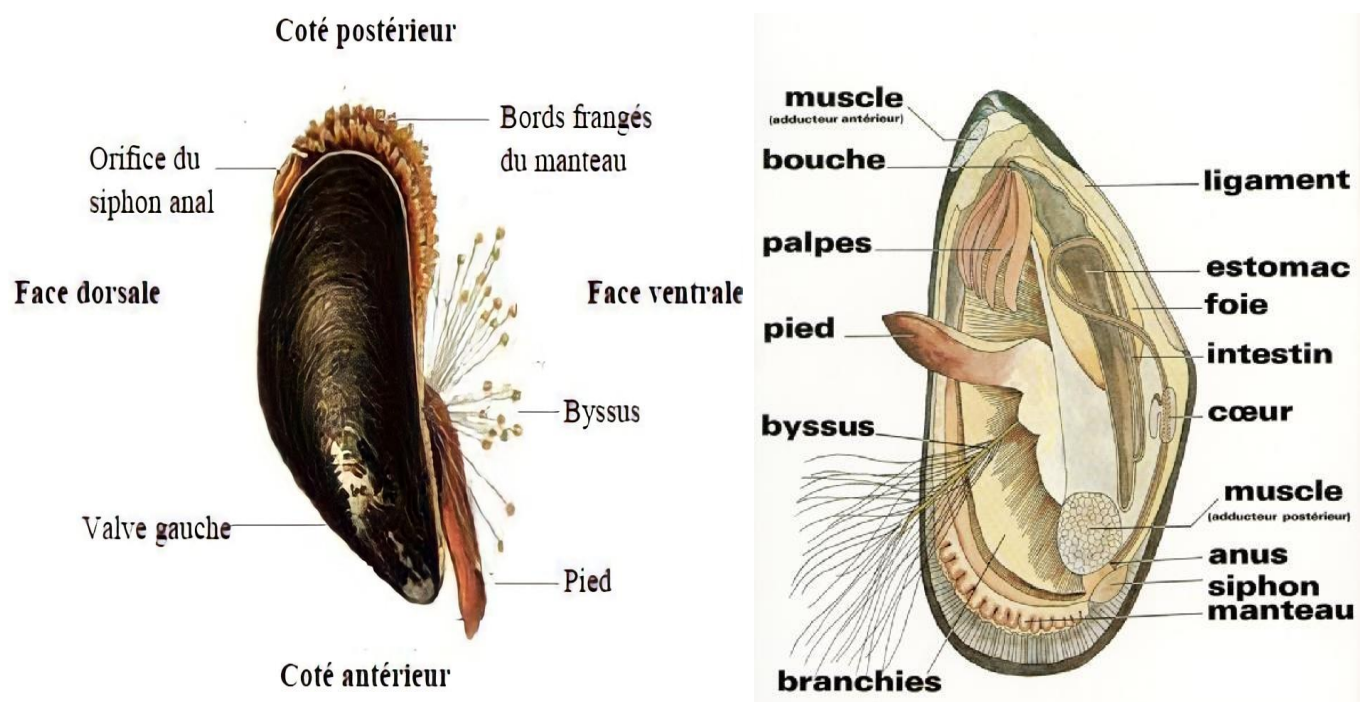


Figure 18 : Anatomie interne et externe de la moule *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) (Khelil, 2007 ; Comité régional de la conchyliculture des pays de la Loire, 2022).

II.2.2.2.6. Le pied et le byssus

Le pied est inséré en avant de la bosse viscérale, il est comprimé latéralement et prend l'aspect d'un sac « soc de charrue ». Ces mouvements sont assurés par des muscles protracteurs et rétracteurs, pairs, antérieurs et postérieurs, qui s'insèrent symétriquement sur la face interne des valves de la coquille en avant des muscles adducteurs (**Beaumont et al ,2004**).

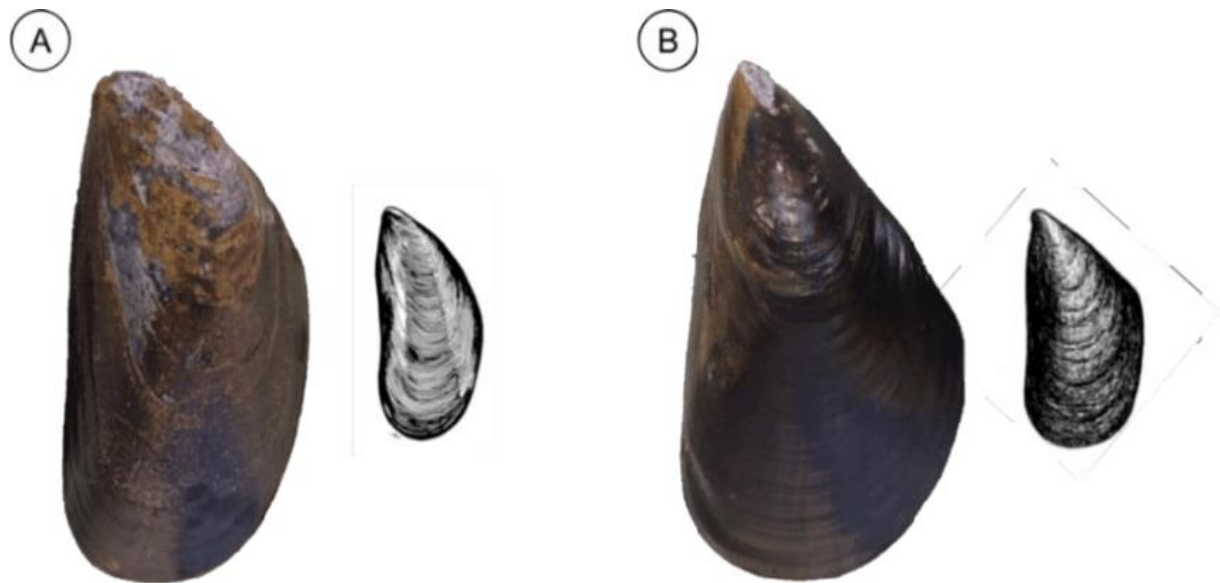


Figure 19 : la différence **externe** entre la moule :(A) *Mytilus edulis* et (B) *Mytilus galloprovincialis* (Maud, 2019 ; FAO, 2019).

II.2.2.2.7. Critères de différenciation entre *M.edulis* et *M.galloprovincialis*

Mytilus galloprovincialis a une coquille violet pourpre, fines, stries d'accroissement sur la face externe, le bord du manteau est plus sombre, en devenant bleu ou violacé, muscle adducteur antérieur plus gros insertion moins latérale et longueur haute, les valves sont plus saillantes et moins angulaires sur la marge supérieure et ont tendance à croître plus en largeur.

Mytilus edulis coquille bleu profond, fines rayures sombres longitudinales, manteau bords brun clair, muscle adducteur antérieur petit insertion très latérale et hauteur (longueur) faible (Lubet, 1973 ; Seed, 1974 ; FAO, 2009).

II.3. Ecologie

Les moules sont des espèces sessiles, benthique grégaire, qui vivent fixées sur substrats durs dans la zone médiolittorale (zone intertidale), débris ou autres coquilles de moules, elles résistent aux courants, aux chocs des vagues et à l'arrachement grâce aux solides filaments du byssus qui sont soudés au rocher, elles recouvrent des rochers battus par les vagues, mais peuvent proliférer dans les estuaires où l'eau est moins salée, moins claire et moins agitée (Songy et Avezard, 1963).

II.3.1. Répartition géographique

La nutrition est un paramètre important dans la répartition des moules qui prolifèrent généralement dans les zones riches en phytoplancton, en matières organiques dissoutes ou en suspension et en bactéries (Lubet, 1973).

La moule *Mytilus galloprovincialis* est trouvée dans toute la zone méditerranéenne, avec également des populations sur le littoral de l'Afrique australe; de la frontière namibienne à Port Alfred (Branch et al., 2005). C'est une espèce très abondante qu'on trouve en Mer Noire, en mer Adriatique, en Méditerranée septentrionale et méridionale. Elle se rencontre également en Manche occidentale et en Atlantique. En Tunisie, elle occupe la façade nord du pays depuis Tabarka jusqu'à la pointe du cap - Bon qui semble marquer la limite orientale de son aire de distribution (Dellali, 2001).



Figure 20: Image satellitaire de la répartition géographique de l'espèce *Mytilus galloprovincialis* dans le monde (<https://www.mer-littoral.org/14/mytilus-galloprovincialis.php>) (avec modification).

II.4. Alimentation

L'alimentation de *Mytilus galloprovincialis* comme tous les filtreurs, c'est un animal microphage omnivore, cela signifie qu'elle se nourrit de petites particules en suspension dans l'eau de mer. Pour se nourrir, la moule filtre l'eau de mer à travers ses branchies et récupère les particules alimentaires qui y sont retenues. Ce sont les algues microscopiques, le phytoplancton, bactéries et débris organiques qui constituent l'essentiel de sa nourriture (Bouchard, 2004).



Figure 21:La moule *Mytilus galloprovincialis* à coquille ouverte pendant la nourriture (**Javier, 2007**).

II.5. Locomotion

Les moules peuvent bouger grâce à leur pied ; La glande abyssale sécrète les filaments du byssus qui permettent leur fixation aux substrats (**FAO, 2019**).

II.6. Cycle biologique

Comme la majorité des espèces d'invertébrés benthiques, la moule débute son cycle de vie par une phase larvaire planctonique. Chez cette espèce, les sexes sont séparés et la fécondation externe conduit à la formation d'un embryon qui se développe rapidement en une larve nageuse. Au terme du développement larvaire, les individus atteignent le stade compétent. Ils sont alors prêts à réaliser la phase de fixation-métamorphose : les larves chutent sur le substrat, s'y fixent et amorcent la métamorphose en post-larves. Les moules entament alors leur vie benthique et se développent en naissain(**DPRH, 2019**).

La vitesse de croissance du moule *M. galloprovincialis* dépend principalement des conditions de leur milieu de vie : la température, de l'eau, de la salinité, de la quantité et de la qualité de nourriture disponible (Fig.22).

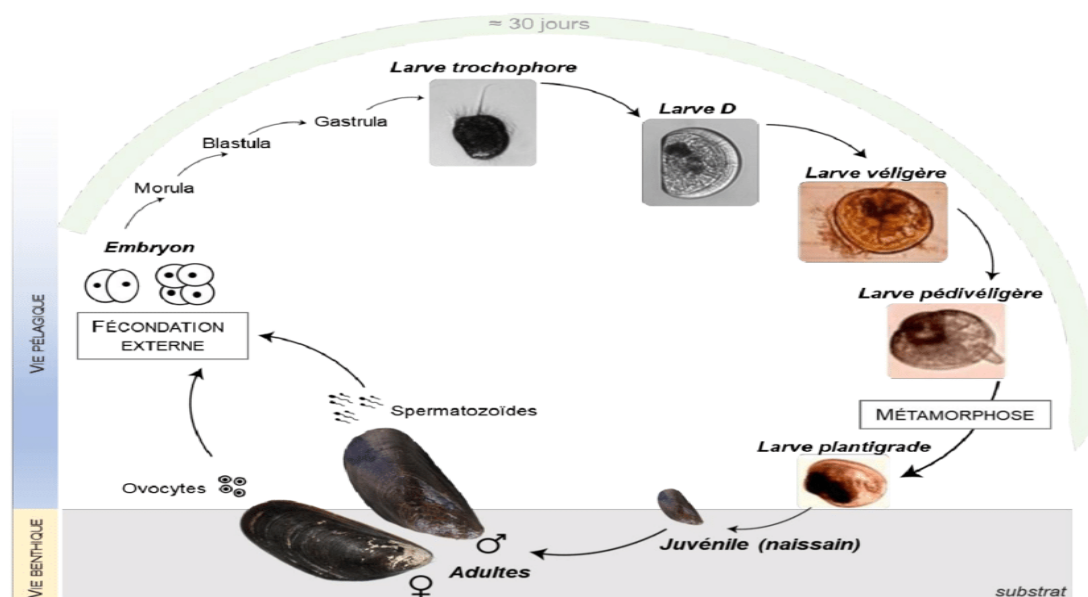


Figure 22: Cycle biologique des moules (Jahangard *et al.*, 2010 et Ventura *et al.*, 2016).

II.6.1. Reproduction

La moule est sexuellement différenciée. Pendant la période de reproduction, les ovules de la femelle sont libérés dans la cavité palléale où ils sont fécondés par les spermatozoïdes. Ces derniers, déversés dans l'eau par les individus mâles, sont entraînés dans la cavité de la femelle par la circulation d'eau entrante. La fécondation est donc externe. Les œufs très nombreux (environ 500 000) donnent deux stades larvaires successifs: trochophore et véligère. La larve trochophore se transforme en larve véligère en 24h. Celle-ci se fixe sur un substrat, après 2 à 3 semaines, se métamorphose en jeune moule et devient adulte au bout de 2 ans (Cahen, 2006).

La reproduction peut se produire à n'importe quelle période de l'année. Les moules produisent des millions d'ovocytes, en perdant une quantité considérable de leurs réserves en glycogènes. Les moules qui viennent de pondre sont tellement maigres qu'elles ne peuvent pas être commercialisées. La fécondation est externe. Les œufs fécondés se développent en larves trochophores, ensuite en larves véligères qui sont transportées par les courants de la marée. Quand elles atteignent une longueur de coquille de 0,25 mm, les pédivéligères s'attachent avec leurs filaments de byssus aux substrats filamenteux. Elles sont capables de se détacher et de s'attacher de nouveau à d'autres substrats. (FAO, 2009).

II.7.Principaux pays producteurs

Mytilus galloprovincialis est principalement cultivée dans des eaux côtières allant de la Galicie (NW Espagne) jusqu'à la Côte Nord Méditerranéenne. Cependant, la production de cette espèce a été aussi reportée dans des pays sud de la Méditerranée, la Russie Fédérale, Ukraine, et l'Afrique du Sud. Cette espèce est aussi cultivée en Chine (FAO Stat, 2006).



Figure 23 : Principaux pays producteurs de *Mytilus galloprovincialis* (source : FAO Statistiques des pêches, 2006).

Chapitre 02

Matériels &

Méthodes

I. Introduction

La présente étude dépend de deux types d'analyses dans l'environnement marin :

- Une analyse physico –chimique et bactériologique de **l'eau de Mer**
- Une analyse bactériologique **des moules sauvages et d'élevage.**

Les analyses des paramètres physico - chimiques ont été effectuées au niveau du laboratoire Chimie 01, de la Faculté SNV, et les analyses microbiologiques ont été réalisées au niveau du trois différents laboratoires : Laboratoire d'hygiènes (Service de la colimétrie et Service alimentaire), laboratoire de Microbiologie 01, Université de Mostaganem, et le laboratoire d'analyses médicales, Dr. Bouziane (Service Microbiologie).

II. Matériels et Méthodes

II. 1. Matériel

Le matériel est constitué d'échantillons d'eau de mer et de la moule *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819). Ces échantillons ont été prélevés d'une part, au niveau de la ferme mytilicole de Stidia, d'autre part, au niveau de la plage de Sidi Medjdoub. Les prélèvements ont été réalisés de manière aseptique et chaque mois pendant une durée de 3 mois (Avril 2022 à juin 2022) et transportés au laboratoire à 4 °C.

II.2. Méthodes

II.2.1. Echantillonnage

A) - Eau de mer

Le prélèvement d'un échantillon d'eau de mer est une opération délicate, qui a été réalisé manuellement à l'aide des flacons en verre stériles de 250 ml qui ont été plongés à une profondeur d'environ 1m pour la plage de Sidi Medjdoub » et de 7m pour le site de Stidia. Une fois remplis, les flacons ont été fermés sous l'eau pour éviter la contamination. Les échantillons doivent être homogènes, représentatifs et obtenus sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (Trea *et al.*, 2013), et ils doivent être protégés de la lumière en les recouvrant avec du papier aluminium.



Figure 24 : Echantillonnage de l'eau de mer réalisé à Sidi Medjdoub.

B) - La moule

L'espèce bivalve utilisée dans la présente étude est la *Mytilus galloprovincialis* qui a été récoltée sans précaution particulière en utilisant une embarcation pour le site de Stidia, alors que pour le site de Sidi Medjdoub les spécimens ont été prélevés au niveau de l'étage supra-littoral. Les moules récoltées ont été mises dans des sachets de Stomacher, puis transportées dans une glacière à température de 4°C jusqu'au laboratoire pour être triées le plus tôt possible et sans dépasser les 24 heures.



Figure 25 : Echantillonnage réalisé à Stidia. (Présente étude).

III. Présentation de la Zone d'étude

Dans le cadre de cette étude, nous avons choisi dans littoral de Mostaganem : la station de Stidia et la station de Sidi Medjdoub.

III.1.Stidia

Stidia est située à 15 km de Mostaganem, et à 65 km d'Oran, de superficie de 55 km^2 . La zone d'aménagement aquacole de Stidia, située à quelque 16 km de chef-lieu de la wilaya, deux investisseurs privés ont jeté leur dévolu pour l'élevage des moules, sur les concessions de 50 000 m^2 à l'eau. Un élevage qui se fera grâce aux filières dont le dispositif se compose d'un élevage en flottabilité grâce à des bouées fixées par des corps morts au fond de la mer. La direction des ressources halieutiques de la wilaya a attiré l'attention des responsables de ce secteur qu'il fallait éviter les risques de pollution de l'environnement pour la production de bonnes moules (DPRH, 2019).

La ferme mytilicole de Stidia est à proximité de la route nationale N°11 reliant Mostaganem à Oran ; le Gérant : Monsieur Antri Bouzar Riad avec un coût de l'investissement : 40971878 DA, elle contient 8 filières immergent leurs cordes à une longueur de 7 m et produit 150 tonnes de moules par an, d'une taille de 4 à 15 cm. La distance de chaque corde sur une même travée est de l'ordre de 10mètre, le cycle d'élevage prend entre 12 à 14 mois (DPRH Mostaganem, 2019).



Figure 26: La Ferme mytilicole du Stidia (DPRH Mostaganem, 2019).

➤ Coordonnées géographiques

Les coordonnées géographiques de Stidia sont : 35°49'56" N et 0°0'54" W en DMS, le méridien de Greenwich passe exactement par Stidia qui est à 0° 00' 00" de longitude.

➤ Coordonnées géographiques de la ferme

- ✓ Le site d'élevage se situe sur le long des côtes de Stidia ;
 - Les fonds sont généralement plats, en pente douce, avec un sédiment sablonneux.
 - Superficie En Mer : 05 Ha
 - Profondeur Du Site : 07 et 15 m
- **Points limites cardinaux de la zone d'élevage maritime** selon le Monsieur Antri Bouzar Riad.

Latitude

A: 0°02'59,99"O

B: 0°3'01,21" O

C: 0°02'41,17"O

D: 0°02'40,00"O

Longitude

35°51'01,57" N

35°51'15,72" N

35°51'14,71" N

35°51'01,00"

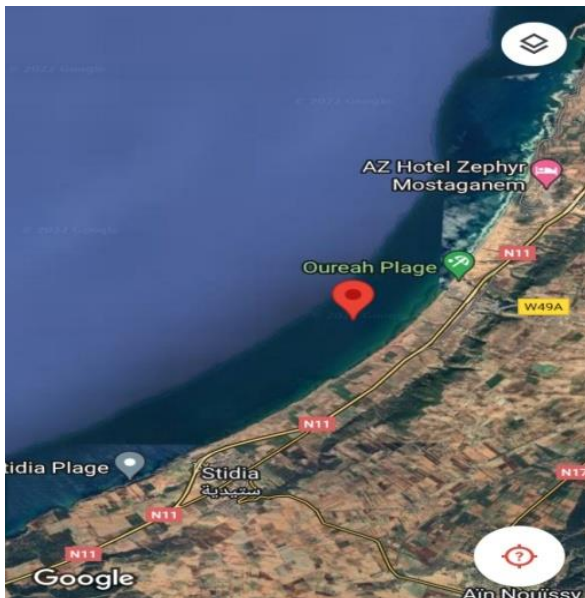


Figure27 : Image satellitaire de site Stidia



Figure28 : Le site de la ferme mytilicole
(Présente étude).

III.2.Sidi Medjdoub

« Sidi Medjdoub » présente une grande richesse paysagère et environnementale tel que les belles vues panoramique sur la côte de Mostaganem, avec une superficie de 17.30 ha et une forme longitudinale de côte de 1200 mètre qui nous aidée a lancé un habillage de front mer « water front » (Nahar et Ben hadjoudja, 2019). Elle est située environs de 1 Km à l'est du port de Mostaganem (position GPS = N 36°02,285 / E 000° 08, 005,) et forme une anse vers l'Est servant de protection pour les petites embarcations des pêcheurs. Le site de sidi Medjdoub est aussi exposé continuellement aux grands apports de l'émissaire principal des égouts de la ville de Mostaganem. (Benhenda et Cherit, 2020).



Figure 29 : La plage de Sidi Medjdoub (Présente étude).



Figure 30: Image satellitaire de Sidi Medjdoub



Figure 31: la zone d'étude de Sidi Medjdoub (Présente étude).

IV. Choix et intérêt de l'espèce étudiée (*Mytilus galloprovincialis*)

Les mollusques, en particulier les bivalves, sont des modèles d'intérêt (**Rittschof et McClellan-Green, 2005**). Les mollusques bivalves tels que *Mytilus galloprovincialis* sont cultivés et abondants dans les sites choisis. L'espèce *M.galloprovincialis* représente un produit alimentaire crucial pour la population local. Elle possède les caractéristiques d'un bio-indicateur: une taille suffisante pour réaliser des analyses, faciles à échantillonner, une large distribution, une vie sédentarité et un mode de nutrition de type suspensivore font de lui un excellent bio-indicateur de toutes sorte de contamination, la contamination organique et métallique (**Cossa, 1985**) et exceptionnellement bactériologique. Elle est sensible à la pollution chimique et bactérienne, la moule concentre les polluants et constitue un bon indicateur de la qualité des eaux.



Figure 32: *Mytilus galloprovincialis* échantillonnée à Stidia (A) et à Sidi Medjdoub (B) (**Présente étude**).

V. Analyses physico-chimiques et bactériologiques de l'eau de Mer

V.1. Analyses physico-chimiques

Les paramètres physico- chimique étudiés sont : la température, le pH, la conductivité et la salinité.

V.1.1. La température et le potentiel d'hydrogène (pH)

La mesure de la température et du pH a été réalisée « *in situ* » par un Thermomètre et un papier pH (Fig.33). Et juste après notre arrivée au laboratoire (4h du l'échantillonnage), les mesures ont été refaites ex situ en utilisant un pH mètre de paillasse (Fig.34).

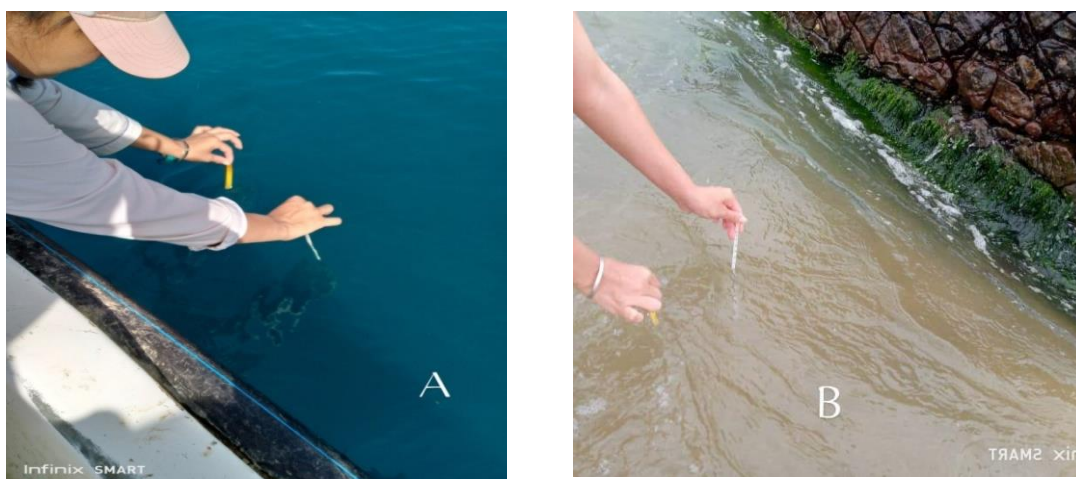


Figure 33: Analyses« *in situ* » de la température et du pH dans l'ensemble des sites. (**Présente étude**).

➤ Mode d'opération

Pour faire une lecture adéquate de la température « *in situ* » à l'aide d'un thermomètre il faut que le réservoir du thermomètre soit complètement immergé dans l'eau de mer dans laquelle on veut mesurer la température et on attendre que le niveau du liquide à l'intérieur du thermomètre se stabilise pour lire la température. Pour le pH en trempant une tige dans l'eau de mer à tester et on les dépose sur le papier pH. Celui-ci prend alors une couleur particulière que l'on compare avec les couleurs témoins du boîtier qui contenait le papier pH.

La mesure de potentiel hydrogène « *ex-situ* » se fait par un pH-mètre selon les étapes suivantes

- Allumer et Calibrer le pH-mètre avec les solutions tampons (pH=4, pH=7 et de pH=10), vérifier la calibration du pH-mètre avec le standard pH=7
- remplir le bêcher avec une quantité suffisante de l'eau à analyser.
- plonger successivement la sonde de température et l'électrode de pH dans l'eau
- Laisser stabiliser un moment puis noter la valeur de pH ainsi que celle de la température.

Les appareils de mesure du pH ou de la conductivité possèdent généralement un thermomètre intégré.



Figure 34 : La mesure du pH « *in situ* » et « *ex situ* » (Présente étude)

V.1.2. Conductivité et la salinité

La mesure de ces deux paramètres son été réalisée « *ex situ* » au laboratoire par un conductimètre.



Figure 35 : le conductimètre (Présente étude).

➤ Mode d'opération

Immerger la sonde dans l'eau et attendre quelques secondes pour la stabilisation de l'affichage sur l'écran du conductimètre. Les sondes sont rincées à l'eau distillée après chaque mesure. Obtenir les résultats de la mesure sur l'écran avec son unité.

La salinité est calculée à partir de la conductivité a l'aide de la formule suivant :

La relation entre la concentration en sel (C) et la conductivité électrique (EC) est approximativement : $C = 640 \text{ EC}$

$$\text{TDS (mg /l)} = \text{Conductivité} \times 640$$

La concentration en sel est donnée par le TDS (Quantité Totale de Matière Dissoutes) exprimé en mg de sel par litre d'eau (mg/L) ou en gramme de sel par mètre cube d'eau (g/m³) (i.e. mg/L = g/m³ = ppm).

$$\text{Salinité (g /l ou ‰): (TDS) /1000}$$

V.2. Analyses bactériologiques

Dans cette étude, et d'après les analyses bactériologiques effectuées à partir de l'eau de mer, nous avons recherché les *germes Aérobie Mésophile Totaux*, les bactéries indicatrices de pollution fécale (Coliforme totaux, fécaux et Streptocoque fécaux), et les bactéries pathogènes strictes (*Vibrions*, *Salmonella*, Staphylocoques).

V.2.1. Préparation des dilutions

Conformément aux normes **AFNOR NF V08-010 et ISO 6887-1:2017**, nous avons effectué des dilutions décimales pour chaque échantillon à l'aide d'eau distillée stérile. Elles doivent être effectuées dans des conditions aseptiques et minutieuses. Les dilutions suivant des séries logarithmiques dans les termes sont en progressions géométriques : 0,1; 0,01; 0,001 ...etc. (**Bourgeois et al ., 1996**).

- **Les dilutions :**

- Dilution 10^0 : consiste à la prise directe de la solution mère (l'échantillon d'eau de mer).
- Dilution 10^{-1} : dans un tube à essai contenant 9 ml d'eau distillée stérile, on ajoute 1ml d'eau de mer à analyser (10^0).
- Dilution 10^{-2} : dans un deuxième tube à essai, on ajoute 1ml de la dilution 10^{-1} à 9 ml d'eau distillée stérile.
- Dilution 10^{-3} : dans un troisième tube à essai, on ajoute 1ml de la dilution 10^{-2} à 9ml d'eau distillée stérile (**Trea et al., 2013**).
- **N.B** : L'agitation du contenu est nécessaire avant de préparer chaque dilution.

V.2.2. Recherche et dénombrement des coliformes par filtration sur membrane (ISO 9308-:2014 AMD 1:2016).

Les coliformes sont des bactéries gram négatifs appartenant à la famille des *Enterobacteriaceae* qui sont capable de fermenter le lactose. Les coliformes sont rencontrés largement dans les fèces d'origines animale et humaine. Ce groupe est constitué de deux catégories de bactéries (**Trea et al., 2013**) : Les coliformes totaux fermentant le lactose avec production de gaz pendant 48h à 35 °C (**Kabler et Clark,1961**), et les coliformes fécaux thermotolérants, capable de fermenter le lactose à une température de 44,5°C. L'espèce le plus fréquemment associé à ce groupe bactérien est *Escherichia coli*, dans une moindre mesure certains espèce de genre *Citrobacter*, *Enterobacter* et *Klebsiella* (**Santé Canada, 1991, Elmund et al., 1999, Edberj S-C et al., 2000**). Puisque les

coliformes meurent lors de leurs séjours en eau de mer, leur présence indique une contamination récente par des matières fécales (Trea *et al.*, 2013).



Figure 36 : L'appareil de filtration sur membrane (Présent travail).

➤ **Mode opératoire**

- Verser 100 ml de l'eau de mer dans la rampe à filtration stérile ;
- L'eau de mer à analyser doit être filtrée sur une membrane de cellulose (0,45µm) ;
- Après filtration de l'eau à étudier, la membrane est déposée sur un milieu gélosé approprié (gélose lactosée au TTC et Tergitol)
- Cette opération doit être effectuée en double et en utilisant toujours la méthode de la membrane filtrante car une boîte sera incubée à 37°C pour les coliformes totaux et l'autre à 44 ° C et sera réservée à la recherche des coliformes fécaux.
- L'incubation se fait pendant 24 à 48 h, et sous un aspect suffisamment caractéristique pour autoriser un diagnostic présomptif. Celui-ci peut être d'ailleurs confirmé par des repiquages judicieux.

➤ **La lecture des boîtes**

Permet de reconnaître la présence de coliformes par les caractéristiques suivantes :

- Coloration jaune, orange ou rouge brique (mais non violette) des colonies, résultant de l'absence de réduction du TTC par les coliformes ;
- En général, les *Escherichia coli* provoquent une coloration nettement orangée ; les *Klebsiella* une coloration jaune paille.

- La présence de bulles d'air est signalée par des taches blanches.

➤ **Deuxième étape : examen et repiquage des colonies sur des milieux de confirmation**

En certaines circonstances, il est possible de se contenter de compter les colonies correspondantes, d'après leurs aspects, aux coliformes ; il est toutefois recommandé de pratiquer des tests simples confirmatifs.

Cette étape comporte à partir d'une colonie isolée :

- Coloration par la méthode de Gram et examen microscopique des bacilles à Gram négatif.
- Bouillon lactosée bilié au vert brillant à cloche, incubé à 37 °C ; l'existence d'un virage au jaune et de gaz dans la cloche correspond à une réaction positive pour la présence de coliformes. Les tubes d'eau peptonée où l'addition de 2 ou 3 gouttes de Kovacs donne naissance à un anneau d'une coloration rouge ;
- Ensemencement sur kligler- Hajene ou Triple Sugar Iron (TSI) ;
- Identification biochimique par VITEK 2 (compact 15).

V.2.3. Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux par la filtration sur membrane (ISO 7899-2:2000)

Les streptocoques se caractérisent par leur morphologie (coques en chainettes), se présentent sous forme de cocci à Gram +, sphériques à ovoïdes formant des chainettes, ne possédant pas de catalase mais possédant l'antigène de groupe D, et un métabolisme anaérobie (**Pechère et al ., 1982 ; Hidouci, 2009**).

a. Test présomptif

- Verser 100 ml de l'eau de mer dans la rampe à filtration stérile ;
- L'eau de mer à analyser doit être filtrée sur une membrane de cellulose (0,45µm) ;
- Après filtration de l'eau à étudier, la membrane est déposée sur un milieu gélosé approprié, celle-ci est appliquée sur un support nutritif (milieu de Slanetz et Bartley contenant des substances inhibitrices qui laissent se développer préférentiellement les colonies de streptocoques fécaux) ;
- L'incubation se fait à 37°C pendant 48 h, et sous un aspect suffisamment caractéristique pour autoriser un diagnostic présomptif. Celui-ci peut être d'ailleurs confirmé par des repiquages judicieux.

b. Test confirmatif

- Après incubations de 48h les boîtes représentant des colonies rouges violettes ou rose sont considérées comme Positives et seront repiquer sur milieu BEA à 44 °C et incubé durant 30 min à 1h.

➤ Lecture des boîtes

Les boîtes présentant des colonies noires seront considérées comme positives et la lecture finale s'effectue également selon le dénombrement de streptocoques fécaux qui sont exprimés en nombre de germes par 100 ml. Les volumes d'échantillon à filtrer sont choisis en fonction des indications correspondantes données pour le dénombrement des streptocoques.

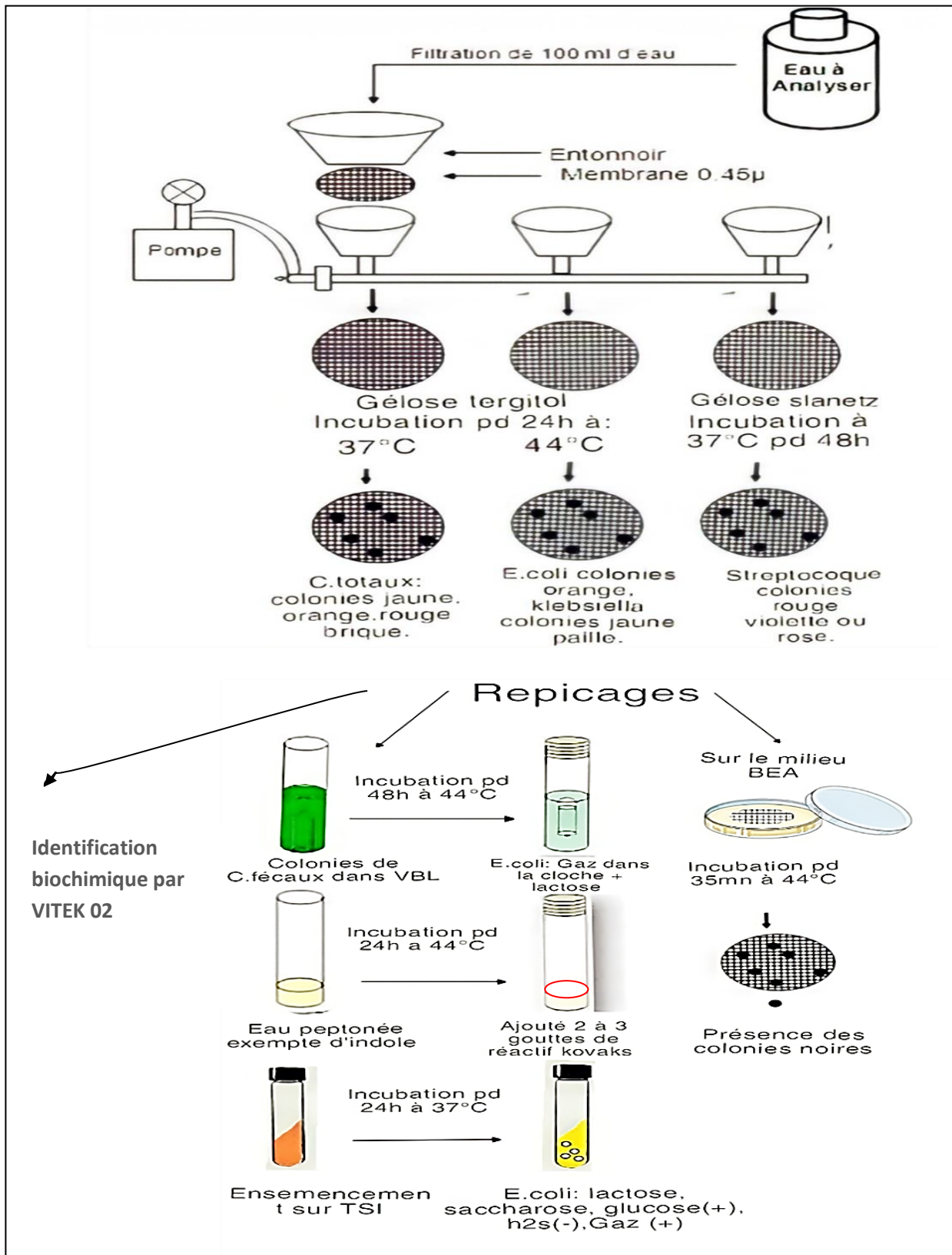


Figure 37 : Recherche et dénombrement de C. Totaux, Fécaux et Streptocoques Fécaux

Méthode de filtration (Belkheir et Belkihal, 2022).

V.2.4. Recherche des germes pathogènes

V.2.4.1. Recherche des Salmonelles

Les Salmonelles sont des entérobactéries bacilles à Gram négatifs , mobiles (ciliature péritriche) , aéro - anaérobies facultatifs , oxydase - , nitrate réductase + , fermentative du glucose , lactose - H₂S + , uréase - lysine décarboxylase + , utilisant la voie des acides mixtes indole , ne possédant pas la bêta - galactosidase , à forte contagiosité , responsables de gastro - entérites , toxi - infections alimentaires et des fièvres typhoïde et paratyphoïde (*S. typhi* et *S. paratyphi*) (Trea et al .,2013).

➤ Mode opératoire

1^{er} enrichissement sur le milieu BLMT

Consiste à introduire 25 ml d'échantillon dans un flacon contenant 100 ml de milieu B.L.M.T (bouillon lactose « mannitol » tamponne) + additif B.L.M.T, après homogénéisation.

- L'incubation se fait à 37°C pendant 24h.

2^{ème} enrichissement sur le milieu SFB (AFNOR, 1973)

Conformément à la norme ISO 6579-1/2017 et à la norme NF V08-013 ;

- Ensemencer un tube de SFB double concentration avec 10ml d'eau à analyser,
- L'incubation se fait à 37°C pendant 24h.

3^{ème} jour (Isolement)

- À partir du deuxième enrichissement effectuer un isolement sur des boites contenant le milieu Hektoen ou le milieu SS
- L'incubation se fait à 37°C 24h (Borrego et Romero,1982).

➤ La lecture

Les colonies se présentent sous les aspects suivants :

A. Milieu Hektoen :

- Colonies bleues à centre noir : *Salmonella* – *Proteus*- *Edwardstella*.
- Colonies vertes : *Shigella* - *Aeromonas*.
- Colonies saumon : *Escherichia* - *Klebsiella* - *Entérobactérie* -*Nitrobacter*.
- Colonies jaune rose : *Vibrion*.

B. Milieu Gélose SS :

- Colonies rouges lactose : *Enterobacter* - *Klebsiella* .

- Colonies incolores transparentes lactose : *Salmonella* – *Shigella*- *E.coli* - *Proteus* .
- Colonies à centre orangé : *Providencia* .
- Colonies à centre noir : *Salmonella* - *Citrobacter* - *Proteus*.
- Les colonies suspectes sont repiquées sur gélose TSI
- Une identification morphologique basée essentiellement :
 - sur l'état frais et la coloration de Gram.
 - Ensemencement d'une galerie biochimique classique ou bien de la galerie API10^S ou VITEK 02.

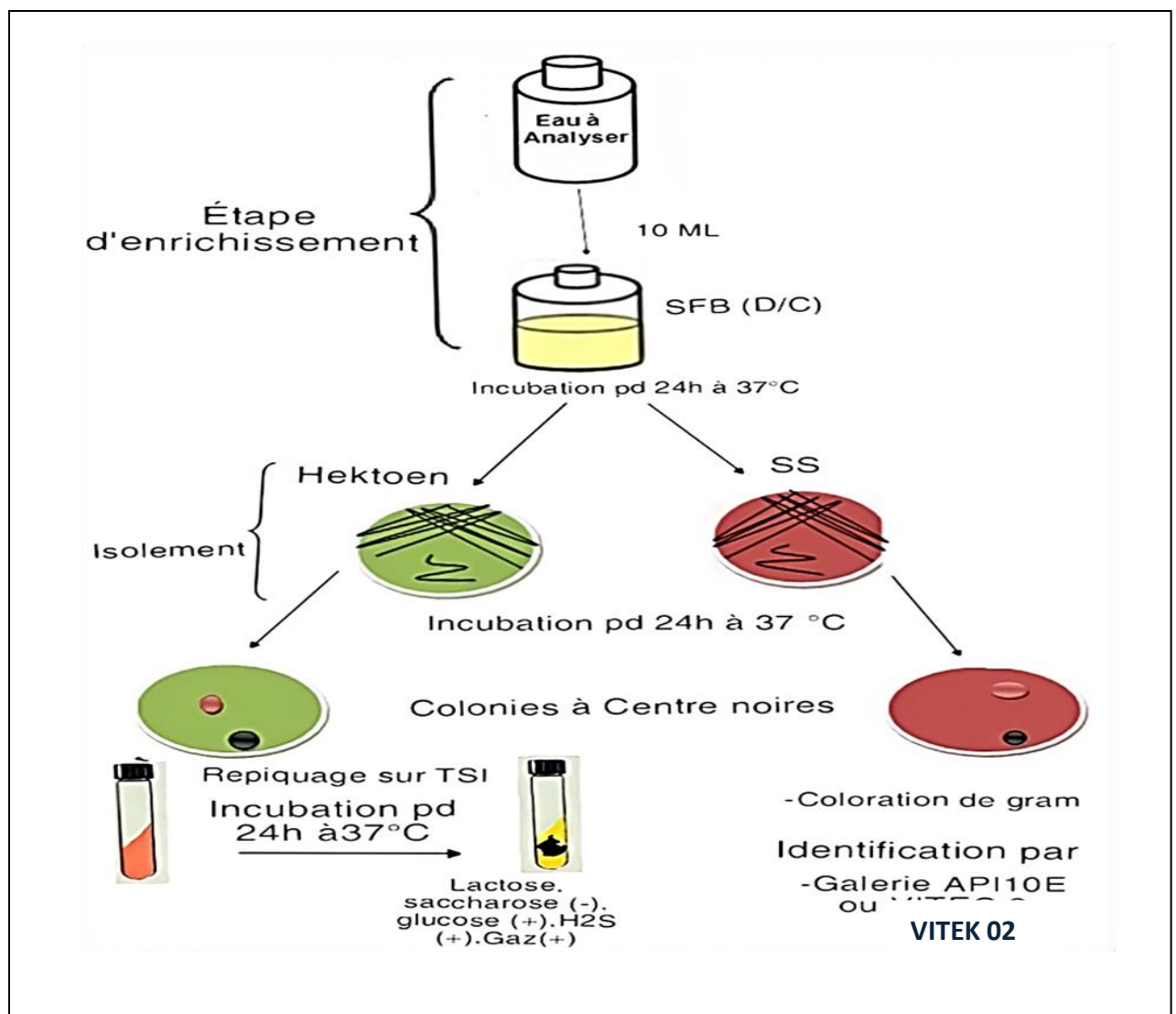


Figure 38: Recherches des *Salmonelles*. (Belkheir et Belkihal, 2022).

V.2.4.2. Recherche des *Staphylocoques* à coagulase + ISO 6888-1 (V 08-014)1999.

Les *Staphylocoques* sont des cellules sphériques de 0.5 à 25 µm, généralement regroupées en amas, ils sont immobiles et ne forment pas de spores et habituellement non capsulés. Ils sont aérobies ou anaérobies facultatifs, Gram (+), catalase (+), fermentent les sucres en produisant de l'acide lactique (Leclerc *et al.*, 1995).

➤ Préparation du milieu de culture:

- Au moment de l'emploi faire fondre un flacon contenant 180 ml de gélose Baird Parker, le refroidir ensuite dans un bain d'eau à 45 ° C, puis ajouter 15 ml d'une solution de jaune d'œuf au tellurite de potassium (**Réf : IPP 54205**) et 10 ml de l'eau distillée stérile.
- Mélanger soigneusement et aseptiquement, puis répartir le milieu en boîtes de pétri à raison de 15 à 18 ml par boîte.
- Laisser solidifier les boîtes sur paillasse.

➤ Ensemencement :

- À partir des dilutions décimales 1/1000 à 1/100 voire 1/10, porter aseptiquement 1 ml de chaque dilution, réparti en surface dans trois boîtes contenant le milieu de Baird Parker puis étaler à l'aide d'un même étaleur en commençant par les boîtes de plus haute dilution,
- L'incubation se fait à 37 ° C pendant 24 à 48 heures.

➤ Lecture :

- Seront considérées comme positives, les boîtes contenant des colonies caractéristiques à savoir des colonies noires, brillantes, convexes entourées d'une zone de transparence qui peut être translucide.
- Après 24 heures, peut apparaître dans cette zone transparente un anneau opalescent immédiatement au contact des colonies.
- Pour s'assurer qu'il s'agit bien de colonies de *staphylococcus aureus*, effectuer sur 2 à 3 colonies de chaque boîte des tests biochimiques rapides à savoir :
 - Une épreuve à la catalase (à l'aide de l'eau oxygénée).
 - Une épreuve à coagulase (à l'aide de plasma de lapin).
 - Identification biochimique par VITEK 02.

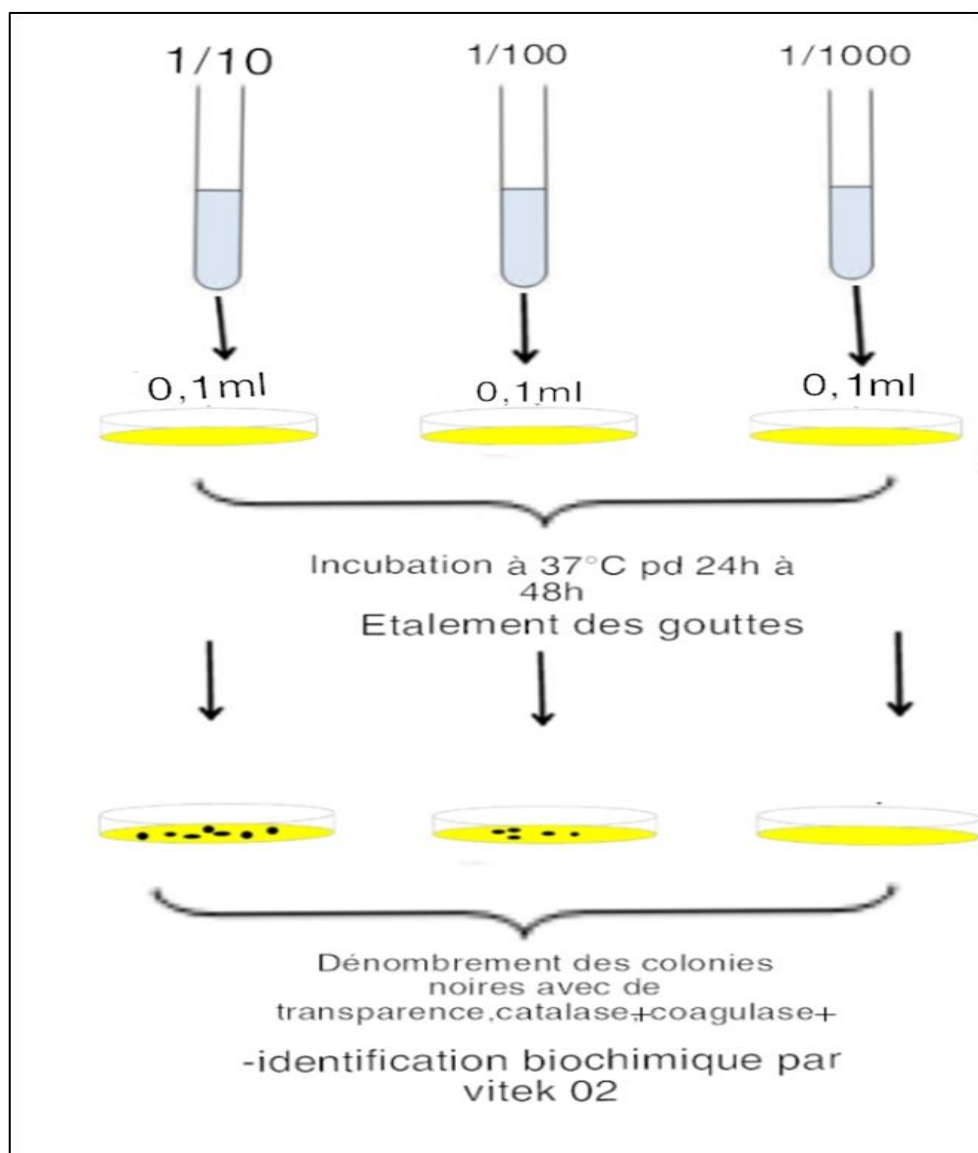


Figure 39 : Dénombrement des *Staphylocoques* (Belkheir et Belkihal, 2022).

V.2.4.3. Recherche des Vibrions

Les vibrions sont des bactéries qui produisent des toxines qui sont naturellement présentes dans l'eau, dans les poissons et dans les mollusques. 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* (Cohen et Karib, 2007). Les Vibrions se présente sous forme de bacilles à Gram (-) droite ou incurvés (BGN) très mobile, possédant une oxydase, aéro-anaérobies facultatifs, elle fermente le glucose avec ou sans production de gaz ni d'H₂S (Abess et Tabet, 2014).

➤ Mode opératoire

1^{er} jour (Enrichissement)

Le premier enrichissement s'effectue dans des tubes contenant 5ml de l'eau peptonée salée alcaline (EPA) à double concentration et 1ml de l'eau à analyser puis incubé à 37°C pendant 18-24 heures.

2^{ème} jour (Isolement)

L'isolement se réalise sur la gélose GNAB, conforme aux normes **NF V 45-111** et **NF ISO 8914** suivie d'une incubation à 37°C pendant 24h.

➤ Lecture des boîtes et identification

Sur le milieu GNAB les colonies sont rondes, plates, bord réguliers, surface lisse brillantes, translucides sous forme de goutte de rosées.

Une identification morphologique basée essentiellement :

- Sur l'état frais et la coloration de Gram.
- Ensemencement d'une galerie biochimique classique ou bien de la galerie API 10S.

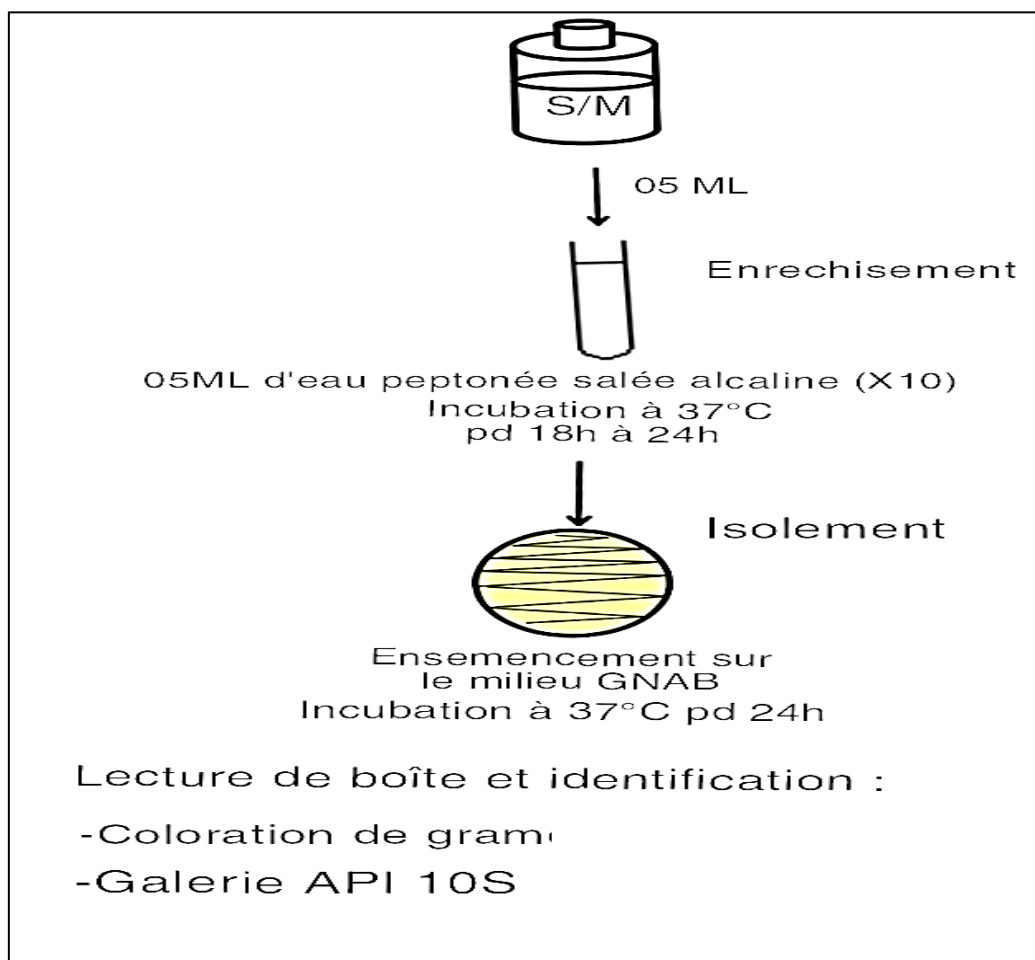


Figure 40 : Recherche des Vibrions. (Belkheir et Belkihal, 2022).

V.2.5. Recherche et dénombrement des Germes Aérobie Mésophile Totaux « GAMT » ISO 6222:1999

La recherche des micro-organismes aérobie non pathogène dits « revivifiables » ou encore « Germes totaux ou flore totale » (**Delerras, 2003**) permet de dénombrer les bactéries se développant dans des conditions habituelles de culture et représentant la teneur moyenne en bactéries d'une ressource naturelle. Ces germes n'ont pas d'effets directs sur la santé mais sous certaines conditions, ils peuvent générer des problèmes. Ce sont des indicateurs qui révèlent la présence possible d'une contamination bactériologique (**Lebres *et al.*, 2006 , Reggam, 2015**).

➤ Mode opératoire

À partir des dilutions décimales allant de 1/1000 à 1/10 porter aseptiquement 1 ml dans une boîte de Pétri vide préparée à cet usage et numérotée

- Compléter ensuite avec environ 20 ml de gélose PCA ou TDYM fondue puis refroidie à 45 +/-1 °C : le choix des milieux dépend de la nature des denrées à analyser.
- Faire ensuite des mouvements circulaires forment de « 8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose utilisée.
- Laisser solidifier sur paillasse, puis rajouter une deuxième couche d'environ 5 ml ou de gélose blanche. Cette double couche a un rôle protecteur contre les contaminations diverses.
- L'incubation se réalise à deux températures différentes : à 22°C et à 37°C.
- Première lecture à 24 h, deuxième lecture à 48 h, et troisième lecture à 72 h.

➤ Lecture

- Les germes totaux se présentent sous forme de colonies lenticulaires poussant en masse ; Il s'agit de dénombrer les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies. Les résultats sont exprimés en unité formatrice de colonies (UFC) par ml d'eau à analyser à 22°C et 37°C (**Lebres, 2002**).

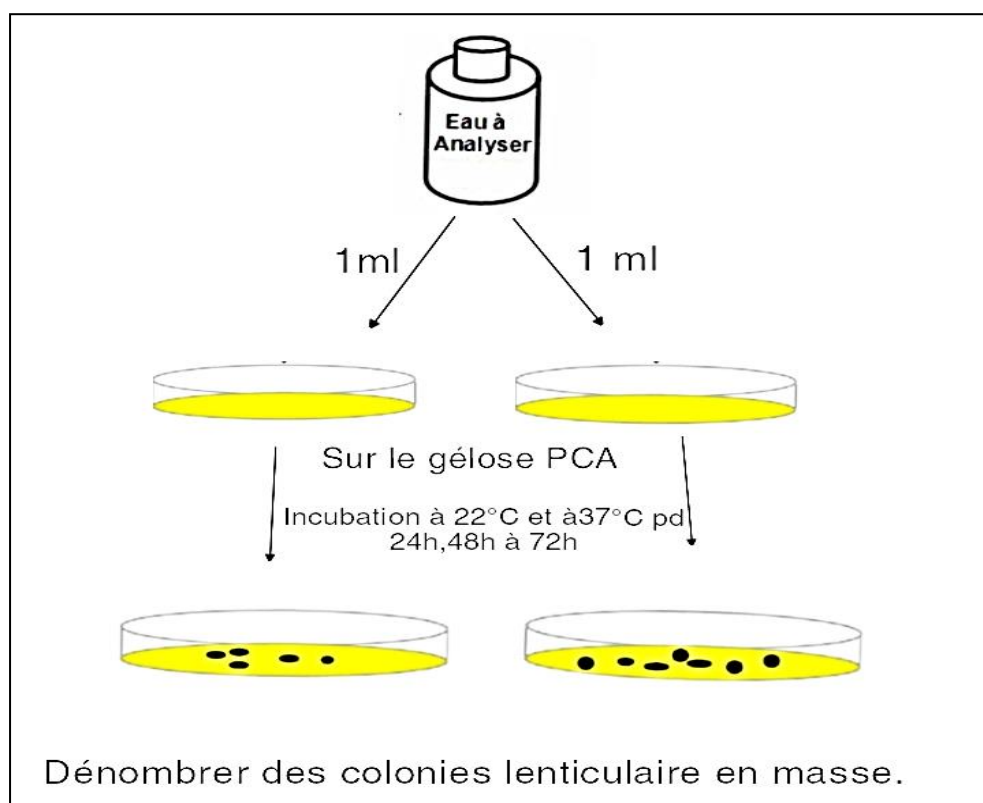


Figure 41 : Recherche et dénombrement des Germes Aérobies Mésophiles Totaux. (Belkheir et Belkihal, 2022).

VI. Analyses bactériologiques de la moule *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819)

L'analyse des échantillons de bivalves doit se faire dans les heures qui suivent la récolte, afin d'éviter une prolifération et une modification de la communauté bactérienne. Aucun échantillon ne doit être conservé pendant plus de 24h (Delarras, 2000).

Dans cette étude et d'après les analyses bactériologiques effectuées à partir de la solution mère, nous avons recherché les bactéries indicatrices de pollution fécale (*Coliforme fécaux* et *Streptocoque fécaux*), puis les bactéries pathogènes strictes : *Vibrions*, *Salmonella*, *Staphylocoque*.

VI.1 Préparation de la solution mère et les dilutions décimales

Les moules ont été bien lavés avec l'alcool et de l'eau distillé stérile. Ils ont été ouverts à l'aide d'un couteau stérile ; À leur ouverture, la chair plus le liquide inter-valvaire qui pèse 25 g ont été récupérés et puis broyée par un broyeur type stomacher et verser dans 225 ml du bouillon TSE. Nous avons effectué des dilutions décimales pour chaque échantillon à l'aide d'un bouillon TSE. Les dilutions suivant des séries logarithmiques dans les termes sont en progressions géométriques : 0,1 ; 0,01 ; 0,001 ...etc. (Bourgeois et al., 1996).

Conformément aux normes **NF V08-010**, Cette suspension constitue alors la dilution mère (D M) qui correspond donc à la dilution 1/10.

- Introduire ensuite aseptiquement à l'aide d'une pipette en verre graduée et stérile, 1 ml de la DM dans un tube à vis contenant au préalable 9 ml du même diluant ;
- Cette dilution est alors au 1/100 ... ainsi de suite jusqu'à l'obtention de la dilution 1/100 000 soit 10^{-5} .

VI.2. Recherche et dénombrement des Coliformes Totaux et Fécaux (ISO 4832 :1991) et (NF V08-60 :1996)

- À partir de la solution mère on a préparé une série de 05 dilutions (1/10,1/100 1/1000 ,1/10000 et1/100000) ; porter aseptiquement, 1ml de chaque dilution dans 5 boîtes de pétries puis verser les $\frac{3}{4}$ géloses VRBL ou VRBG en deux couche. Cette double couche a un rôle protecteur contre les diverses contaminations.
- Faire ensuite des mouvements circulaires forment de « 8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose utilisée.

➤ Incubation :

- Cette opération doit être effectuée en double pour chaque dilution car :
- La première série de boîtes sera incubée à 30 ° C, pendant 24h à 48h et sera réservée à la recherche des coliformes totaux,
- La deuxième série de boîtes sera incubée à 44 ° C, 24h à 48h et sera réservée à la recherche des coliformes fécaux.

➤ La lecture des boîtes

- Les coliformes (totaux et fécaux) apparaissent en masse sous forme de petites colonies de couleur rouge foncé et de 0,5 mm de diamètre, fluorescentes. La fluorescence de ces colonies est mise en évidence lors de leur observation sous une petite lampe à UV dans une chambre noire (Lebres et Mouffok, 1999).

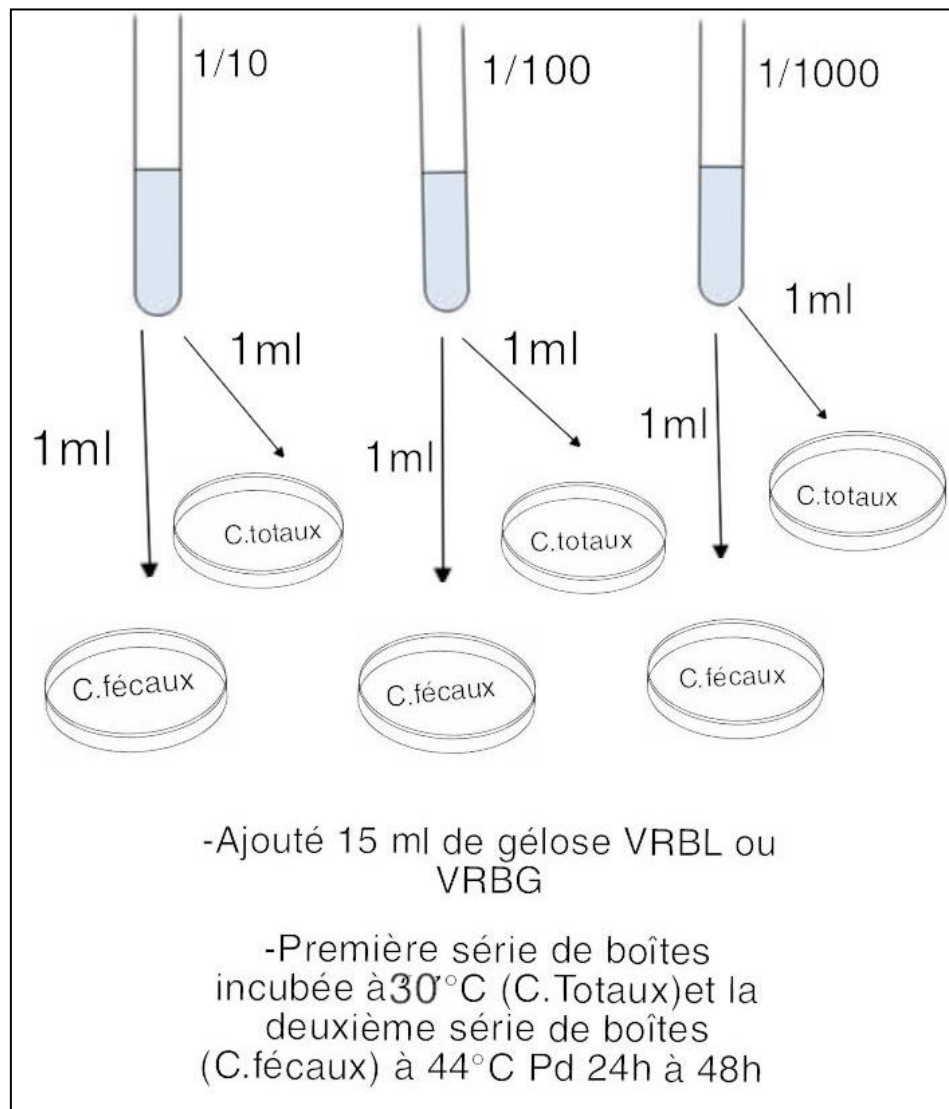


Figure 42 : Recherche et dénombrement des Coliformes Totaux et Fécaux. (Belkheir et Belkihal, 2022).

VI.3. Recherche des streptocoques Fécaux (NF T90-411)

➤ Principe

On réalise deux tests successivement: un test présomptif en milieu de Rothe, et un test confirmatif en milieu Eva-litsky. L'incubation dans les 2 tests se fait en 37°C pendant 24 à 48h (Manuel de Bergey, 1984).

Test présumptif**➤ Mode opératoire**

- On prépare une série de 03 tubes contenant 9ml de milieu de Rothe D/C avec 10ml de la dilution mère.
- 03 tubes de Rothe S/C avec 1ml de la même dilution.
- 03 tubes de Rothe S/C avec 0,1ml de la même dilution.
- L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 h.

➤ Lecture

Les tubes présentant un trouble microbien seront considérés comme positifs et la lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table du NPP.

a. Test confirmatif

- Le test de confirmation est basé sur la confirmation des Streptocoques du groupe D éventuellement présent dans le test de présomption.
- Les tubes du Rothe trouvés positifs feront donc l'objet d'un repiquage à l'aide d'une ose bouclée dans un tube contenant le milieu Eva-Litsky, bien mélangé le milieu et l'inoculum.
- L'incubation se fait à 37°C pendant 24h

➤ Lecture

- Seront considérés comme positifs les tubes présentant à la fois: un trouble microbien.
- Une pastille violette (blanchâtre) au fond de tube
- La lecture finale s'effectue selon les prescriptions de la table du NPP.

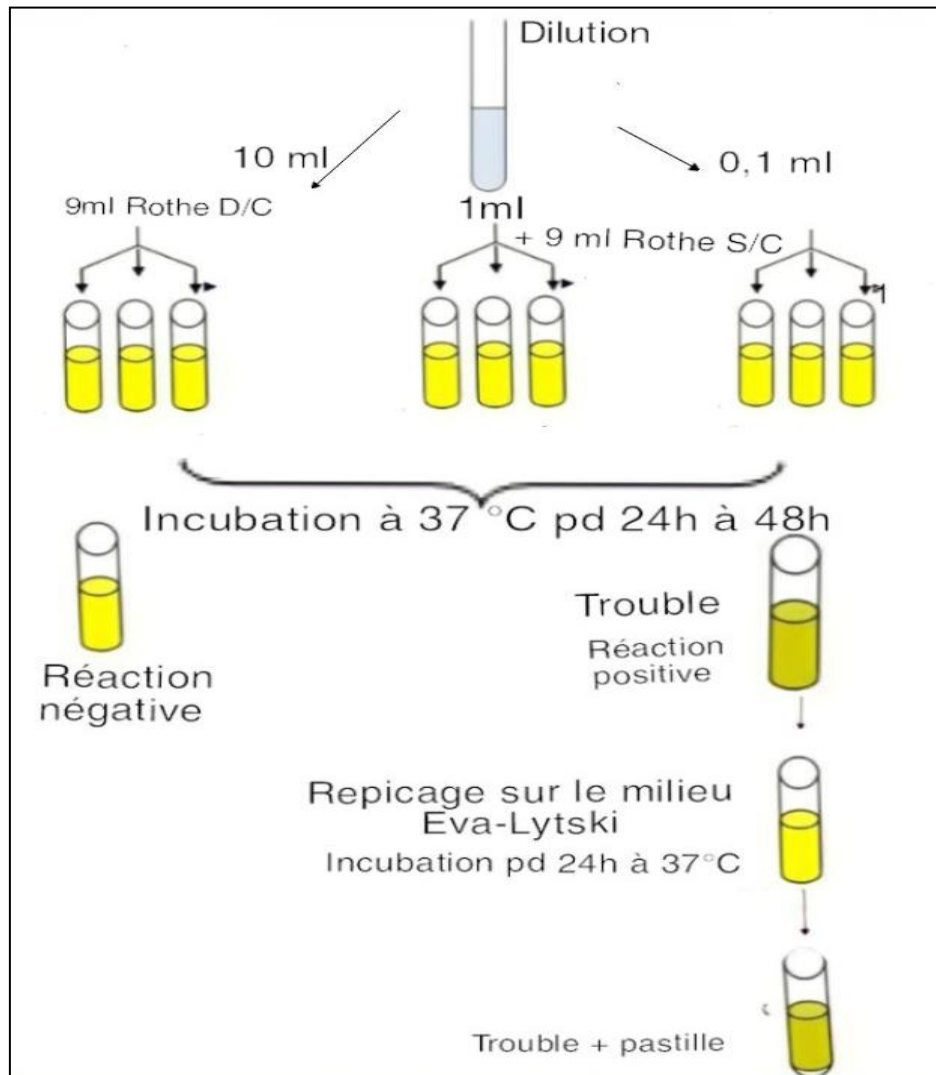


Figure 43 : Recherche des *Streptococques fécaux*. (Belkheir et Belkihal, 2022).

VI.4.Recherche des salmonelles (ISO 6579-1 :2017)

➤ Mode opératoire

1^{er} jour (Pré-enrichissement)

Introduire 5ml de l'homogénat de solution mère dans 5 ml d'eau peptone tomponné puis incubé à 37°C pendant 16 à 24 h (Navoun, 2005).

2^{ème} jour (Enrichissement)

Introduire 10 ml de la culture précédente dans un flacon du SFB D/C de 100ml plus 5 disques de l'additif SF B Puis incubé à 37 °C pendant 24h

3^{ème} jour (Isolement)

Les géloses sélectives qui ont été utilisées: gélose SS et Hektoen sont ensemencées par technique de quadrant puis incubées à 37°C pendant 24h (Navoun, 2005).

➤ Lecture des boîtes et identification

Même identification faite pour les Salmonelles dans l'eau de mer (voir la page 53).

Les colonies suspectes sont repiquées sur gélose TSI

- Une identification morphologique basée essentiellement :
- Sur l'état frais et la coloration de Gram.
- Ensemencement d'une galerie biochimique classique ou bien de la galerie API10^S ou VITEK 02 .

VI.5. Recherche des Staphylocoques à coagulase + (ISO 6888)**➤ Principe**

Le milieu Chapman est un milieu sélectif, permettant la croissance des germes halophiles. Ce milieu contient un agent inhibiteur (forte concentration en chlorure de sodium), parmi ces germes figurent au premier rang des bactéries du genre Staphylocoques.

➤ Mode opératoire**1^{er} jour (enrichissement) au milieu de Giolliti Cantonii (Lebres et Mouffok, 1999)**

- Ouvrir aseptiquement le flacon contenant le milieu de Giolliti Cantonii pour y ajouter 15 ml d'une solution de tellurite de potassium et mélanger soigneusement ;
- À partir des 05 dilutions décimales retenues, porter aseptiquement 1 ml par dilution dans un tube à vis stérile ;
- Ajouter par la suite environ 15 ml du milieu d'enrichissement et bien mélanger le milieu ;
- L'incubation se fait à 37 ° C pendant 24h.

2^{ème} jour (Isolement et identification)

- Seront considérés comme positifs, les tubes ayant virés au noir. Pour s'assurer qu'il s'agit bien d'un développement de *staphylococcus aureus* :

- Ces tubes feront l'objet d'un isolement sur gélose Chapman préalablement fondue, coulée en boîtes de pétri et bien séchées.

Les boîtes de Chapman ainsiensemencées seront incubées à leur tour à 37 ° C pendant 24 à 48 heures. Après ce délai,

➤ Lecture des boîtes

- Après ce délai, repérer les colonies suspectes à savoir les colonies de taille moyenne, lisses, brillantes, pigmentées en jaune et pourvues d'une catalase.

-Identification biochimiques par VITEK2.

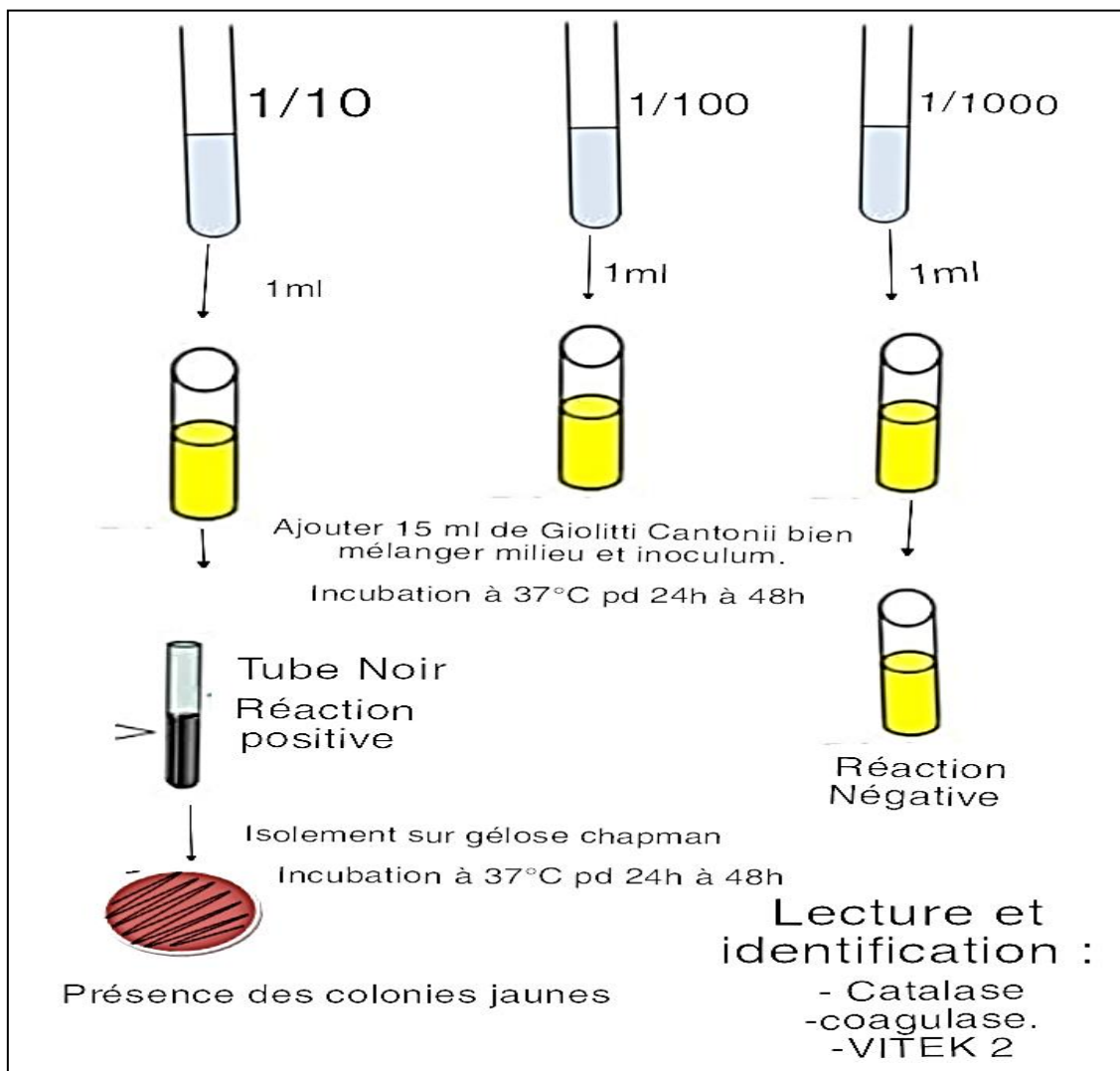


Figure44 : Recherche des staphylocoques à coagulase +.(Belkhier et Belkihal, 2022).

VI.6. Recherche des Vibrions

Concernant la recherche des vibrions, la même méthode appliquée à leurs recherches dans l'eau de mer est utilisée pour leur isolement dans les moules (voir la page 56).

VII. Identification des bactéries isolées

VII.1. Examen macroscopique des caractères cultureux

L'aspect des colonies dépend du milieu, de la durée et la température d'incubation. Il ne pourra être décrit convenablement qu'à partir des colonies bien isolées.

La description des colonies doit mentionner plusieurs éléments:

- La taille
- La forme : bombée, plate, ombiliquée, à centre surélevé.
- L'aspect de la surface : lisse, rugueux.
- L'opacité : opaque, translucide, transparent.
- La consistance : grasse, crémeuse, sèche, muqueuse.
- Pigmentation (**Delarras, 2003**).

VII.2. Examen microscopique après coloration de Gram

- **Les étapes de coloration de Gram**

- À partir de la culture à étudier préparer un frottis. :

Nettoyer une lame à l'alcool.

Déposer une goutte d'H₂O sur la lame.

Toucher une colonie à l'aide d'une pointe jaune ou d'un cure-dent stérile pour prélever des bactéries.

Il n'est pas nécessaire de prendre beaucoup de bactéries

Frotter la pointe dans la goutte d'eau. Laisser sécher à l'air.

Passer 3 fois la lame dans la petite flamme (veilleuse) du bec Bunsen pour fixer l'échantillon à la chaleur.

- Réaliser une coloration simple au violet de Gentiane sur le frottis fixé, laisser agir pendant 1 minute.

Jeter l'excès de colorant et Rincer très brièvement en faisant couler de l'H₂O sur la lame au-dessus du frottis (pas directement sur le frottis).

Ajouter le Lugol qui permet de fixer le violet dans les bactéries. et laisser agir pendant 1 minute puis laver avec de l'eau

Décolorer en faisant couler la solution de décoloration sur la lame jusqu'à ce que le violet ne s'écoule plus du frottis (5 à 10 secondes). Laver avec de l'eau.

- Recolorer avec la Fuchsine, laissé agir pendant 30 secondes Rincer à l'H₂O et laisser sécher à l'air **(Delarras, 2003)**.

➤ **Lecture**

Observer au microscope :

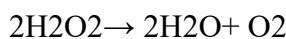
- Les bactéries Gram (-) sont roses.
- Les bactéries Gram (+) sont de coloration violette **(Delarras, 2003)**.

VII.3. Examen lié aux caractères biochimiques

➤ **Test catalase**

Principe

La catalase est une enzyme contenant du fer, qui catalyse la décomposition du peroxyde d'hydrogène H₂O₂ en eau et en oxygène. Synthétisée par la plupart des bactéries aérobies strictes et anaérobies facultatives. La présence de catalase se marque par la formation des bulles de gaz (oxygène) **(Singleton, 2004)** selon la réaction suivant :



➤ **Technique**

Dans la version traditionnelle du test, on transfère un peu de matériel bactérien d'une boucle, dans une goutte d'eau oxygénée déposée sur lame **(Singleton, 2004)**.

➤ **Lecture**

Avec cette technique, si les bactéries examinées possèdent une catalase, on observe un dégagement immédiat de bulles gazeuses. Si un dégagement de bulles de gaz (oxygène) apparaît, le test est dit positif **(Delarras, 2003)**.

➤ **Test coagulase**

Principe

Certaines souches « coagulase + » de *staphylococcus* produisent une ou le plus souvent deux protéines différentes appelées coagulase ; elles se détectent (par le test en tube) par sa capacité à coaguler du plasma contenant un anticoagulant comme le citrate, l'oxalate ou l'héparine **(Singleton, 2004)**.

➤ **Technique**

Une version du test consiste à ajouter dans un tube à essai 0,5 ml d'une culture liquide de 18 à 24 h de la souche à tester à 1ml de plasma. L'incubation se fait à 37°C pendant 24h **(Singleton, 2004)**.

➤ Lecture

On détecte la coagulase liée par un test sur lame : une boucle chargée de plasma citraté ou oxalaté est agitée sur une lame porte-objet, dans une goutte d'une suspension bactérienne épaisse. En cas de test positif les cellules s'agglutinent dans les 5 secondes. La coagulase libre déclenche la conversion du fibrinogène du plasma en fibrine laquelle forme le caillot (Singleton, 2004).

➤ Identification par TSI (sulfate ferreux à triple sucre)

Le milieu de sulfate ferreux à triple sucre est utilisé pour l'identification présomptive des bacilles entériques : des entérobactéries basées sur la fermentation du glucose, du lactose, du saccharose et sur la production de gaz et d' H_2S . Le Triple Sugar Iron Agar contient trois glucides (glucose, lactose et saccharose).



Figure 45: Le milieu Triple Sugar Iron (Microbiology Info.com, 2019).

➤ Identification biochimique par La galerie API 10S

➤ Présentation de la galerie API® 10 S

La galerie API 10^S est un système standardisé pour l'identification des Entérobactéries et autres bacilles Gram négatifs non fastidieux, utilisant 10 tests biochimiques standardisés et miniaturisés, ainsi qu'une base de données. La liste complète des bactéries qu'il est possible d'identifier avec ce système est présente dans le Tableau d'identification en fin de notice (Delarras, 2007).

➤ Principe

La galerie API 10S est un système standardisé permettant d'identifier 14 espèces et sous-espèces. Elle comporte 10 microtubes surmontés de cupules. Les tubes contenant des substrats sous forme

déshydratée. Les tests sont inoculés avec suspension bactérienne. Les réactions ou révélés par l'addition de réactifs (Delarras, 2007).

➤ Mode opération

L'opération s'effectue selon les étapes suivantes:

- Réunir fond et couvercle d'un biote d'incubation et répartir environ 5 ml d'eau distillée dans les alvéoles pour créer une atmosphère humide.
- Remplir les tubes et la cupule de test : | CIT | , avec la suspension bactérienne.
- Remplir uniquement les tubes (et non les cupules) des autres tests.
- Créer une anaérobiose dans les tests : LDC, ODC, URE, H₂S en remplissant leurs cupules avec l'huile de paraffine.
- Incuber à 37° C pendant 18-24 heures (Delarras, 2000).

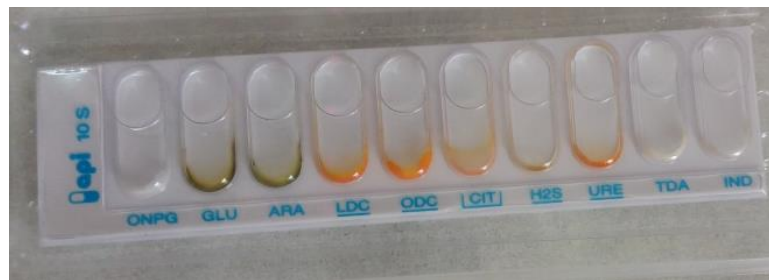


Figure 46 : La galerie API 10 S (Présent travail).

➤ Identification biochimique par VITEK® 2

C'est un instrument entièrement automatisé et standardisé, permet de réaliser des tests d'identification et d'antibiogramme rapides et précis. Logiciel VITEK® 2 PC convivial et compatible avec le SIL, son concept permet d'optimiser le flux de travail, réduction des temps de manipulation et rendu rapide des résultats (BioMérieux, 2015).



Figure 47 : Identification biochimique par VITEK® 2(Présent travail).

1: l'inoculum ; 2: Emplacement de l'inoculum dans la cassette VITEK® 2 ; 3 : Emplacement des cassettes dans VITEK® 2

➤ Fonctionnement

Après avoir procédé à l'isolement des micro-organismes, la manipulation se résume à une simple étape de standardisation de l'inoculum. L'inoculum est placé dans la cassette VITEK® 2 de la station Smart Carrier Station™ dans laquelle la carte VITEK® 2 et l'échantillon sont reliés virtuellement. Une fois la cassette chargée, le système gère l'incubation et la lecture de chaque carte sans aucune autre intervention (BioMérieux, 2015).

VIII. Dénombrement et mode de calcul (Haichour, 2019)

VIII.1. Dénombrement après filtration sur membrane

Le nombre de colonies présentes sur la membrane permet de calculer la concentration bactérienne N en nombre d'Unités Formant Colonie (UFC) par ml selon la formule :

$$N_{\text{UFC/ML}} = n / v$$

- n : nombre d'UFC sur la membrane,
- V : volume de produit filtré en ml

VIII.2. Technique de numération en surface de la gélose

Le calcul de la concentration en micro-organismes [N] présents dans l'échantillon essai est une moyenne pondérée à partir des résultats de 2 dilutions successives. Pour que le calcul soit valable, il est nécessaire de compter sur au moins une boîte contenant entre 15 colonies et 300 colonies.

$$N_{\text{UFC/g}} = \frac{\sum C}{(n1 + 0.1n2)dV}$$

- **Σc** : la somme de toutes les colonies comptées sur toutes les boîtes retenues (et tel que au moins une des boîtes comptées contenait au moins 15 colonies).
- **V** : le volume inoculum appliqué à chaque boîte (généralement 1ml en masse et 0.1ml en surface)
- **n1** : le nombre de boîtes retenues à la première dilution (en général 2).
- **n2** : le nombre de boîtes retenues à la deuxième dilution (en général 2).
- **d** : le taux de dilution de la première dilution retenue pour les comptages sur boîte.

Si aucune boîte ne contient au moins 15 colonies, faire la moyenne arithmétique des colonies comptées sur les 2 boîtes de la plus petite dilution d et tenir compte de cette dilution. Bien préciser dans l'expression du résultat qu'il s'agit alors d'une estimation en rédigeant ainsi : « nombre estimé de micro-organismes par millilitre = ... ».

VIII.3. Dénombrement à essais multiples «technique du nombre le plus probable NPP»

Le nombre caractéristique de la série est reporté dans une table statistique de Mac Grady .On y lit le Nombre le Plus Probable (NPP) de microorganismes présents dans l'inoculum de la dilution correspondant aux centaines nombres caractéristiques.

Cela signifie qu'il y a statistiquement quinze bactéries dans l'inoculum de la dilution 10-(n+1) Le résultat est exprimé selon l'équation :

$$N = (NPP \times K) / V$$

- **N** : nombre de micro-organismes par ml de produit ;
- **NPP** : nombre lu dans la table ;
- **K** : facteur de dilution (inverse de dilution) correspondant au chiffre des centaines du nombre caractéristique (combinaison retenue) ;
- **V** : volume de l'inoculum.

IX. Expression des résultats

- **Tableau 06** : valeurs limites des critères Microbiologiques et Physico-chimiques des eaux de baignade (JORA, 1993)

Paramètres	Unités	Valeur guide	Valeur limité
Microbiologiques			
Coliforme totaux	/100 ml	500	10.000
Coliforme fécaux	/100 ml	100	2.000
Streptocoques Fécaux	/100 ml	100	-
<i>Salmonella</i>	1L	/	0
<i>Vibrio</i>	/450ml	/	0
Physico-chimiques			
pH	-	-	6-8
Oxygène dissous	% Saturation en oxygène	-	80-120

- **Tableau 07**: valeurs limites des critères Microbiologiques et Physico-chimiques de la qualité de l'eau de baignade de la mer méditerranée (Arrêté du 15/04/19, NOR : SSAP1901373A article 1er 1°, François de Dardel, 2011) .

Paramètres	Unités	Valeur limité
Microbiologiques		
<i>Staphylocoque.aureus</i>	UFC/100ml	20
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	UFC/100ml	100
Physico-chimiques		
Température		25°C
Salinité		35- 38 g/l
Conductivité		50 mS/cm (50'000 µS/cm) à 20 °C

- **Tableau 08** : valeurs limites des critères bactériologiques des Mollusques bivalves vivants (JORA, 2017)

Les bactéries recherchées	Plan d'échantillonnages		Limites microbiologiques ufc/g	
	N	c	m	M
<i>Escherichia coli</i>	5	1	230	700
			NPP*/100g	NPP*/100g
<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	

- **Tableau 09** : valeurs limites des critères bactériologiques des Mollusques bivalves (MAPAQ, 2019)

Les bactéries recherchées	Plan d'échantillonnages		Limites microbiologiques ufc/g	
	n	c	m	M
Staphylocoques à coagulase +	5	2	10 ³	10 ⁴
Streptocoque			<2.5.10 ³ /100ml de chair et de liquide intervalaire	
<i>Vibrio</i>	10	1	10 ²	10 ⁴

m : fixé par décret (surtout fonction du germe, du consommateur type et de l'aliment) tous les résultats égaux ou inférieurs à m sont considérés comme satisfaisants.

M : seuil limite au-delà duquel les résultats sont considérés comme non satisfaisants sans que le produit soit dangereux. (Les valeurs de M sont fixées à : M = 10 m quand les dénombrements sont réalisés en milieux solides et M = 30 m pour des numérations en milieu liquide)

n : nombre d'unités composant l'échantillon

c : nombre d'unités de l'échantillon donnant des valeurs entre m et M Qualité du lot Satisfaisante ou acceptable : aucun résultat ne dépasse M Satisfaisante : les valeurs déterminées sont inférieures à : 3 m lors de numérations en milieu solide et 10 m en milieu liquide.

Acceptable : les valeurs déterminées sont comprises entre : 3 m et 10 m en milieu solide et 10 m et 30 m en milieu liquide avec le plan $n = 5$ et $c = 2$. Non satisfaisant : des valeurs supérieures à M .

Chapitre 03

Résultats &

Discussion

I. Résultats des paramètres physico-chimiques

I.1. Température

Le tableau 10 regroupe les résultats de la mesure de la température de l'eau de mer des deux sites Stidia et Sidi Medjdoub.

➤ **Tableau 10:** Résultats de la mesure de la température de l'eau de mer des deux sites.

Les sites	Stidia			Sidi Medjdoub	
Les mois	Avril	Mai	Juin	Mai	Juin
T°C « <i>in situ</i> »	17	22	22	20	22
T°C « <i>ex situ</i> »	17,6	24,2	23	20,3	22,4

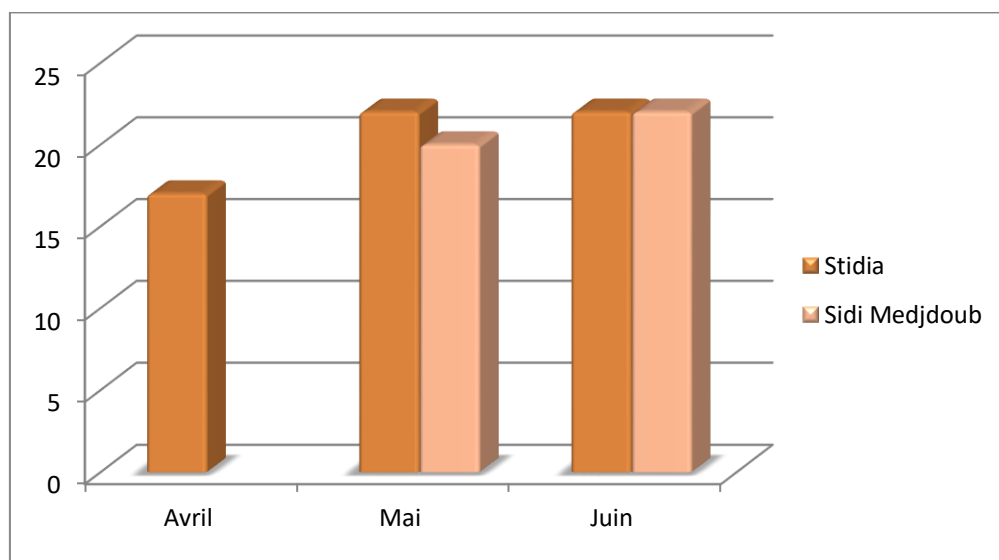


Figure48 : Les variations de la température « *in situ* » au niveau des deux sites.

L'étude que nous avons menée sur l'eau montre que la température présente des variations sensiblement identiques dans les deux sites. Les valeurs les plus élevées sont enregistrées en mois de Mai et Juin (22°C). Alors que la valeur minimale est signalée en mois d'Avril dans le 1^{er} site. Les valeurs obtenues ne dépassent en aucun cas celle fixée par les normes qui est de l'ordre de 30 ° C.

- 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**).
- La valeur maximale peut être expliquée par le changement climatique : réchauffement de la couche superficielle de l'eau dû au rayonnement du soleil et la température de l'air.

I.2.Potentiel hydrogène (pH)

Les résultats de la mesure du pH de l'eau de mer des deux sites Stidia et Sidi Medjdoub sont regroupés dans le tableau 11.

➤ **Tableau11:** Résultats de la mesure du pH de l'eau de mer des deux sites.

Les sites	Stidia			Sidi Medjdoub	
Les mois	Avril	Mai	Juin	Mai	Juin
pH « <i>in situ</i> »	6	6	6	6	6
pH « <i>ex situ</i> »	6	6,64	6,65	6,76	6,73

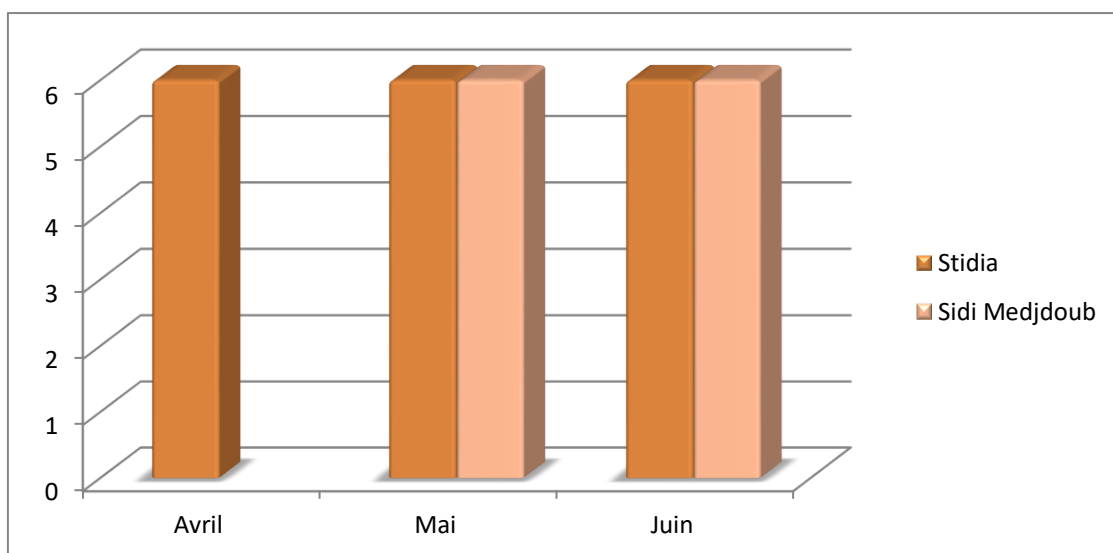


Figure 49 : Les variations du pH « *in situ* » au niveau des deux sites.

Le pH est légèrement acide dans l'ensemble des sites. Les variations de ses valeurs dans les deux sites ne sont pas très importantes. Elles sont sensiblement similaires. En effet les valeurs sont de 6 « *in situ* » et elles varient entre 6 et 6,76 « *ex situ* », sont caractéristiques de la majorité des eaux de surface.

D'après ces résultats, on remarque que le pH de l'eau de mer de chaque site est dans les normes selon le Journal Officiel de la République Algérienne N° 46,1993 relatif à la qualité des eaux de baignade qui varie entre 6 et 8.

I.3. Conductivité

Les résultats de la mesure de la conductivité de l'eau de mer des deux sites Stidia et Sidi Medjdoub sont regroupés dans le tableau 12.

➤ **Tableau 12:** Résultats de la mesure de la conductivité de l'eau de mer des deux sites.

Les sites	Stidia			Sidi Medjdoub	
Les mois	Avril	Mai	Juin	Mai	Juin
Conductivité mS/cm)	51,2	50,3	50,6	49,2	50,7

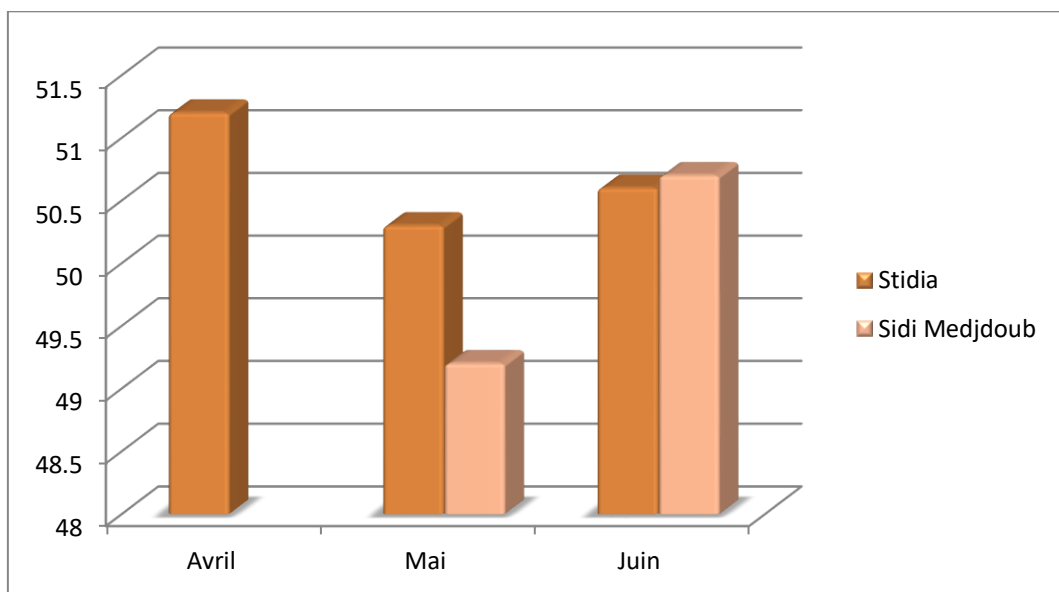


Figure50: Les variations de la conductivité au niveau des deux sites.

Les résultats obtenus dans les deux sites indiquent que la conductivité respecte la norme, qui est fixée à 50mS /cm.

I.4.Salinité

Les résultats de la mesure de la quantité du sel Na Cl de l'eau de mer des deux sites, Stidia, et Sidi Medjdoub sont regroupés dans le (Tableau 13).

➤ **Tableau 13:** Résultats de la mesure de la quantité du sel Na dans l'eau de mer des deux sites.

Les sites	Stidia			Sidi Medjdoub	
Les mois	Avril	Mai	Juin	Mai	Juin
Salinité g/l	32,77	32,19	32,38	31,49	32,44

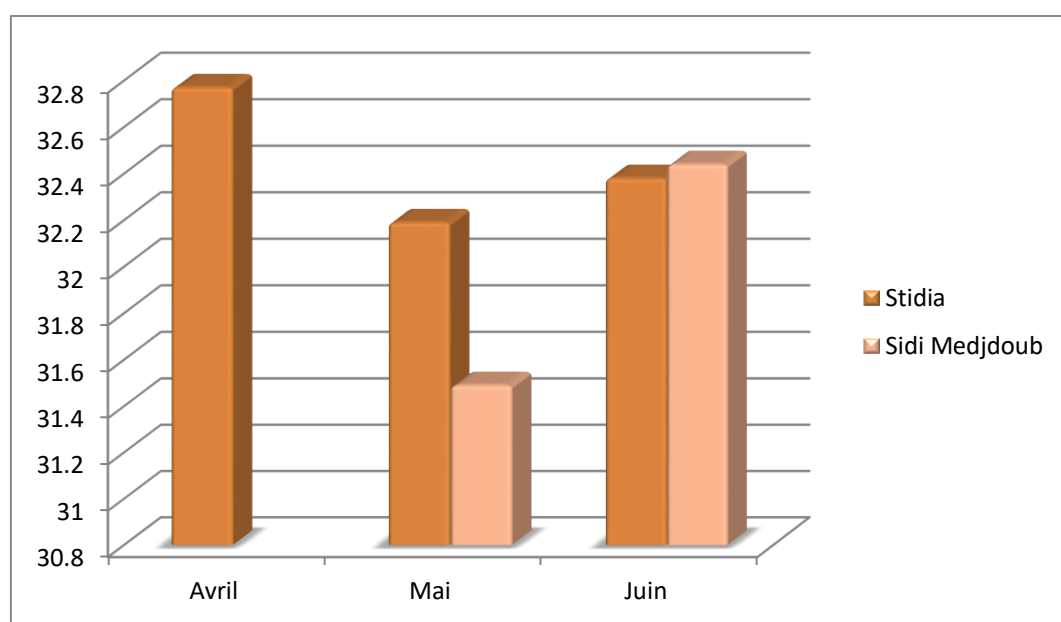


Figure 51 : les variations de la salinité au niveau des deux sites(g/l)

Dans l'ensemble des sites, les résultats obtenus ont une relation directe avec la conductivité. L'augmentation de la conductivité d'une solution est due à la forte concentration en sels tel que les chlorures (**Rodier, 2009**). Les résultats affichent une salinité inférieure les normes qui varie entre 35 et 40g/l dans la mer Méditerranée.

II. Résultats des analyses microbiologiques

A) -Eau de Mer

Les résultats globaux des analyses microbiologiques effectuées sur l'eau de mer dans deux sites (Stidia et Sidi Medjdoub) sont consignés dans le tableau 14. Ces résultats indiquent que les niveaux de contamination de l'eau de mer varient en fonction de la flore recherchée et du lieu de prélèvement.

➤ **Tableau 14** : Résultats globaux des analyses microbiologiques des eaux de mer dans les deux Sites (en UFC/100 ml pour CT, CF et SF et UFC/ml pour le reste des germes).

Germes Sites /Mois		GAMT à 22°C	GAMT à 37°C	CT	CF	<i>E. coli</i>	SF	Staph à coagulase +	SL	<i>Enterobacter aerogenes</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	<i>Panotaea spp</i>	<i>Vibrio</i>
Stidia	Avril	Abs	1,9×10	3,1×10	00	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
	Mai	Abs	2,3×10	Ind	00	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
	Juin	Abs	4,4×10	Ind	00	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
Medjdoub	Mai	2,7×10	9,4×10	Ind	1,5×10 ²	Prs	1.05×10 ²	Abs	Abs	Ind	Ind	Ind	Abs
	Juin	3,3×10	2,24×10 ²	Ind	Ind	Prs	2,4×10	Abs	Abs	Ind	Ind	Ind	Abs

GAMT : Germe Aérobie Mésophile Totaux, **CT** : Coliformes Totaux, **CF** : Coliformes Fécaux, ***E.coli*** : *Escherichia coli*, **SF** : Streptocoques fécaux, **Staph**: Staphylocoques, **SL** : Salmonelles, **Abs** : Absence, **Prs** : Présence, **Ind** : Indénombrable.

1. Résultats des Coliformes totaux

Après 24 à 48 heures d'incubation à 37°C, nous avons révélé la présence des colonies oranges et jaunes dans l'ensemble des sites (**Fig. 53**).

Le dénombrement des coliformes totaux montre que leur nombre varie d'un site à un autre. Nous notons, un nombre inférieur à la valeur guide de coliformes totaux en mois d'Avril à Stidia (ne dépasse pas 3.1×10 UFC/100ml) et dans les mois de Mai et de Juin le nombre est supérieur aux valeurs guides dans les deux sites (**indénombrable** $> 5 \times 10^2$ UFC/ 100ml). Les résultats des C. totaux recherchée dans l'eau de mer sont exprimés dans l'histogramme ci-dessous.

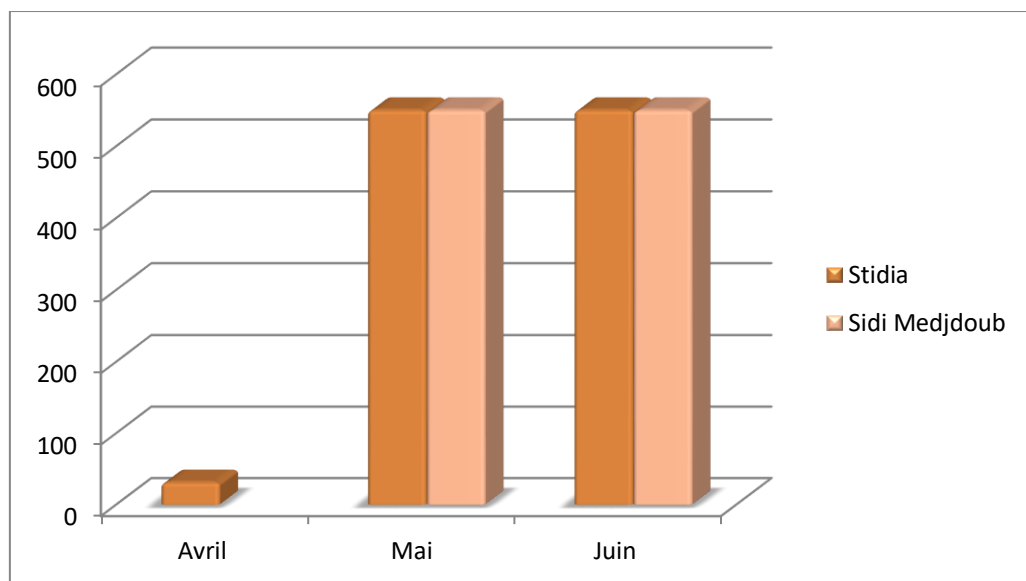


Figure 52: La concentration des Coliformes totaux dans l'eau au niveau des deux sites (UFC/100ml).



Figure 53: Coliformes totaux sur gélose lactosée au TTC et Tergitol (Belkheir et Belkhal, 2022).

2. Résultats des Coliformes fécaux

Après 48 heures d'incubation à 44° C, nous avons révélé la présence des coliformes fécaux dans les deux prélèvements de Sidi Medjdoub et leur absence dans le site de Stidia pour les trois échantillons analysés. Le dénombrement des coliformes fécaux montre une valeur qui varie entre 1.5×10^2 UFC/100ml en mois de Mai ce qui est supérieur aux valeurs guides de 100 germes/ 100ml et un chiffre indénombrable $> 2 \times 10^3$ UFC / 100ml en mois de Juin dépassant la valeur limite 2×10^3 UFC / 100 ml, cela peut s'expliquer par la contamination par les eaux usées urbaines et industrielles (Treaet *al.*, 2013) (Fig. 55).

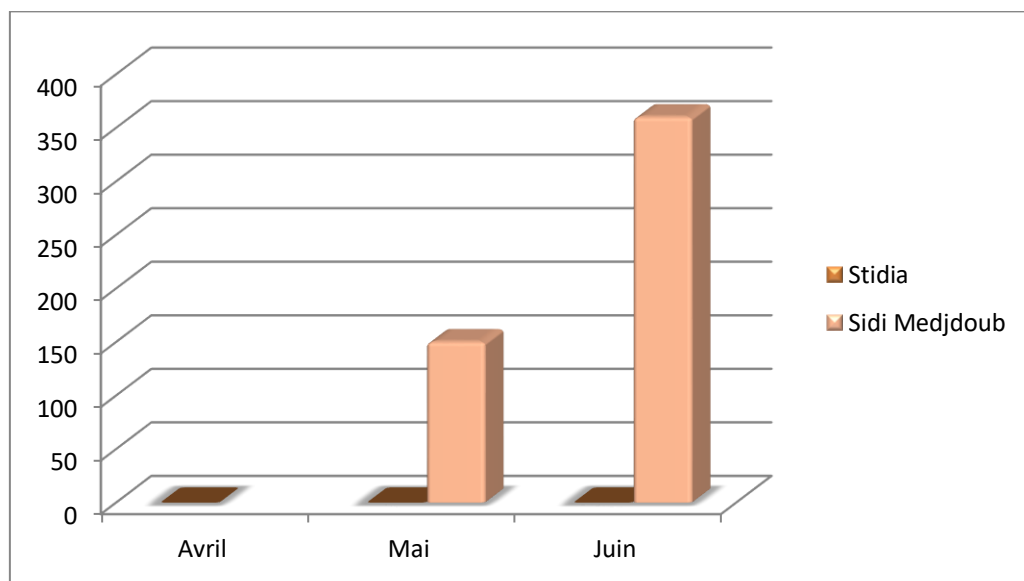


Figure 54 : La concentration des coliformes fécaux dans l'eau au niveau des les deux sites (UFC/100ml).

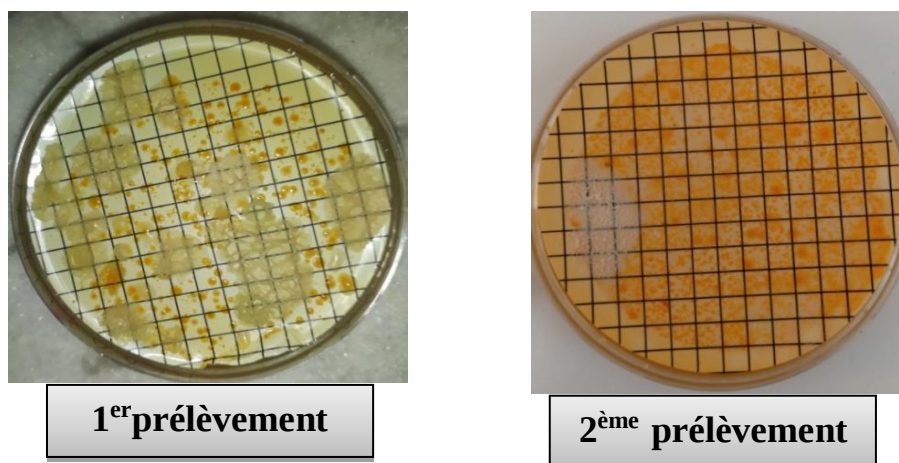


Figure 55 : Coliformes fécaux sur gélose lactosée au TTC et Tergitol à 44°C (Belkheir et Belkihal,2022).

3. Résultats d'*E. Coli*

Après le repiquage des tubes VBL qui montrent un résultat positif dans le site de Sidi Medjdoub pour les 2 échantillons (virage de couleur et dégagement de gaz dans la cloche qui indique la présence des coliformes) dans des tubes contenant le milieu (eau peptone exempte d'indole) et incubation à 44°C pendant 24 heures.

La lecture se fait par l'adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs et les résultats sont exprimés dans la (Fig. 56).

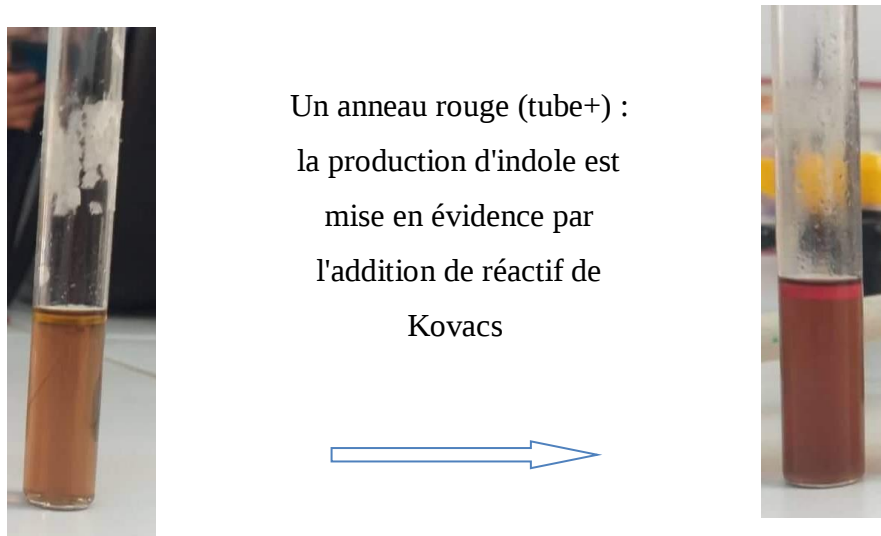


Figure 56 : Anneau rouge (tube positif) correspond à la présence d'*E. coli*.

Après le repiquage sur TSI et une incubation à 37°C pendant 24h on a remarqué le décollement de la gélose et la pente vire en jaune (Fig.57).

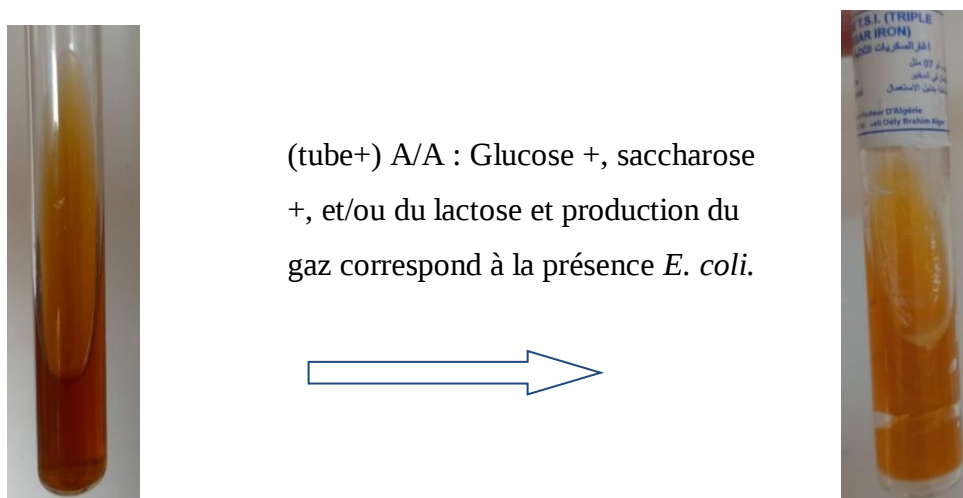


Figure 57: Décollement de la gélose TSI (tube positif)A/A correspond à la présence d'*E. coli*.

Après une identification sur le TSI, les résultats indiquent la présence d'*E. Coli* dans les deux échantillons prélevés du site de Sidi Medjdoub. C'est une bactérie qui réside dans le tube digestif de l'homme et des animaux à sang chaud, les *E.coli* sont la cause d'intoxications alimentaires via la consommation de produits animaux (viande ou produits laitiers) mal cuits ou consommés crus (Institut Pasteur, 2021).

➤ Identification biochimique par VITEK® 2

Après une identification biochimique par VITEK® 2, une présence de *Klebsiella pneumoniae* spp *pneumoniae* dans les deux prélèvements de Sidi Medjdoub a été indiquée. Les bactéries du genre *Klebsiella* peuvent être transmises par contact cutané avec des objets ou des surfaces contaminées par l'environnement, comme les éponges en luffa (Janda et al., 2006).

4. Résultats des Streptocoques fécaux (groupe D)

Les streptocoques fécaux ont été observés seulement dans le site Sidi Medjdoub avec une variation dans les deux mois et absence totale dans le site Stidia pendant les trois mois. La valeur maximale enregistrée au mois de Mai à sidi Medjdoub ($1,05 \cdot 10^2$ UFC/100 ml) est supérieure à la valeur guide et au mois de Juin ($2,4 \times 10$ UFC/100ml) qui ne dépasse pas la valeur guides (100germes/100 ml) (Fig. 59). Les résultats des streptocoques fécaux recherchés dans l'eau de mer sont exprimés dans l'histogramme ci-dessous.

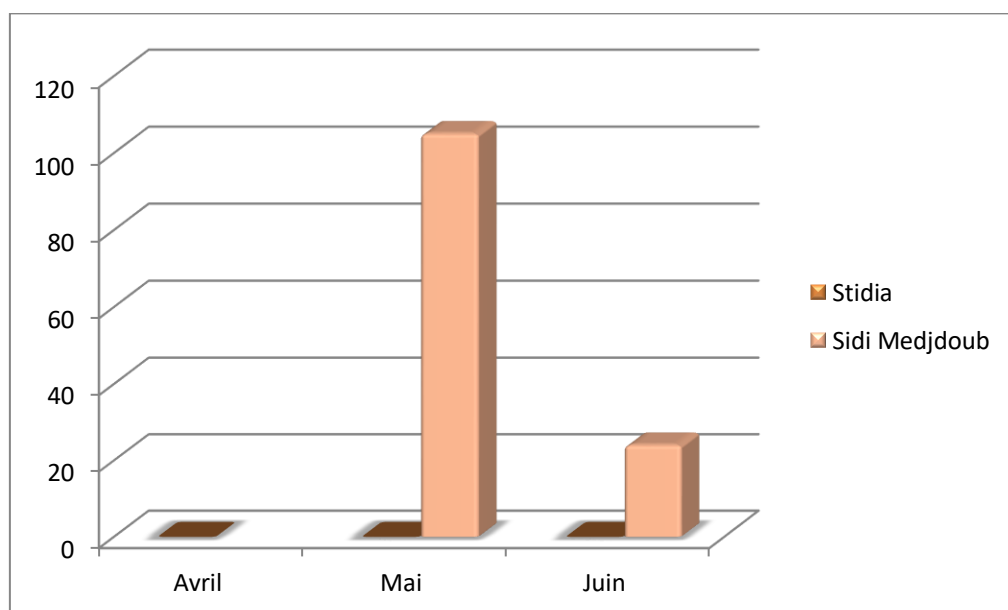


Figure58: La concentration des Streptocoques fécaux dans l'eau au niveau des deux sites (UFC/100ml).

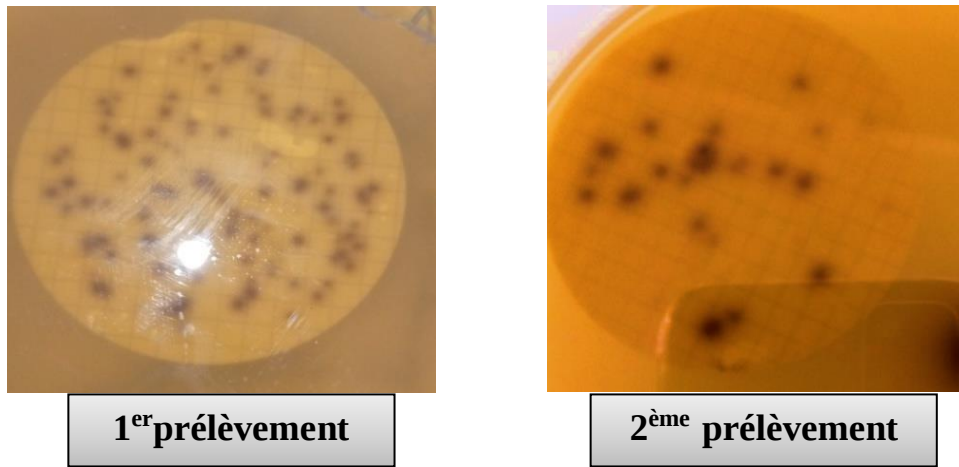


Figure 59: Les streptocoques fécaux sur gélose BEA (Belkheir et Belkihal, 2022).

5. Résultats des Salmonelles

Après 24 heures d'incubation à partir d'un milieu d'enrichissement à 37°C, aucune colonie bactérienne caractéristique des Salmonelles n'a été détectée pendant les trois mois pour l'ensemble des sites. Ce qui montre l'inexistence des Salmonelles dans le site Stidia et celui de Sidi Medjdoub. Par contre des colonies de couleur saumon ont été observées dans les deux échantillons d'eau prélevés à Sidi Medjdoub(Fig.60).

➤ Identification biochimique par VITEK® 2

L'identification biochimique de ces colonies saumon par VITEK® 2 a indiqué la présence d'*Enterobacter aerogenes* dans les deux prélèvements à Sidi Medjdoub. Les *Enterobacte aerogenes* sont des bactéries commensales du tube digestif, Certaines souches du genre *Enterobacter* peuvent être responsables d'infections nosocomiales (Dublanchet, 2009).Elles sont aussi trouvées dans les eaux d'égouts, les selles, les produits laitiers (Bouaza, 2006).



Figure 60 : *Enterobacter aerogenes* sur milieu Hektoen (Belkheir et Belkihal, 2022).

6. Résultats des Staphylocoques

Après 48 heures d'incubation à 37°C sur le milieu Baird Parker on a enregistré une absence totale des Staphylocoques dans les deux sites d'étude.

7. Résultats des germes aérobies mésophiles

Après 72 heures d'incubation à 22°C et à 37°C sur le milieu PCA on a détecté la présence des colonies blanches (Fig. 62). Les résultats sont indiqués sur l'histogramme ci-dessous.

Les GAMT à 22°C ont été observés seulement dans le site Sidi Medjdoub avec des valeurs qui varient entre $2,7 \times 10 \text{ UFC/ml}$ et $3,3 \times 10 \text{ UFC/ml}$ au mois de Mai et Juin respectivement. En ce qui concerne les GAMT à 37°C au niveau du même site, la valeur maximale a été enregistrée au mois de Juin avec $2,24 \times 10^2 \text{ UFC/ml}$.

Les valeurs enregistrées à Stidia varient entre $1,9 \times 10 \text{ UFC/ml}$ et $4,4 \times 10 \text{ UFC/ml}$ pendant les trois mois d'étude ; elles sont inférieures à celles enregistrées à Sidi Medjdoub.

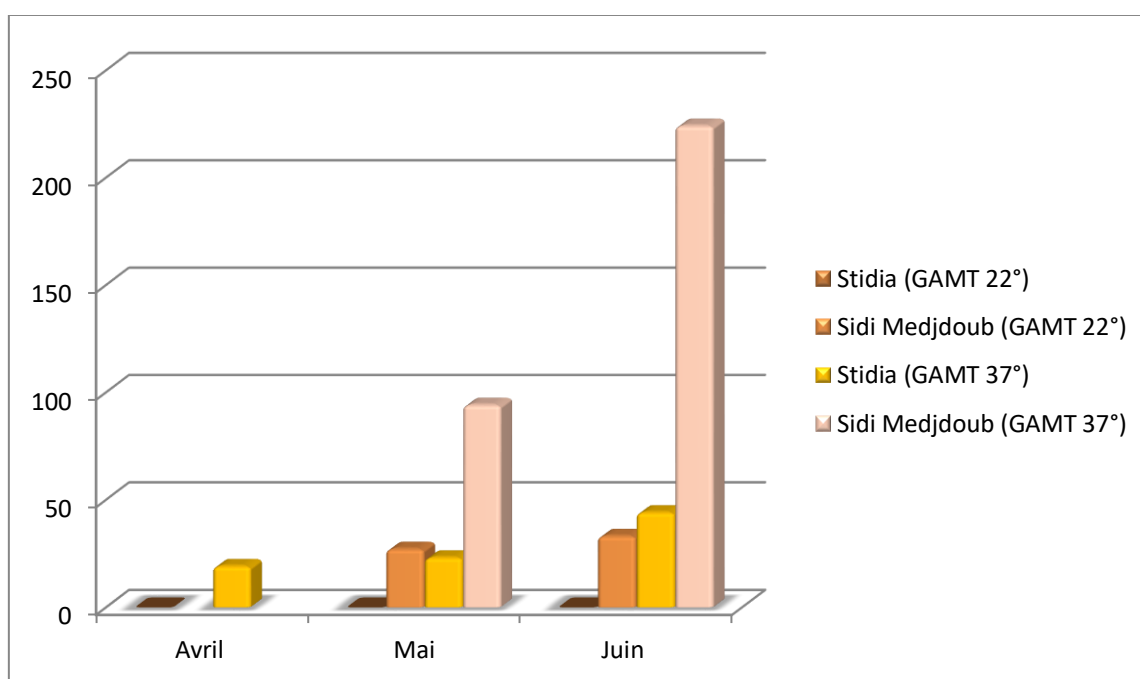


Figure 61 : La concentration des GAMT au niveau des deux sites (UFC/ml).

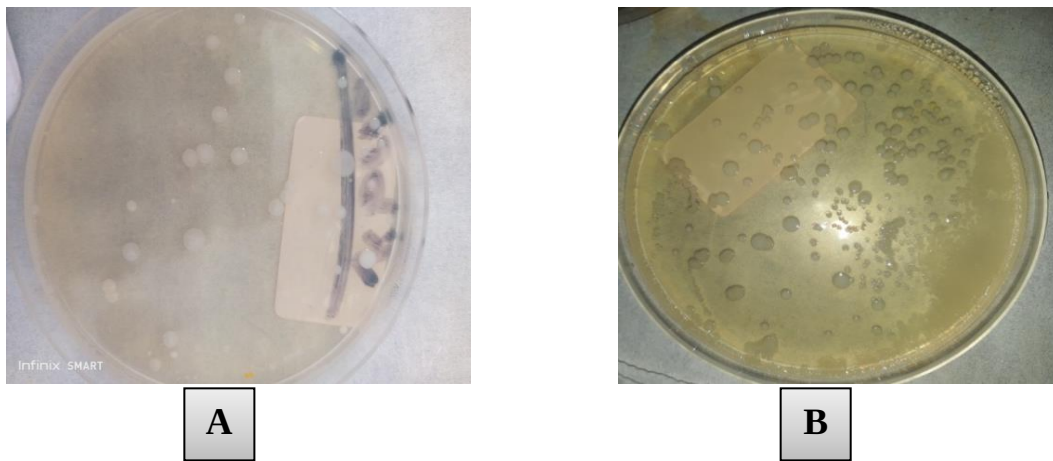


Figure 62 : Les GAMT à 22°C (A) et GAMT à 37°C (B) sur PCA (Belkheir et Belkihal, 2022).

8. Résultats des vibrions

L'isolement de l'inoculum sur la gélose GNAB et l'incubation à l'étuve à 37°C pendant 24 h a montré la présence des colonies bactériennes (Fig.63).

Nous avons remarqué la présence de nombreuses colonies bactériennes blanches brillantes dans l'eau de mer seulement dans le site Sidi Medjdoub avec un taux indénombrable par contre une absence totale dans les prélèvements de Stidia.

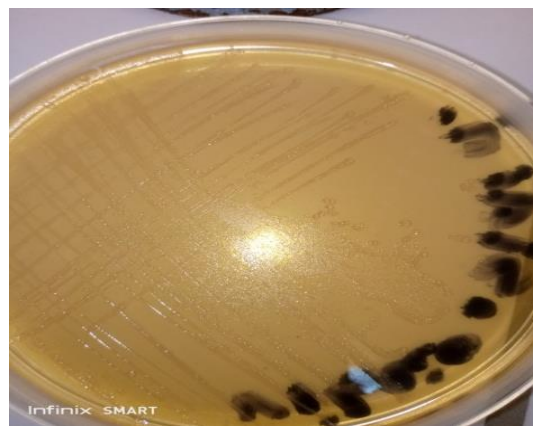


Figure 63 : Résultats obtenus après isolement des Vibrions sur GNAB.

➤ Identification biochimique par VITEK® 2

L'identification de ces colonies blanches brillantes sur le logiciel VITEK® 2 a indiqué l'existence de *Pantoea spp.* dans le 1^{er} et le 2^{ème} échantillon prélevés du site de Sidi Medjdoub. Cette bactérie appartient à la famille des *Enterobacteriaceae* qui peuvent infecter l'homme. Elle peut être transmise par des mains contaminées et qu'elle peut aussi se propager par la voie fécale-orale (**Hart, 2006 ; Bayda, 2007**). C'est une bactérie vivant dans le sol, l'eau et certaines espèces comme *E. cloacae* et *E. aerogenes* peuvent se loger dans les intestins d'humains et d'animaux et peuvent aussi se trouver dans les eaux usées (**Hart, 2006**).

B) -Les moules

Les résultats globaux des analyses microbiologiques effectuées sur les moules « *Mytilus galloprovincialis* » dans les deux sites Stidia et Sidi Medjdoub sont consignés dans le tableau 15. Ces résultats indiquent que les niveaux de contamination des bivalves varient en fonction de la flore recherchée et du lieu de prélèvement.

➤ **Tableau 15** : Résultats globaux des analyses bactériologiques des moules « *Mytilus galloprovincialis* » dans les deux sites.(en UFC/ 100g pour *E.coli* et UFC/g pour le reste des germes).

Sites/ Mois	Germes	CT	CF	<i>E. coli</i>	SF	Staph à coagulase +	SL	<i>Klebsiella</i> <i>Oxytoca</i>	<i>Aerococcus</i> <i>viridans</i>	<i>S. capitis</i>	<i>S. epidermis</i>	<i>Vibrio</i> <i>Marinus</i>	<i>Serratia</i> <i>Fonticola</i>
Stidia	Avril	00	00	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
	Mai	00	00	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
	Juin	00	00	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	7,63×10 ²	Abs	Abs	Abs	Abs
Medjdoub	Mai	1,81×10 ³	9,54×10 ²	9,54×10 ²	15×10 ²	Abs	Prs	Abs	Abs	Ind	Abs	Abs	Abs
	Juin	2,17×10 ³	1,03×10 ³	1,03×10 ³	2.1×10 ²	Abs	Abs	Ind	Abs	Abs	2,52×10 ⁶	Ind	Ind

CT: Coliformes Totaux, CF : Coliformes Fécaux, *E.coli* : *Escherichia coli*, SF: Streptocoques fécaux, **Staph**: Staphylocoques , **Abs**: Absence, **Prs** :Présence ,**Ind**: Indénombrable ,SL : Salmonelles ,S : *Staphylococcus*

1. Résultats des coliformes totaux et fécaux

Après 24 à 48 heures d'incubation à 30°C et 44 C° aucune colonie bactérienne n'a été observée dans les trois échantillons prélevés du site de Stidia, ce qui indique une absence totale des Coliformes totaux et Coliformes fécaux dans ce site.

Pour le site de Sidi Medjdoub nous avons noté une présence des coliformes totaux dans les deux échantillons. La charge en ces germes varie entre 1.81×10^3 UFC /g et 2.17×10^3 UFC /g au mois de Mai et Juin. Pareil pour le dénombrement des coliformes fécaux qui montre la présence également d'*E.coli* après le repiquage dans le VBL et le TSI dans les deux échantillons à un nombre qui varie entre 9.54×10^2 et 1.03×10^3 UFC /100g et qui s'explique par la contamination de ce site par les eaux usées urbaines et industrielles (Trea *et al.* , 2013)(Fig65).

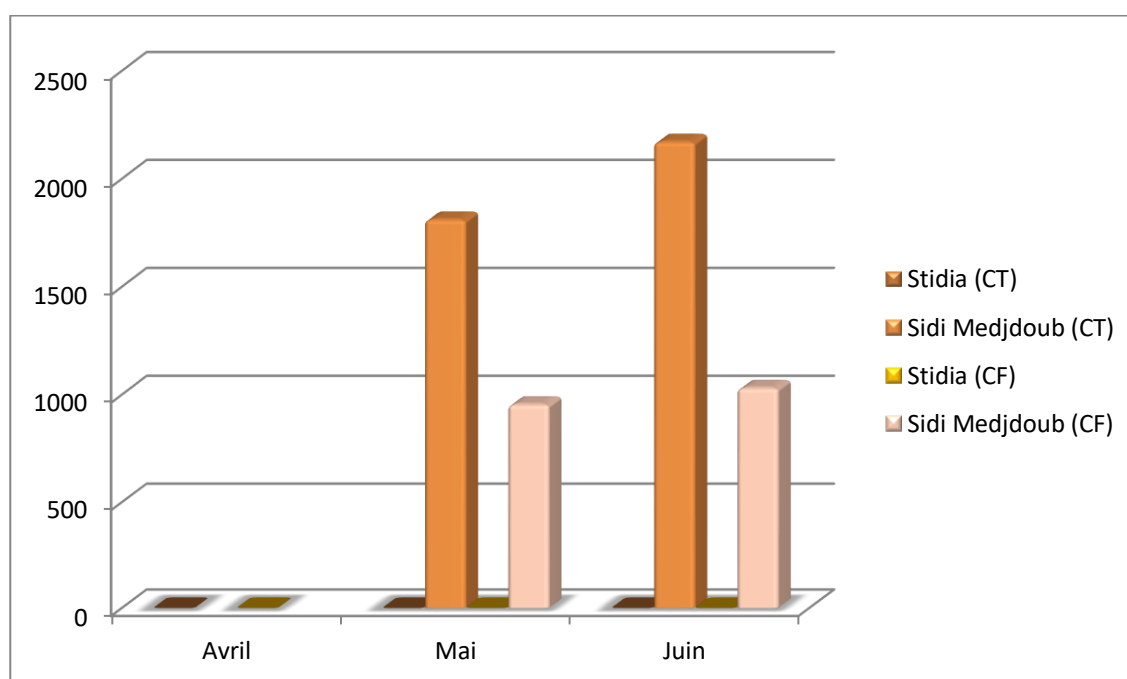


Figure 64 : La concentration des coliformes totaux et fécaux (*E.coli*) des moules au niveau des deux sites.



Figure 65: Coliformes totaux (A) et coliformes fécaux (B) sur VRBL (Belkheir et Belkihal ,2022).

2. Résultats des Streptocoques fécaux

Les concentrations en Streptocoques contenus dans les moules, varient d'un mois à un autre, les résultats de la lecture ont signalé une forte concentration de Streptocoque dans les échantillons de Sidi Medjdoub dans les deux mois avec un nombre de 15×10^2 UFC /g au mois de Mai et 2.1×10^2 UFC/g au mois du Juin. Cela signifie que le site Sidi Medjdoub présente une contamination ancienne plus importante, par contre une absence totale a été remarquée dans tous les prélèvements de Stidia.

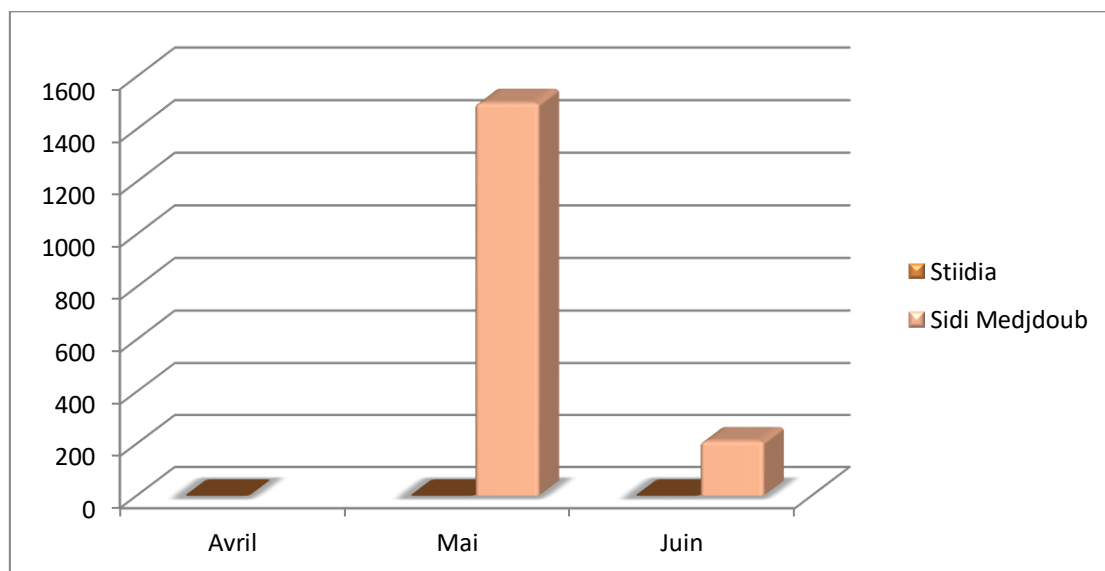


Figure 66: La concentration des Streptocoques fécaux dans les moules au niveau des deux sites (UFC/g).

3. Résultats des Salmonelles

Après 24 heures d'incubation à partir d'un milieu d'enrichissement à 37°C aucune colonie bactérienne n'a été détectée à Stidia pendant les trois mois d'échantillonnage, ce qui montre l'inexistence des Salmonelles dans ce site.

Concernant le site de Sidi Medjdoub, pour le 1^{er} échantillon, nous avons révélé des colonies à centre noir indénombrable sous forme d'une nappe bactérienne, ce qui montre l'existence des Salmonelles dans ce site (Fig. 68). Et pour le 2^{ème} prélèvement, nous avons observé des colonies saumon avec un virage du milieu au saumon. Ce qui montre l'existence de certaines bactéries pathogènes dans le site Sidi Medjdoub (Fig.69).

➤ Identification biochimique par la galerie API 10^S

Après 24 heures d'incubation le résultat obtenu est figuré au-dessous (Fig.67).



Figure 67: Profil biochimique illustrant la présence du germe *Salmonella choleraesuis spp arizonae*.

Le profil biochimique appliqué a confirmé l'existence de *Salmonella choleraesuis spp arizonae*, des protéobactéries isolées du 1^{er} échantillon. Sa source de contamination est les aliments, et peut être à l'origine d'une contamination humaine « les mains et les objets qui sont contaminés par les selles d'humains ». elles sont aussi hébergées dans l'intestin des animaux vertébrés (Institut Pasteur, 2021).



Figure 68 : *Salmonella choleraesuis* spp *arizonae* sur milieu SS (Belkheir et Belkihal, 2022).

➤ **Identification biochimique par VITEK® 2**

Logiciel VITEK® 2 appliqué a confirmé l'existence de *Klebsiella oxytoca* dans le 2^{ème} échantillon. Les espèces du genre *Klebsiella* sont présentes dans le monde entier, en particulier dans les régions tropicales et subtropicales. Elles sont ubiquistes, c'est-à-dire qu'on les rencontre partout, notamment dans les milieux forestiers, la végétation, le sol, l'eau et les muqueuses des espèces hôtes (Janda et al., 2006).



Figure 69 : *Klebsiella oxytoca* sur milieu Hektoen (Belkheir et Belkihal, 2022).

4. Résultats des Staphylocoques à coagulase +

Une absence totale des Staphylocoques à coagulase+ a été remarquée dans les prélèvements du mois d'Avril et de Mai pour le site de Stidia, par contre une contamination bactérienne a été notée dans le dernier prélèvement avec une valeurs $7,63 \times 10^2$ UFC/g .

Nous avons révélé une absence des Staphylocoques à coagulase + dans tous les prélèvements du site Sidi Medjdoub, mais on a détecté un taux de contamination de 100 % par les d'autres espèces Staphylocoques dans toutes les unités d'échantillonnage prélevées dans ce site avec un nombre indénombrables au mois de Mai et $2,52 \times 10^6$ UFC/g au mois de Juin (Fig. 71).

➤ Identification biochimique par VITEK® 2

Le logiciel VITEK® 2 appliqué a indiqué l'existence d'*Aerococcus viridans* dans le 3^{ème} échantillon du mois de Juin à Stidia .Ce sont des bactéries de type coque Gram positif qui se divisent sur deux plans perpendiculaires, ces bactéries du genre *Aerococcus* survivent bien dans l'environnement, à savoir dans l'air, le sol et l'eau (**Honget al ., 2002 ; Ruoff, 2007**) . Les *Aerococcus* sont des pathogènes opportunistes présentent dans les homard du genre (*A. viridans*), et qui touchent surtout les patients vulnérables (**Battison et al ., 2004 ; Stewart et al ., 2004**).



Figure 70 : *Aerococcus viridans* sur milieu Chapman (**Belkheir et Belkihal, 2022**).

Le logiciel VITEK® 2 a détecté aussi l'existence de deux espèces de Staphylocoques ; *Staphylococcus capitis* (faible discrimination) et *Staphylococcus epidermidis* dans le site de Sidi Medjdoub .*S.capitis* est un staphylocoque à coagulase négative, peuvent également provoquer des infections avec un potentiel documenté de maladie humaine et de propagation nosocomiale (**Anupama, 2020 ; Institut Pasteur, 2021**). *S.epidermidis*, ou staphylocoque blanc, qui est une bactérie commensale de l'homme faisant partie de la flore cutanéomuqueuse de la quasi-totalité de la population (**Institut Pasteur, 2021**). Cependant, ces bactéries sont fréquemment retrouvées dans l'environnement (eaux non-traitées, sols, objets souillés) (**Institut Pasteur, 2021**).

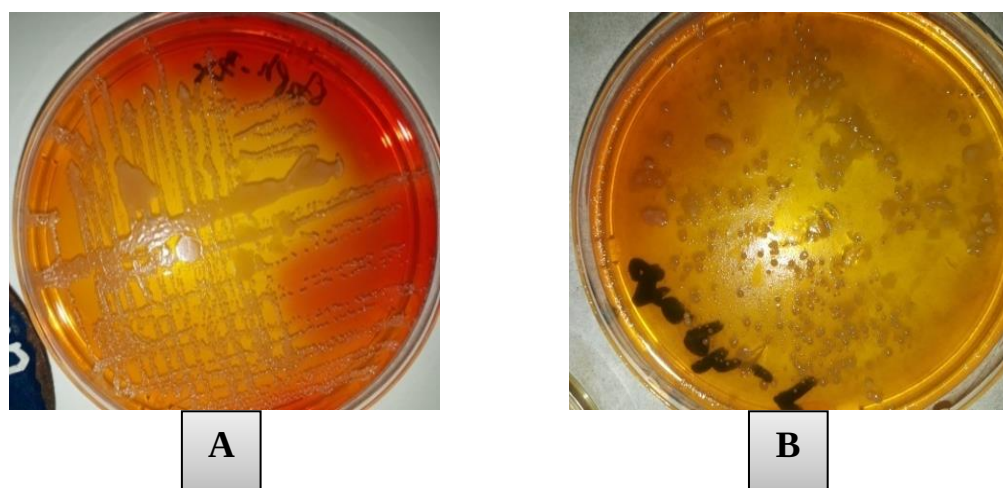


Figure 71 : *S.capitis* (A) et *S.epidermidis*(B) sur milieu de Chapman (Belkheir et Belkihal,2022)

5. Résultats des Vibrions

Nous avons observé la présence des colonies blanches brillantes dans les bivalves seulement dans le site de Sidi Medjdoub (Fig. 82), avec un taux élevé. Par contre une absence totale dans les prélèvements de Stidia.

➤ Identification biochimique par VITEK® 2

Le logiciel VITEK® 2 appliqué a indiqué l'existence de *Serratia fonticola* dans le 1^{er} échantillon qui est une bactérie Gram (-) saprophyte présente dans l'eau ; C'est un agent pathogène humain inhabituel, précédemment décrit principalement comme provoquant des infections de la peau et des tissus mous à la suite d'un traumatisme (Aljorayid,2016). Elles se trouvent dans le sol et les animaux (y compris les humains) sont considérées comme des réservoirs (Grimont *et al* ., 1992)et *Vibrio marinus* dans le 2^{ème}prélèvement à Sidi Medjdoub, elle est non pathogène pour l'homme, c'est une bactérie vivant dans l'eau et les intestins des animaux marins(Hansen,2000).

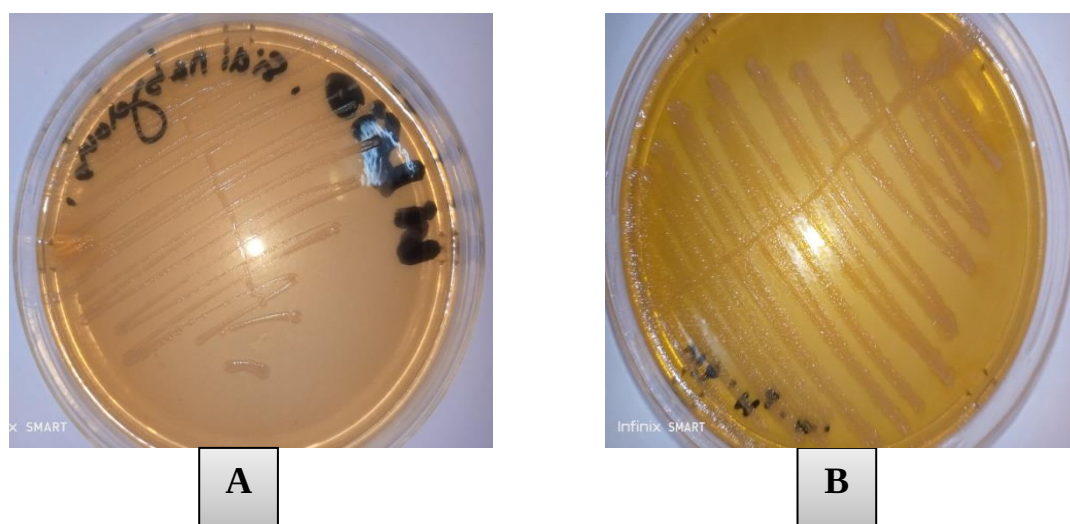


Figure 72 : *Serratia fonticola* (A) et *Vibrio marinus*(B) sur GNAB (Belkheir et Belkihal, 2022).

2. Discussion

L'espèce *Mytilus galloprovincialis* compte parmi les espèces cibles privilégiées pour l'aquaculture, notamment en Méditerranée. Cette espèce, qui se rencontre dans les eaux tempérées, chaudes ou froides, est considérée comme espèce sentinelle vu sa grande capacité de bioaccumulation (Le Pennec *et al.*, 2004). Les moulières naturelles d'Algérie comportent fréquemment la moule *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819). Gruvel (1926), signalait que leur exploitation pouvait entraîner une mytiliculture fructueuse. Cependant, les sites étudiés, comme tout écosystème côtier Méditerranéen, ont été marqués depuis les deux dernières décennies par un stress environnemental (grande variation haline), une baisse en biodiversité ainsi que de larges perturbations humaines induites par les rejets urbains organiques et industriels (Verlque *et al.*, 2007).

Notre étude nous a permis d'évaluer l'influence des variations de quelques facteurs environnementaux sur la prolifération de différentes populations bactériennes dans l'eau et les bivalves « *Mytilus galloprovincialis* » de deux sites : la ferme mytilicole de Stidia et la plage de Sidi Medjdoub.

Les mesures prises des paramètres physico-chimiques de l'eau, montrent que la température, le pH et la conductivité correspondent aux normes du Journal Officiel de la République Algérienne, N°46,1993, NOR: SSAP1901373A et définissant la qualité requise des eaux de baignade. Sauf que la salinité qui a été inférieure à la norme concernant la mer Méditerranée (François de Dardel, 2011).

Les valeurs thermiques des eaux de mer révèlent des variations similaires dans l'ensemble des sites de prélèvement, ce qui indique l'existence d'un cycle saisonnier qui varie entre deux périodes, une

période froide au mois d'avril enregistrée à Stidia avec un minimum de 17°C et une période chaude en mois de Mai et Juin avec un maximum de 22 °C qui été affichée dans les deux sites .Des résultats presque identiques sont rapportés dans les site de Stidia et Bathioua par Benhenda et Cherit(2020), et selon Bey(2019),la température de l'eau varie entre 17.3°C l'hiver et 22° l'été. Ces variations de ce paramètre abiotique sont en relation avec le changement climatique local et plus particulièrement avec la température de l'air et les rayonnements solaires. 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)**.

En ce qui concerne le pH des eaux dans l'ensemble des sites, il est légèrement acide avec une valeur de 6 marquée pour tous les mois d'échantillonnage, ce paramètre est resté relativement stable durant toute la période d'étude. On dit que le pH de l'eau de mer des deux sites étudiés est dans la norme selon le Journal Officiel de la République Algérienne, N° 46,1993. Les résultats ainsi obtenus sont inférieurs à ceux de Bey (2019) et Benhenda et Cherit (2020). Ces auteurs ont trouvé un pH qui varie entre 7.4 et 8 mais qui reste toujours dans les normes.

Les résultats de la salinité obtenus ont une relation directe avec la conductivité. Les variations de ces deux paramètres dans l'ensemble des sites ne sont pas très importantes, elles sont sensiblement identiques, la salinité varie entre 31,49 et 32,77 mg/l dans les deux sites. Ces deux paramètres ont une relation avec les conditions climatiques, telles que l'évaporation liée aux fortes températures estivales et aux précipitations. Ces chiffres montrent que les eaux côtières de Stidia et Sidi Medjoub sont inférieure à la norme qui varie entre 35 et 40g/l .Selon Boukef-Ben Omrane *et al.* (2009), la salinité des eaux est inversement liée à la pluviométrie. Pour ces auteurs une faible salinité a été enregistrée en fin d'hiver (Février-Avril)en analysant les eaux de la lagune de Bizerte au Nord de la Tunisie,ce qui est en concordance avec nos résultats. Pour confirmer leurs résultats, des analyses saisonnières au cours de tous les mois de l'année est nécessaire. Benhenda et Cherit (2020) ont indiqué des valeurs de salinité de 36 mg /l au niveau des sites de Stidia, Sidi Medjdoub et Sidi lakhdar.

En ce qui concerne les analyses bactériologiques des eaux de mer, nous avons remarqué l'existence d'une contamination bactérienne et d'une pollution au niveau du site de Sidi Medjdoub, car les résultats obtenus démontrent non seulement la présence de Germes Aérobie Mésophile Totale à 22 °C et à 37°C et de Coliformes totaux, mais également de bactéries pathogènes telles que les Coliformes fécaux, *E. coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Klebsiella pneumoniae spp pneumoniae*,*Panotoea spp* et des Streptocoques fécaux, avec une absence des Staphylocoques, de Salmonelles et de Vibrions.

En comparant ces résultats avec ceux obtenus dans le site de Stidia, on constate une large différence, car aucune bactérie pathogène n'a été détectée au niveau de ce dernier site (Stidia) et cela pour tous les échantillons analysés à l'exception d'une présence de coliformes totaux et des Germes Aérobie Mésophile Totaux (GAMT) à 37°C avec une valeur maximale en mois de mai et de juin qui dépasse les 5.10^2 UFC/ml pour les coliformes totaux et de 4.4×10 UFC /100ml enregistrée au mois de juin pour les GAMT. En ce qui concerne le site de Sidi Medjdoub les Germes Aérobie Mésophile Totaux (GAMT) à 22°C ont été enregistrés à un nombre maximal de $3,3 \times 10$ UFC/ ml en mois de Juin et ceux à 37°C avec les valeurs de 9.4×10 UFC/ml en mois de Mai et de 2.24×10^2 UFC/ml en mois de Juin. D'après ces résultats, on remarque que le plus grand nombre de germes a été signalé en période de prélèvement la plus chaude où la température a atteint les 22°C précisément en mois de Juin et cela pour les deux sites étudiés. De ce fait on peut dire que la température agit comme un facteur déterminant dans le développement bactérien. Dans une étude récente, Benhenda et Cherit (2020) ont enregistré des valeurs indénombrables de ces germes qui dépassent les valeurs guides.

Les présents résultats ont révélé que les charges des bactéries fécales sont importantes durant la période d'étude (Mai-Juin) pour le site de Sidi Medjdoub, ce qui serait dû aux apports de rejets urbains et industriels drainés, puisque ce site est connu pour son exposition continue aux grands apports de l'émissaire principal des égouts de la ville de Mostaganem (**Benhenda et Cherit, 2020**).

Boukef-Ben Omrane *et al.* (2009) ont enregistré un taux très élevé en germes fécaux en saison hivernale et ils ont constaté que le taux élevé en ces charges pendant le mois de janvier seraient associés avec l'augmentation pluviométrique, indiquant un apport certain d'eaux continentales.

La présence des Coliformes fécaux et d'*E. coli* seulement dans les prélèvements de Sidi Medjdoub, témoigne d'une pollution d'origine fécale récente (**Rodier, 1996; CCME, 2002**). Alors que les Streptocoques fécaux remarqués toujours dans le même site et qui dépassent le seuil toléré (fixé à 100 germes/100ml d'eau) est considérée comme une contamination fécale ancienne. Ces contaminations fécales peuvent être animale (poissons et autres) ou humaine par l'intermédiaire des rejets et les eaux usées qui ne subissent aucun traitement, et les conditions climatiques favorables à la survie et à la prolifération de ces bactéries. Des résultats similaires ont été rapportés par Benhenda et Cherit (2020) pour le site de Sidi Medjdoub et le contraire a été démontré pour Stidia, où une valeur de 2.8×10^2 UFC/100ml de coliformes fécaux a été signalée.

Nous avons remarqué l'inexistence des Salmonelles et l'absence totale des Vibrions dans l'ensemble des sites étudiés qui peut s'expliquer par la variation des paramètres physiques ou chimiques du milieu qui semblent défavorables pour leurs développements, par contre les résultats

d'études de Laama (2009) au port d'Alger révèle la présence du *Salmonella choleraesuis* spp *arizonae* dans l'eau de mer.

D'autre part, les résultats relatifs aux dénombrements des populations bactériennes ont montré que les moules « *Mytilus galloprovincialis* » présentent des charges bactériennes comparables à celles de l'eau à la plage de Sidi Medjdoub et dans certains prélèvements, elles sont relativement plus chargées que l'eau, puisque les moules sont considérées comme des très grands filtreurs, peuvent capter plus rapidement les bactéries (notamment les coliformes dans l'eau ou les entérobactéries) et les retenir pour de longues périodes (Marino et al., 2005). Par contre une absence de contamination a été constatée à Stidia, sauf la présence du germe *Aerococcus viridans* dans le 3^{ème} prélèvement du mois de juin.

Par ailleurs, les analyses bactériologiques des moules ont révélés l'existence d'une contamination bactérienne et d'une pollution toujours au niveau du même site (Sidi Medjdoub), car les résultats obtenus démontrent non seulement la présence de coliformes totaux, mais également de bactéries pathogènes telles que les Coliformes fécaux, *E. coli*, *Klebsiella oxytoca*, des Streptocoques fécaux, de Salmonelles, des Staphylocoques et de Vibrions.

Les présents résultats ont révélé une contamination marquante par les coliformes totaux avec une teneur maximale de 2.17×10^3 UFC/g et une contamination assez importante d'origine fécale (*E. coli*) a été illustrée dans nos résultats en saison estivale, on a enregistré une valeur maximale au mois de juin (9.54×10^3 UFC/g) dépassant le seuil fixé. Ce qui traduit ainsi une contamination récente favorisée par les conditions climatiques favorables à la survie et à la prolifération de ces bactéries (Rodier et al., 1996). Ces résultats sont en concordance avec ceux de Belbachir et al. (2013) sur trois mollusques bivalves dans la côte méditerranéenne du nord-est du Maroc. D'après leurs résultats, les haricots de mer se sont montrés les plus contaminés avec une CF90 de 7100 *E. coli*/100g de chair et de liquide intervalvaire. Les praires et les palourdes se sont montrées moins contaminées par rapport aux haricots de mer avec une CF90 de 680 *E. coli*/100g de chair et de liquide intervalvaire. Ces auteurs expliquent cette forte contamination fécale et spécifiquement par *E. coli*, par le mode de vie de ces espèces à de faibles profondeurs et leur enfouissement dans les sédiments qui constituent leur véritable réservoir.

Alors que les Streptocoques fécaux remarqués toujours dans le même site, leur présence de façon continue à des taux dépassant le seuil toléré, peut s'expliquer par la résistance de ces indicateurs de pollution (Gleeson et Gray, 1997), et témoignerait aussi de possibles contaminations anciennes (Rodier, 1996). En plus de la température, la salinité serait aussi influente sur la multiplication de

ces polluants fécaux dans les eaux marines peu profondes (**Mill et al., 2006**). Selon Boukef-Ben Omrane *et al.* (2009), les charges des bactéries fécales sont très importantes en saison hivernale. Pour ces auteurs une faible charge bactérienne a été enregistrée en période estivale en analysant les moules « *M. galloprovincialis* » de la lagune de Bizerte au Nord de la Tunisie, ce qui est contradictoire avec nos résultats par rapport les mois de mai et de juin à Sidi Medjdoub. C'est pour cela on insiste sur la confirmation de ces résultats par des analyses saisonnières au cours de tous les mois de l'année.

Pour les résultats relatifs aux Salmonelles, nous avons révélé l'existence de *Salmonella choleraesuis* spp *arizonae* dans le 1^{er} prélèvement du mois de mai à Sidi Medjdoub. Ces bactéries sont des parasites de l'homme, de volailles et des reptiles qui sont des animaux à sang froid. Le principal mode de contamination chez l'homme est l'ingestion à partir de l'aliment contaminé comme les coquillages surtout en état crue. En comparant les résultats obtenus par Bendjeddou *et al.* (2017), leur recherche a révélé l'inexistence de Salmonelles(00/25g).

Concernant les Staphylocoques, ils arrivent à proliférer grâce à leur particulière résistance aux conditions de l'environnement telles que la chaleur, la sécheresse ou la salinité de l'eau (**Ait hamlet, 1998**). À partir de l'identification de ces germes, nous avons affiché la présence de *Staphylococcus capitis* au mois de mai et *Staphylococcus epidermidis* au mois de juin. Leur développement dans l'eau de mer, explique la possibilité de pollution de la mer de Mostaganem par ces germes ou bien d'autre sources de contamination dont la principale provient de l'homme (**FIAC/ CITPPM, 2011**). Ces dernières représentent un risque majeur sur la santé publique (**Altemeyer et al., 1990**); Des résultats similaires ont été obtenus par les mêmes auteurs de l'étude citée précédemment. Bendjeddou *et al.* (2017) ont observé la présence des *Staphylococcus* dans la moule (*Donax trunculus*).

Les résultats relatifs aux *Vibrios* ont révélé une charge plus importante pour le dernier prélèvement analysé à Sidi Medjdoub. Qui peut s'expliquer par une augmentation de la température favorisant leurs présences. Ces résultats sont similaires à ceux de Boukef-Ben Omrane *et al.* (2009) qui ont trouvé une corrélation positive entre l'abondance en *Vibrios*, la température et la salinité dans les eaux côtières. Aussi, Castane da chavez *et al.* (2005) ont montré que l'abondance des *Vibrio cholerae* dans les échantillons d'huitres (*Crassostrea virginica*) est corrélée significativement avec l'augmentation de la température. Ces *vibrios* semblent être une composante de la microflore des moules (**Licciano et al., 2007**).

En concluant, nos résultats ont montré que les paramètres physico-chimiques tels que la température, et les effets des rejets et les eaux usées qui ne subissent aucun traitement et les conditions climatiques favorable sont les facteurs les plus influents sur la survie et à la prolifération de différentes populations bactériennes trouvées dans l'eau de mer et les bivalves (*Mytilus galloprovincialis*) à Stidia et à Sidi Medjdoub. Une eau de mauvaise qualité, qui contient des niveaux significatifs de contaminants, peut provoquer une augmentation de la contamination des coquillages qui sont déconseillés à la consommation directe, Cependant ,les mollusques bivalves concentrent des contaminants provenant de la colonne d'eau dans laquelle ils vivent , Ces contaminations peuvent ensuite provoquer des maladies chez les êtres humains (Lee *et al* .,2010) , du fait que les taux de contamination mesurés sont nettement supérieurs aux valeurs normes. Par contre à Stidia (ferme mytilicole), les moules produites sont conformes à la norme dictée par la loi Algérienne concernant le contrôle microbiologique de la qualité des mollusques bivalves. En ce qui concerne l'eau, les eaux conchylicoles sont comme les eaux de baignade, classées en catégories de qualité et selon la Communauté Européenne (1991), Stidia est classée dans la zone A : zone où il est possible de récolter les coquillages pour une consommation humaine directe.

Conclusion générale & Perspectives

Conclusion générale

Les fruits de mer et en particulier les mollusques bivalves et leur environnement (eau de mer), constituent un risque majeur de toxi-infection alimentaires. Ils sont consommés crus ou peu cuits, il en résulte que ce sont des aliments à risque. De plus, ces animaux filtrent l'eau et concentrent les microorganismes et les toxines. Les risques sont multiples : bactéries, virus (norovirus, hépatite A) et les biotoxines (paralysante, neurotoxique, diarrhéique, amnésiante) produites par le phytoplancton. Ainsi l'absence de système de surveillance et de contrôle peut favoriser l'apparition de nombreuses pathologies chez l'homme, engendrant un réel problème de santé publique (Meriouma et Taleb, 2016).

Le présent travail est consacré à l'évaluation de la contamination bactériologique des eaux et de celle des moules « *Mytilus galloprovincialis* » produites et naturellement présentent dans le milieu, et d'étudier l'influence de certains facteurs environnementaux tels que la température, le pH, la salinité et la conductivité, sur le développement bactérien dans ces deux matériels d'études.

L'échantillonnage a été réalisé dans deux sites de la côte Mostaganémoise : la ferme mytilicole de Stidia pendant trois mois (Avril-Juin 2022) et la plage de Sidi Medjdoub pendant deux mois (Mai-Juin 2022).

Les résultats bactériologiques de l'eau ont montré la contamination des eaux de Sidi Medjdoub par les coliformes totaux, fécaux, *E.coli*, et les Streptocoques fécaux, alors que celles de Stidia par les coliformes totaux, et pour les deux sites, le nombre des bactéries enregistré dépasse les valeurs guides et cela pendant les deux mois de Mai et de Juin. La présence de Germes Aérobie Mésophiles Totaux a été également signalée dans les deux sites mais à un taux qui ne dépasse pas les normes en vigueur.

Pour les moules, les résultats obtenus lors de l'analyse bactériologique ont souligné la présence d'*Aerococcus viridans* dans l'échantillon prélevé en mois de Juin dans la zone de production de Stidia et une absence totale de tous les autres germes recherchés dans ce même site. Par ailleurs, une contamination fécale importante à Sidi Medjdoub a été montrée avec une présence d'un nombre très élevé de germes fécaux dépassant les normes en vigueur durant toute la période d'étude, avec une éventuelle présence de bactéries pathogènes telles que : *Salmonella choleraesuis* spp *arizonae*, *Klebsiella oxycota*, *Aerococcus viridans*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus capitis*, *Vibrio marinus*, et *Serratia fonticola*.

Cette étude nous a permis de confirmer la saisonnalité de la contamination de l'eau et de la moule « *Mytilus galloprovincialis* » produite à Stidia et celle collectée à partir de la plage de Sidi

Medjdoub. L'apparition d'une forte contamination a été remarquée en période de prélèvement la plus chaude entre Mai et Juin. Cette saisonnalité dans le milieu marin et les produits de la mer est principalement liée à la température de l'eau (Anses, 2019 ; Ferchichi *et al.*, 2021).

D'après ce travail, on peut déduire que la meilleure façon de connaître la qualité hygiénique de l'eau et des bivalves est l'analyse microbiologique. Nos prélèvements de moules d'élevage sont de bonne qualité hygiénique. Le contraire est trouvé à Sidi Medjdoub, où les moules sauvages ont présenté une qualité non satisfaisante. Ces résultats confirment l'effet anthropique bactérien au niveau de la plage Sidi Medjdoub, les rejets continentaux en hiver et la remontée des bactéries autochtones en période estivale ont une influence considérable sur les eaux et les bivalves. Cependant, les résultats de cette étude restent sporadiques et non concluants quant aux effets des autres paramètres du milieu (pH, salinité et conductivité) sur la variation en charges bactériennes dans l'ensemble des sites prospectés.

Enfin, en se référant aux normes de la qualité de l'eau édictées par la directive européenne (qui limite les seuils à $10^2 E. coli / 100\text{ml}$ pour les eaux de baignade et $2.3 \cdot 10^2 E. coli / 100\text{ml}$ pour les eaux conchylicoles) il s'avère que l'eau de mer de Sidi Medjdoub est classée dans la catégorie D (trop fréquemment polluée) et dans la zone D (impossible de récolter des coquillages pour la consommation humaine). Par contre, la zone de production conchylicole de Stidia représente le site potentiel pour la pratique d'une activité aquacole particulièrement mytilicole, du fait de l'absence de contamination microbiologique importante de leur eau qui est probablement liée à leur éloignement des principales sources de contaminations.

En perspectives, pour maintenir le consommateur en bonne santé et développer le domaine de l'aquaculture, il serait judicieux de :

- ✓ De poursuivre le contrôle bactériologique par des analyses complémentaires et durant les quatre saisons, pour mieux suivre l'évolution de la pollution du littoral ;
- ✓ Une protection rigoureuse de la qualité hygiénique des bivalves par la réalisation des bassins de repérage ou de purification ;
- ✓ Devoir protéger les milieux marins en sensibilisant l'être humain sur l'importance de préserver son environnement ;
- ✓ De mettre en place une réglementation nationale qui interdit tout rejet d'effluents non traités ;

Recommandations

- ✓ Les consommateurs doivent faire correctement cuire les moules avant de les consommer et surtout les consommer juste après leurs cuissons pour éviter une multiplication éventuelle de tout germe.
- ✓ Éviter de mélanger les moules avec les autres aliments dans le panier de la ménagère ou de les conserver au réfrigérateur au contact avec d'autres aliments.
- ✓ Les autorités doivent sensibiliser les commerçants aux bonnes pratiques d'hygiène afin de réduire la multiplication des bactéries dans les moules et plus particulièrement les *Vibrios*.

Références bibliographiques

- Abdullah Aljorayid, Roberto Viau, Laila Castellino et Robin LP Jump. (2016).**Article *Serratia fonticola* , agent pathogène ou spectateur . Une série de cas et une revue de la littérature
- Aberkane M ., Harakat R., MekhfiM. (2011).** Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux d'un écosystème lacustre cas de Garaet Hadj Tahar (Skikda). Mémoire de Master. Université 8 Mai 1945 de Guelma, 76p.
- Abessa R., Tabet S (2014).** Etude microbiologique et génotoxique des boues des eaux usées de la ville de Guelma. Mémoire de Master. Université 8 Mai, 101p.
- Abeyta C., Deeter F.G., Stott RF., Wekell M.M. (1993).** *Campylobacter jejuni* in a Washington state shellfish growing bed associated with illness. Journal of Food Protection., 56 : 323-325.
- Ait hamlet S. (1998).** Contribution à l'étude de la qualité de huîtres oueds de la Wilaya d'El tarf; Aspects microbiologique et écologique. Thèse de magister en microbiologie appliquée, Université Badji Mokhtar, Annaba, 150p.
- Altmeyer A., Abadia G., Schmitt S. & Le-prince A. (1990).** Risque microbiologique et travail dans les stations d'épuration des eaux usées. Midico technique, 384p.
- Aminot A. & Kerouel R. (2004).** Hydrologie des écosystèmes marins. Paramètres et analyses. Éd. Ifremer, 74-78-336 p.
- Anon. (2004).** Règlement (CE) n° 854/2004 du Parlement Européen et du Conseil du 29 avril 2004 fixant les règles spécifiques d'organisation des contrôles officiels concernant les produits d'origine animale destinés à la consommation humaine.
- Anses. (2019).** "Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments : Vibrions entéro-pathogènes : *Vibriopara-haemolyticus*, *Vibrio-cholerae* non-O1/ non-O139 et *Vibriovulnificus*
- Anupama. (2020).** *Staphylococcus capitis*. Article November 27.
- APRH. (2015).**Administration de la pêche et de ressources halieutiques –Oran.
- Arrignon J. (1991).** Aménagement piscicole des eaux douces. 4eme edition. pp34, 35, 36, 49,348.

- Afroun Hassiba .(2004)** .Danger sur le littoral algérien . Article
- Ayache Djamel. (2012).** Algérie Environnement, MOSTAGANEM – CAMPAGNE.
- Babarro J et A DE ZWAAN. (2002).**Influence of abiotic factors on bacterial proliferation and anoxic survival of the sea mussel *Mytilus edulis* L., *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 273,33-49.
- Barnabe G. (1989).** L'aquaculture - volume1-2èmeédition (Tech et Doc. Laveisres1989) P564.
- Barnabe G. (1991).** Base biologique et écologique de l'aquaculture 1991.
- Battison, A. L., Cawthorn, R. J., & Horney, B. (2004).** Response of American lobsters *Homarus americanus* to infection with a field isolate of *Aerococcus viridans* var. *homari* (gaffkemia) : Survival and haematology. *Diseases of Aquatic Organisms*, 61(3), 263-268.
- Bayda, B., Uslu, H., Yavuz, I., Ceylan, I., & Da suyu,. M. (2007).** Effect of a chronic nail-biting habit on the oral carriage of Enterobacteriaceae. *Oral Microbiology and Immunology*, 22 (1), 1-4.
- Becet , J-M .(2002).** Le droit de l'urbanisme littoral .Revue Juridique de l'Environnement, n°3, 2003. Presses Universitaires Rennes.
- Bekhtaoui Amina et Abderrahmane Leyla. (2020).** Evaluation biométrique de la fausse patelle (*Siphonaria pectinata*) issue de deux sites contrastés de la côte mostaganemoise . Mémoire DE Master. p 26.
- Belmecheri Asma et Benhadj Amar, Zineb, (2020)** la situation de l'aquaculture en algerie défis et perspective(Diplôme de docteur vétérinaire).
- Benhenda, Moufida et Cherit, Nadia. (2020).**Etude physicochimique et microbiologique de l'eau de mer au niveau des sites, Sidi El Mansour, la crique de la Salamandre, et Sidi Majdoube. Mémoire de Master. Université de Mostaganem. 42p.
- Billard R et G BENOIT. (1987).** L'aquaculture en agriculture. Association pour le développement de l'aquaculture, No.18 , 126p.
- Beaumont, A.R., Carissan-Lloyd, F.M.M., Pipe, R.K. (2004).** Immunocompetence and heterozygosity in the mussel *Mytilus edulis* L. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 84.

- Borrego A-F et Romero P. (1982).** Study of the microbiological pollution of a Malaga littoral area II .Relationship between fecal coliforme and fecal steptococci. VI ème journée Etud .pollution Cannes (2-4 decembre) :561-569
- Bouchard P & Bouchard N. (2004),** La sexualisation précoce des filles peut accroître leur vulnérabilité, Sisyphe : 6p.
- Boucherit A et Hakimi H. (2016).** Contribution à l'étude de la qualité physico chimique et bactériologique de l'eau du Barrage Hammam Debegh-Guelma. Mémoire de Master. Université du 08 Mai 1945-Guelma- 67 p.
- Bouderbala M.(1997).** Etat actuel de la pollution marine par les métaux lourds et son impact sur les cétacés dans le bassin algérien. Thèse de Magister. 1997. I. S. N. Université. Oran, PP.139
- Boué H et chanton R. (1962).** Traité de zoologie ; les invertébrés. Ed G. DOIN et CIE, Paris. Tome I: 723p.
- Bourgeois C.M. , Mescle J.F. et Zucca J. (1996).** Collection Sciences agroalimentaires . Ed . TEC - DOC , Paris . pp . 62 -201.
- Bouziani M. (2000).** L'eau de la pénurie aux maladies, Edition ibn khaldoun, 247p.
- Branch, G.M., Branch, M.L, Griffiths, C.L. & Beckley, L.E. (2005).** Two Oceans: a guide to the marine life of southern Africa (ISBN0-86486-672-0)
- Brhoumi B. (2014).** Biosurveillance de la pollution de la lagune de Bizerte (Tunizie) par l'analyse compare des niveaux de contamination et de l'écotoxicité des sédiments et du biote. Ecologie, environnement. Université de Bordeaux. Français: 350p.
- Brisou J.F. & Denis F. (1978).** Hygiène de l'environnement maritime. Edit. Masson.248p.
- Brisou J.F. & Denis F. (1980).** Techniques de surveillance de l'environnement maritime. Edit. Masson, 206p.
- Cahen D. (2006).** Dossier didactique, moule natures, Muséum des Sciences naturelles.
- Casas S. (2005).** Modélisation de la bioaccumulation de métaux traces (Hg, Cd, Pb, Cu et Zn) chez la moule *Mytilus galloprovincialis*, en milieu méditerranéen. Thèse de Doctorat de l'université du sud Toulon Var, 276p.

- Cavallo R. A. et A. Stabili.(2002).** Presence of vibrio in seawater and *Mytilus galloprovincialis* (Lam) from the marpiccolo of Taranto (Ionian Sea). *Water Res.*, 36, 3719-3726.
- CDER. (2021).**Centre de Développement des Energies Renouvelables forêts du littoral de Mostaganem :La pollution atteint des proportions alarmantes.
- Chalabi Abdelhafid. (2007).**L'aquaculture en Algérie et son contexte maghrebin.doc. Aquaculture_algerie 09p.
- Charmasson S, Barker E, A. Pruchon, H.Thébault. (1999).** Long-term variations of man-made radionuclide concentrations in a bio-indicator *Mytilus galloprovincialis* from the French Mediterranean coast. *Science Total Environ.*, 237, 93-10.
- Chibani S. (2009).** Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux de surfaces et souterraines de la région de Ain Makhoul (Wilaya de Guelma). Mémoire de Magister. Université de 08 Mai 1945-Guelma-, 104 p.
- China B., De Schaetzen M.-A., Daube G. (2003).**Les mollusques bivalves, des aliments dangereux. *Ann.Med. Vet.*, 147, 413- 422.
- Chouikhi A., Izdar, E. et Menoui, M., 1993 1992.** Circulation des eaux et pollution des côtes Méditerranéenne des pays du MAGHREB. Edit. INOC, Izmir-Turquie. 307P
- CNC. (2022).** Comité National de la Conchyliculture; Syndicat National des Employeurs de la Conchyliculture (SNEC) ; Association Européenne des Producteurs de Mollusques (AEPM).
- Cohen N et KaribH. (2007).** Vibriospp. dans les produits de la pêche : Risques et prévention. Les technologies de laboratoire. N° 3. 7 p.
- Cossa D., Lassus P. (1985).** Le cadmium en milieu marin.Biogéochimie et écotoxicologie. Editions Ifremer, Plouzané, France: 26p.
- Cultmare. (2017).** Ferme aquacole de la capitale de kouali, Moules de Kouali ; entreprise algérienne spécialisée dans l'élevage des moules ; méditerranée à l'est de Tipaza (Algérie).
- Dahel Z.A. (2009).** Analyse de la qualité bactériologique des eaux du littoral Nord-Est algérien à travers un bioindicateur la moule *Perna perna*. En vue de l'obtention du diplôme de Magistère en Sciences de la Mer. Université Badji-Mokhtar d'Annaba, 69p.

- Daniel Ndzingu, AboukakarNjoya, A., Mopaté Logtene, Y. ., Ndomadji, J.-A., Onana, J., Asongwed Awa, A. ., Ngo Tama, A. C. ., Djoumessi, M., Dika Loko, B. ., Bechir, A. B. ., Delafosse, A., & Maho, A.,(2004).**Contraintes, opportunités et évolution des systèmes d'élevage en zone semi-aride des savanes d'Afrique centrale,(cirad Cahiers Agricultures), productions animales, économie et développement rural, Vol. 13 No 4
- Delarras. (2000).** Microbiologie De L'environnement Avec LégislationGaëtan Morin. Editeur, 223p.
- Delarras. Camille. (2003).** Microbiologie de l'environnement avec législation. Travaux pratiques commentés, gaetanmorin éditeur.p223 ,p292 ,p299
- Dellali M., Elbour M. and Aïssa, P. (2001).**Caractérisation des populations bactériennes de *Vibrionaceae* de lagune de Bizerte (Tunisie). *J. Eur. Hydrol.*, 31, 91-103.
- Dellali Mohamed. (2001).** Utilisation d'indicateurs microbiologiques et biochimiques chez *Ruditapes decussatus* et *Mytilus galloprovincialis* dans la biosurveillance de la lagune de Bizerte : Validation de certains biomarqueurs.. Sciences de l'environnement. Faculté des sciences de Bizerte, Thèse de doctorat.p 68
- Delarras Camille . (2007).** Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyses ou de contrôle sanitaire. Lavoisier: Tec et Doc. Paris. 191p .
- Delmas G., Gallay A., Espié E., Haeghebaert S., Pihier N., Weill F-X., De Valk H., Vaillant V., Désenclos J-C. (2006).** Les toxi-infections alimentaires collectives en France entre 1996 et 2005,Bulletin Épidémiologique Hebdomadaire, No 51-52, Institut de Veille Sanitaire.
- DPRH. (2020).** Direction de la pêche et des ressources halieutiques Wilaya de Mostaganem, ; MONOGRAPHIE DU SECTEUR DE LA PECHE Wilaya de Mostaganem p1,p7 et 8p
- DPRH. (2021),** direction de la peche et des ressources halieutiques Wilaya de Mostaganem, ; ETS AQUA LILOU.ferme marine mytilicole zone maritime Stidia-Mostaganem.
- DPRH. (2019).** Situation de l'aquaculture marine dans la wilaya de Mostaganem.
- DublanchetAlain. Favre. (2009).** Bactériophages La phagothérapie : des virus pour combattre les infections Alain Dublanchet. Editions FAVRE, Lausanne (Suisse).

- Edberg S - C . , Rice E - W . , Karlin R - J . , & Allen M - J . (2000) .** *Escherichia coli* : the best biological drinking water indicator for public protection . Journal of Applied Microbiology , 64 : 3079 3083.
- ELM. (2011).** Environnement littoral et marin. Pollutions et qualité du milieu marin.
- Elmund G - K., Allen M - J., & Rice E - W. (1999).** Comparison of *Escherichia coli* , total coliform and fecal coliform population wastewater treatment as indicators of Waterenviron.res.71 : 332-339 . Efficiency.
- Equinoxe n° spécial. (1990).** Le magazine des ressources vivantes de la mer « environnement littoral ». p32 - 54.
- FAO (2009).** Département des pêches et de l'aquaculture Statistiques de Pêches.
- FAO (2020).** La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2020, la durabilité en action.
- FAO. (2007)** FAO, anefa.org, cnc, pleinemer.com, commission européenne (ec.europa.eu), La production d'huîtres (conchyliculture)(**productions 2005**) .
- FAO. (2010).** ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE Rome, 2010. Purification des coquillages bivalves: aspects fondamentaux et pratiques. FAO document technique sur les pêches -511.
- FAO. (2012).** Productions 2010 ; ifremer.fr/Statistiques-mondiales/Stats-conchyliculture/Production-mondiale.
- FAO. (2022).** Algérie. Texte par Oussaid, M.. Division des pêches et de l'aquaculture [en ligne]. Rome. (Cité le samedi 25 juin 2022).
- Ferchichi, H., A. St-Hilaire, T. B. M. J. Ouarda et B. Lévesque. (2021).** "Impact of the future coastal water temperature scenarios on the risk of potential growth of pathogenic *Vibrio* marine bacteria." Estuarine, Coastal and Shelf Science 250
- FIAC/CITPPM.(2011).** Fédération des Industries d'Aliments Conservés/Confédération des Industries de Traitement des Produits des Pêches Maritimes). Guide des bonnes pratiques d'hygiène et d'application des principes HACCP des poissons, mollusques et crustacés en conserves appertisées. 329 p.
- Gaujous D. (1995) .** La pollution des eaux aquatiques : Aide mémoire (2ème Edition) , Paris . pp . 40-44 .

- Gleeson C., et Gray N. (1997)** . The coliform index and waterborne disease. E et FN Spoon, 194 p.
- Goldberg E.(1975)**. The health of the oceans. The Unesco Press. pp. 165-170.
- Goldberg E.D. Goldberg, M. Koide, V. Hodge, A.R. Flegal, J. Martin. (1983)**. - U. S Mussel Watch: 1977-1978 results on trace metals and radionuclides. *Est. Coast. Shelf.Sci.* (16): 69-93.
- Greenwood M., Winnard G., Bagot. (1998)**. An outbreak of Salmonella enteritidis phage type 19 infection associated with cockles. *Communicable disease and Public Health* 1 : 35-37.
- Grimont, F., & Grimont, P. A. D. (1992)**.The genus *Serratia*. *The Prokaryotes*, 3, 2822–2848.
- Gruvel A., (1926)**. Les pêches maritimes en Algérie. *Société d'Ed Challamel*.162 p.
- Guallini P. (2008)**. La Méditerranée menacée par la pollution. Article de la Provence presse. Octobre 2008.
- Gagniaire, B. (2005)**. Etude des effets de polluants sur les paramètres hemocytaires de l'huitre creuse, *Crassostrea gigas*-interaction entre environnement, mecanismes de defense et maladies infectieuses.
- Hadji Feyrouz ; Boucceredj Imane. (2020)**. Analyse physico-chimique et microbiologique de l'eau. Mémoire de master septembre 2020. Université de 08 Mai 1945-Guelma, 09 p.
- Haichour Nora. (2019)**. Techniques de Contrôle Microbiologique, cours, Microbiologique, Université Ferhat Abbas Sétif 1, p 8,16,17 18 19 (G.BENOIT in D.GHINZI ,1988).
- Hansen W. (2000)**. *Vihrio*, In Précis de bactériologie clinique.Frenay J., Renaud F., Hansen W., Collet C., coordinateurs, ed. ESKA, 1332-1348.
- Hart C. A. (2006)**. *Klebsiella, Citrobacter, Enterobacter and Serratia* spp.. In S. H. Gillespie, & P. M. Hawkey (Eds.), *Principles and practice of Clinical Bacteriology* (2nd ed., pp. 377-386). England, UK: John Wiley and Sons Ltd.
- Haszprunar G., Schander C., and Halanych K. M. (2008)**. Relationships of higher molluscan taxa. In:Phylogeny and Evolution of the Mollusca (W. F. Ponder and D. R. Lindberg, Eds.), University of California Pressv, Berkeley: 19-32p.

- Helm M.M., Bourne N., Lovatelli N. (2006).** Fisheries Technical Paper, in FAO, 2006, Ecloserie de bivalves.manuel pratique Vol. 471, p. 1-184 - ISBN : 92-5-205224-0 ; 1 vol. (XXIII-184 p.) : ill. coul.
- Hervio-Heath D., Colwell R.R., Derrien A., Robert-Pillot A., Fournier JM., Pommepuy M. (2002).** Occurrence of pathogenic vibrios in coastal areas of France. *Journal of Applied Microbiology*. 92 : 1129-1135.
- Hong S. K Uh Y., Son J. S., Jang I. H., Yoon K. J. (2002).** Penicillin-resistant *Aerococcus viridans* bacteremia associated with granulocytopenia. *Journal of Korean Medical Science*, 17(1), 113-115.
- Huss H.H. (1995).** Assurance de la qualité des produits de la mer. FAO Document technique sur les pêches. No. 334, Rome, 186p.
- Inspection de l'environnement de la wilaya de Mostaganem (2003).** : Rapport sur l'état de l'environnement de la wilaya de Mostaganem 2003.
- ISO 6579-1/A1:(2017) NF V08-013-1.** Microbiologie de la chaîne alimentaire - Méthode horizontale pour la recherche, le dénombrement et le sérotypage des Salmonella - Partie 1 : recherche des Salmonella spp. - Amendement 1 : extension de la plage de températures pour l'incubation, amendement du statut de l'Annexe D et correction de la composition des milieux MSRV et SC.
- ISO 6888-1 (V 08-014)(1999).** Microbiologie des Aliments. Méthode horizontale pour le dénombrement des staphylocoques à coagulase positive. (Staphylococcus aureus et autres espèces). Partie 1 : Technique utilisant le milieu gélosé de Baird-Parker.
- ISO 9308-1 (2014)/AMD 1:(2016)** Qualité de l'eau — Dénombrement des Escherichia coli et des bactéries coliformes — Partie 1: Méthode par filtration sur membrane pour les eaux à faible teneur en bactéries — Amendement 1.
- Janda, J. M., & Abbott, S. L. (2006).** The Genera Klebsiella and Raoultella. *The Enterobacteria* (2nd ed., pp. 115-129). Washington, USA: ASM Press.
- Janda, J. M., & Abbott, S. L. (2006).** The Genera Klebsiella and Raoultella. *The Enterobacteria* (2nd ed., pp. 115-129). Washington, USA: ASM Press.

- JORA. (1993).** Journal Officiel de la République Algérienne. 32e ANNEE_ N° 46 , 14 juillet 1993, p 12.
- JORA. (2017) :** Journal Officiel de la République Algérienne. N° 39 produits de la pêche et de l'aquaculture , 02 juillet 2017, p 18.
- Jorgensen C.B. (1960).** Efficiency of particle retention and rate of water transport in undisturbed Lamellibranchs. /.Cons. Perm. Int .Expl. Mer, 29: 96-116p.
- Jurd R.D. (2000) .** Instant notes in animal biology . Scientific Publishers .
- kaddour Amina. (2006).** Mise en évidence du stress environnemental et effet génotoxique chez la moule , *Mytilus galloprovincialis* de la côte occidentale algérienne par l'évaluation de la stabilité de la membrane lysosomale et la détermination de la fréquence des micronoyaux . Mémoire de Magister. Université d'Oran. 16p.
- Kamel B. (2014).** Laboratory of Natural Products Chemistry and Biomolecules (LNPCB), Department of Industrial Chemistry, Faculty of Technology University of Saad Dahlab at Blida., P.O. Box 270, 09000 Blida, Algeria.
- Kara Mohamed Hichem , Lacroix D, Sadek S, Blancheton JP, Rey-Valette H, Kraiem M., (2016)** Vingt ans d'aquaculture en Afrique du Nord : évolutions, bilan critique et avenir (Twenty years of aquaculture in North Africa) : developments , critical assessment and future.
- Karali et Echikh. (2004).** L'aquaculture en Algérie Mémoire.(ISMAL :Institut des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du littoral).06p -08p.
- Kerdoussi. (2010) .** Moule *Perna Perna* peuplent le golf d'Annaba : croissance, reproduction et qualité bactériologique. Mémoire 01p.
- Lacaze J-C., et Ramade F.(1993).** La dégradation de l'environnement côtier, conséquences écologiques. Edition Masson. Paris. p129.
- Lee, R.; Lovatelli, A; Ababouch, L.(2010).** Purification des coquillages bivalves: aspects fondamentaux et pratiques. *FAO Document technique sur les pêches*. No. 511. Rome, FAO. 2010. 155p.

- Lamarck, J.P.B. A de Monet.(1819).**Inventaire national du patrimoine naturel (INPN) :Histoire naturelle des animaux sans vertèbres.
- Le Pennec M., G. Le Pennec, N. Aloui-Bejaoui et B.Métivier. (2004).** Les mytilides et l'eau. *Bull. Soc.Zoo. Fr.*, 129, 393-406.
- Lebres E. et Mouffok. F.(1999).** Guide pratique d'analyses microbiologiques des denrées alimentaires : Service de bactériologie alimentaire., institut Pasteur d'Algérie., janvier 1999, p24.
- Lebres. E, (2002).** Cours national d'hygiène et de microbiologie des aliments.InstitutPasteur. 34 p.
- Lebres. E, Azizi. D, et Boudjlleb. (2006).** Cours d'hygiène et de microbiologie des Eaux : Microbiologie des eaux et des boissons. Institut pasteur d'Algérie.60 p.
- Leclerc H. (1978).** Le genre vibrio : Les vibrions cholériques.cours de microbiologie des denrées alimentaires . Inst . Pasteur - Lille .
- Leclerc H., Festy B. & Lazar P. (1982).**Connaissances actuelles de la pathologie hydrique. Epidémiologie et santépublique,Masson, Paris, 30: 363-385p.
- Leclerc H., Gaillard J.L., Simonet M. (1995).**Microbiologie générale : la bactérie et le monde bactérien. Edit. Doin. 535p.
- Lee, R.; Lovatelli, A; Ababouch, L.(2010).**Purification des coquillages bivalves: aspects fondamentaux et pratiques.*FAO Document technique sur les pêches*. No. 511. Rome, FAO. 2010. 155p.
- Lehb Hanaa. (2020).**contribution à l'étude de la qualité des eaux de baignade de la crique de la Salamandre. 58p
- Licciano M., L. Stabili, A. Giangrande et R. A. (2007).**Bacterial accumulation by *Branchiomma lutosum* (Annelida: Polychaeta): A tool for biomonitoring marine systems and restoring polluted waters. *Mar. Env. Res.*, 63, 291-302.
- Lubet, P. (1959).** Recherches sur le cycle sexuel et l'émission des gamètes chez les mytilidés et les pectinidés. *Rev., Trav. Inst. Pêches Marit* 23(4) : 548.

- Lubet, P. (1973).** Exposé synoptique des données biologiques sur la moule *Mytilus galloprovincialis* (Lamark, 1819). Synopsis FAO sur les pêches n°88.
- MAAF. (2017).**Ministère de l’agriculture et de l’alimentation française .
- Mancini (1978).** Numerical estimates of coliform mortality rates under various conditions. Water pollution control board journal. P50. 2477 - 2484.
- Manuel de Bergey. (1984).** Systematic bacteriology; 9th edition Bergey's Manual® of Systematic Bacteriology De David Hendricks Bergey.
- MAPAQ. (2019).** Ministère de l’Agriculture, des Pêcheries et de l’Alimentation du Québec ;la 6eme édition du recueil des critères microbiologiques appliqués aux aliments offerts à la consommation.
- Marino A., L. Lombardo, C. Fiorentino, B. Orlandella, L. Monticelli, A. Nostro et V. Alonzo.(2005).**Uptake of *Escherichia coli*,*Vibrio cholerae* non-O1 and *Enterococcus durans* by, and depuration of mussels (*Mytilus galloprovincialis*). *Int. J.Food Microbiol.*, 99, 281-286.
- Maud Charles. (2019).**Etude des organismes pathogènes, des conditions physiologiques et pathologiques impliqués dans les mortalités anormales de moules (*Mytilus sp.*)
- Maurin C. (1974).** La conchyliculture française : le milieu naturel et ses variations (première partie). Institut scientifique et technique des pêches maritimes. Nantes. P112 – 117.
- MerioumaNour El Houda Et Taleb Abdeldjalil. (2016).** Contribution à la contamination des moules par les bactéries du genre *Vibrio*. Mémoire de fin d’études. Université Saad Dahlab-Blida 1. 78p.
- Mill A., T. Schlacher et M. Katouli.(2006).** Tidal and longitudinal variation of fecal indicator bacteria in an estuarine creek in south-east Queensland, Australia. *Mar.Pollut. Bull.*, 52, 881-891.
- Ministère de l’Environnement et du Milieu Rural et Marin La diversification en aquaculture Un outil pour la durabilité. (2011).** (GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, Y MEDIO RURAL Y MARINO) Secrétariat Général Technique Centre de Publications. 48p.

- Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques,(2003).** Plan National de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture (2003-2007).
- Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques. (2013).** Recueil de textes réglementaires. Tomes 3 et 4,
- Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques. (2014).** Secteur de la Pêche et de l'Aquaculture .Bilan (2012-2014). Prospective 2030 et Projet « Plan AquaPêche 2020 ».
- Mostari , A. Benabdeli, K .Vela, E.(2020) .** Le littoral de Mostaganem (Algérie), une "zone importante pour les plantes" (ZIP) autant négligée que menacée .Article .p209
- Mc-Cauley, Robert D Jane Fewtrell, Alec J. Duncan, Curt Jenner,Micheline-Nicole Jenner, John D. Penrose, Robert I.T. Prince, Anita Adhitya, Julie Murdoch, Kathryn McCabe.(200) .** Marine seismic surveys : analysis and propagation of air-gun signals ; and effects of air-gun exposure on humpback whales , sea turtles ,fishes and squid
- MPRH. (2005).** Ministère de la pêche et des ressources halieutiques, 04 Janvier 2005, entretiens directs.
- Naciri M. (1998).** Dynamique d'une population de moules, *Mytilus galloprovincialis* (Lmk.), vivant sur la côte atlantique marocaine., Bull. Inst. Sci., Rabat (21) : 43-50.
- Nahar Ibtissem; Ben Hadjoudja wahiba. (2019) .**Espace récréatif urbain a "sidi el mejdoub-mostaganem" (aménagement de la zone) MémoiredeMASTER. 10p
- Najimi S. (1997) -** Evaluation de l'état de santé de la baie d'Agadir: Bioaccumulationméallique et réponses de deux biomarqueurs de pollution chez *Mytilus galloprovincialis* et *Perna perna*.Thèse, UniversitéIbnou Zohr ,161 p.
- Narbonne, J.F., Aarab, N., Clérandeau, C., Daubéze, M., Narbonne, J., Champeau, O. & Garrigues, P. (2005).**Scale of classification based on biochemical markers in mussels: application to pollution monitoring in Mediterranean coasts and temporal trends., Biomarkers (10) : 58-71.
- Navoun S. (2005).** Thermorésistance de trois sérotypes de salmonella dans l'oeuf et les gésiers de poulets. Université Coco du d'Abidjan, 87p.

- P - W . , et Clark H - F . (1961).** Coliform group and organisms as indicators of pollution in drinking water . J. Amer . Water Work Association . 53 , 1577-1579 .
- PAP/CAR. (1996).** Le Centre d'Activités Régionales pour le Programme d'Actions Prioritaires (PAP/CAR) Approches pour l'aménagement de zones côtières en relation avec l'aquaculture en Méditerranée. PAP-10/EAM/GL.1. Split, Croatie, 1996, 38pp.
- Papadakis J. (1982).** Factors and problems concerning the bacteriological examination of sea - water . VI ème journée . Etud . Pollution . Cannes . (2-4 décembre) .545-550 .
- Pagliassotti , M.J. , Davis , S.N. , Cherrington , AD .(1994).** The role of the liver in maintaining glucose homeostasis : Austin R.G. Landes Company , p . 156-189 .
- Paul Singleton.(2004).**Bactériologie- Pour la médecine, la biologie et les biotechnologies professeur à l'universite de Bristol .livre .16.L'identification et la clasifcation des bacteries . 6ème édition. 482 p.
- Pblandin Patrick. (1986) .** Bioindicateurs et diagnostic des systèmes écologiques . Bull . Ecol . , 4. pp . 215 307 .
- Pechère J. C , Acar J , Grenier B, Nihoul E. (1982).** Reconnaître, comprendre et traité les infections. 4ème édition. Edisem ST-Hyacinthe. Québec. 509p.
- PNUE / OMS. (1977).** Recommandation pour la surveillance sanitaire des zones côtières à usage récréatif et des zones conchylicoles. Bureau régional de l'OMS pour l'Europe, Copenhague : 168p.
- Poggi R. (1990).** Impacts sanitaires des contaminations microbiologiques.IFREMER la mer et les rejets urbains, n° 11 : 115-132.
- Pommepuy M. , Dupray E. , Guillaud J.F. , Derrien A. , L'Yavanc J. and Cormier M. (1991).**Rejets urbains et contamination fecale. Oceanologica acts . Proceedings of the international colloquium on the environment of epicontinental seas , Life 20-22 mars 1990 n ° 1 , p . 321-327 .
- Pommepuy M. , Guillaud J.-F. , Martin Y. , Dupray E. , Cormier M. , (1990)** « Devenir des bactéries en zone littorale ». IFREMER Actes de colloques 11 « La mer rt les rejets urbains ». Bendor 13-15 juin 1990.

- Pompepu M., Guillaud J.F., Le Guyader F., Dupray E., Cormier M., 1990.** : Le devenir de la charge bactériologique des sédiments dragués. In: Actes du séminaire international sur les aspects environnementaux liés aux activités de dragage. Nantes, 27 novembre 1989-1er décembre 1989, 65-78.
- Quézel ,P et Santa,S. (1962-1963).** Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. p1-2 .
- Paris
- Rabetafika. H.N, Paquot. M, Janssens. L, et Castiaux. A. (2006).** Développement durable et Ressources Renouvelables, ph. Dubois 2006, la Politique scientifiqueFédérale.Rue de la Science 8 B-1000 Bruxelles. Belgique. 1, (4), 56-63p.
- Raoux CY, Garrigues P. (1993).** Mechanism model of polycyclic aromatic hydrocarbons contamination of marine coastal sediments from the Mediterranean sea. In Proceedings of the 13th International Symposium on Polynuclear Aromatic Hydrocarbons, Garrigues P, Lamotte M (eds). Gordon and Breach Publishers, 443 - 450.
- Reddy, M.S., Mehta, B., Dave, S., Joshi, M., Karthikeyan, L., Sarma, V.K.S., Basha, S., Ramachandraiah, G. and Bhatt, O. (2007).** Bioaccumulation of heavy metals in somecommercial fishes and crabs of the Gulf of Cambay, India. Current Science, 92: 1489-1491.
- Reggam. A. (2015).** Contribution à l'étude de la qualité microbiologique et physicochimique des eaux d'Oued Seybouse. Thèse de Doctorat. Université 8 mai 1945, Algérie,131p.
- Remini. B. (2005).** La problématique de l'eau en Algérie. Collection hydraulique et transport, Blida. 182 p.
- Ricci E.(1957).** Contribution à la biométrie, à la biologie et à la physico-chimie de la moule commune. Sta. Océanogr. Salammbô: 163 p.
- Rittschof D , McClellan P - Vert - Bulletin de pollution marine. (2005) - Elsevier** Les mollusques comme modèles multidisciplinaires en toxicologie de l'environnement.
- Rodier J. (2009).** L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eaux de mer.9ème édition. Dunod. Paris, 1579p.

- Rodier J. , Bazin J. P. , Chambon P. , Champsaur H. et Rodi L. (1996).** L'analyse de l'eau : eaux naturelles , eaux résiduaires , eau de mer . 8ème Ed . Dunod Paris , pp . 4-6 . pp761, 1383p.
- Rodier. (2009).** L'analyse de l'eau - 10e édition Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer.
- Ruoff, K. L. (2007).** *Aerococcus, Abiotrophia*, and Other Aerobic Catalase-Negative, Gram-Positive Cocci. In P. R. Murray, E. J. Baron, M. L. Landry, J. H. Jorgensen & M. A. Pfaller (Eds.), (9th ed., pp. 443-454). Washington, D.C. : ASM Press.
- Schönitzer V, Weiss IM. (2007).** The structure of mollusc larval shells formed in the presence of the chitin synthase inhibitor Nikkomycin Z". BMC Structural Biology, 7: 7-71.
- Seed R. (1973).** Morphological variations in *Mytilus* from the Irish coasts in relation to the occurrence and distribution of *M. galloprovincialis* LmK. Cah. biol. mar. 15 : 1-25
- Smith De Waal C., Barbon K., Alderton L., et Jacobson M-F. (2001).** Out break alert: Center for Sciences in Public Interest (CSPI)/Washington, p48.
- Songy, P. & Avezard, J. (1963).** Documents pour l'étude des invertébrés (non Arthropodes). Cours de sciences naturelles. Classique Hachette, p : 84.
- Soudane F. (1968).** incidence de la pollution sur la vie marin.
- Souna D. (2011).** Epidémiologie de la résistance aux antibiotiques au niveau du C.H.U de SidiBel Abbes. Université Abou bekr belkaid –Tlemcen, 148p.
- Spadem D. & Adagp A. (1972).** Grande encyclopédie (la rousse). Australie bond, Librairie Larousse. Paris VI. ed. librairie la rousse. Canada, 3: 1880p.
- Stewart, J. E., Cornick, J. W., Zwicker, B. M., & Arie, B. (2004).** Studies on the virulence of *Aerococcus viridans* (var.) homari, the causative agent of gaffkemia, a fatal disease of homarid lobsters. *Diseases of Aquatic Organisms*, 60(2), 149-155.
- Turgeon, D. D., Quinn, J. F., Bogan, A. E ., Coane, V., Hochberg, F. G. & Lyon, W. G. (1998).** Noms communs et scientifiques des invertébrés aquatiques des Etats-Unis et du Canada : Mollusque, 2ème ED. Publication spéciale 26 de Société Américaine de pêche. Société Américaine de pêche. Bethesda, Le maryland, Etats-Unis. 526, ISBN : 1-888569-01-8.

Trea Saliha , Reguiat Yones, Boudjemline Zoubeyr.(2013) .évaluation de la qualité des eaux d'oued bousselem (Sétif-Algerie) : qualite physico-chimique et bactériologique des eaux d'oued bousselem à sétif (Algerie) . livre p .17.18.24.67.70 .71 .72.

Vaillant J.R. (1973). Protection de la qualité des eaux et maîtrise de la pollution : contrôle de déversement d'eaux polluées. Eyrolles, Paris, 419p.

Verlaque, M.; Mineur, F.; Boudouresque, C.-F. (2007). Oyster transfers as a vector for marine species introductions: a realistic approach based on the macrophytes. Dans : *Impact of Mariculture on Coastal Ecosystem*. D. BRIAND (Editeur), 21-24 fevrier, Lisboa, Portugal, CIESM Publications 32, 39-47.

Wilkinson ,KD ., Tashayev ,VL., O'Connor ,LB., Larsen ,CN., Kasperek ,E., Pickart ,CM. (1995) .Métabolisme du signal de dégradation de la polyubiquitine : structure, mécanisme et rôle de l'isopeptidase T.

Zouari S. (1985). Contribution à l'étude systématique des lamellibranches des côtes tunisiennes. D.E.A. Fac. Sci. Tunis : 245 p.

Site web

<http://bibliomer.ifremer.fr/consult.php?ID=2008-4496>

Oliver J., Simon B., Ben B.,2021. [Le média du développement durable ID4D.articl
https://ideas4development.org/aquaculture-securite-alimentaire/](https://ideas4development.org/aquaculture-securite-alimentaire/)

Santé Canada , 1991. La qualité bactériologique . Document de support aux recommandations pour la qualité de l'eau potable [www.hc - sc au Canada](http://www.hc-sc.gc.ca/hc-sc/canada/) . Accessible à gc.ca/chp/dhm/dpc_cau_qualité/cauguide.htm .

MASA 2017 , ministère de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire <https://agriculture.gouv.fr/conchyliculture-les-techniques-delevage>

Ifremer,2011. Aquaculture ; <https://agriculture.gouv.fr/conchyliculture-les-techniques-delevage>

France naissain 2013<https://www.francenaissain.com/nos-outils-de-production/des-outils-de-production-preformants/definition-de-la-conchyliculture/>

<https://www.pasteur.fr/fr/centre-medical/fiches-maladies/salmonellose>

<http://www.ccme.ca/sourcetotap/ecoli.fr.html>.

<https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/biosurete-laboratoire/fiches-techniques-sante-securite-agents-pathogenes-evaluation-risques/klebsiella.html>

<https://doi.org/10.15468/39omei>

<https://www.biomerieux.fr/diagnostic-clinique/vitekr-2>

https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/aquaculture/I1129m/file/fr/fr_mediterraneanmussel.htm

<https://www.fao.org/fishery/en/countrysector/dz/fr>

[FAO publications related to aquaculture for Algeria.](#)

Ifremer.(2012).<https://aquaculture.ifremer.fr/Statistiques-mondiales/Stats-conchyliculture/Production-mondiale>

<https://www.lenntech.fr/applications/irrigation/salinite/irrigation/salinite-risque-irrigation.htm>

François de Dardel -sea water analysis http://dardel.info/IX/other_info/sea_water.html

Annexes

Annexe 1 : Compositions des milieux de culture (g/l) et des réactifs

Pour 1 litre de milieu :

Eau peptonée

Peptone exempte d'indole	15g
Chlorure de Sodium	5g
pH 7,2	

Solution de tellurite de potassium

Tellurite de potassium	1 g
Eau distillée	100 ml

Bouillon de Giolitti et Cantoni

Tryptone	10,0 g
Extrait de levure	5,0 g
Extrait de viande	5,0 g
Glycine	1,2 g
Chlorure de sodium	5,0 g
Chlorure de lithium	5,0 g
D (-) Mannitol	20,0 g
Pyruvate de sodium	3,0 g
Tween 80	1,0 g

pH final 6,9 ± 0,2

Bouillon de Rothe

Peptones	20g
Glucose	5g
Chlorure de sodium	5g
Azoture de sodium	0,2g
Tampons	5,4g

Réactif de Kovacs

Para-dimethyl -amino- benzaldéhyde	7g/l
Alcool isoamylique	75 ml
Acide chlorhydrique Concentré	20ml

Solution de l'eau oxygénée à 10 %

Eau oxygénée à 10 V	0, 5ml
Eau distillée	14,5ml

Gélose Hektoen

Protéose-Peptone	12,0 g
Extrait de levure	3,0 g
Chlorure de sodium	5,0 g
Thiosulfate de sodium	5,0g
Sels biliaires	9,0 g
Citrate ferrique ammoniacal	11,5g
Salicine	2,0 g
Lactose	12,0 g
Saccharose	12,0g
Fuchsine acide	0,1g
Bleu de bromothymo	0,065g
Agar	14,0 g

pH 7,5

Gélose PCA

Peptone de caséine	5,00g
Extrait de levure	2,50 g
Glucose	1,00 g
Agar	15,00 g

pH 7,2

Sélénite-Cystine – Bouillon (SFB)

Tryptone	5,0g
Lactose	4,0g
Phosphate disodique	10,0g
Sodium sélénite	4,0g
L-Cystine	0,010g

pH 7,0 ± 0,2

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
pH 7.2 ± 0.2	

Gélose VRBL

Peptone	7,00g
Chlorure de sodium	5g
Extrait de levure	3g
Rouge neutre	0.03g
Sels biliaires	1.5g
Cristal violet	0,002g
Lactose	10g
Gélose	15,00g

Gélose BEA

Extrait de bœuf	11g
Digestion enzymatique de gélatine	34,5 g/L
Esculine	1g
Sulfate de manganèse	0.05g
Bile de bœuf	2g
Citrate d'ammonium ferrique	0,5 g/L
Gélose	15,0 g/L

Slanetz

Agar-agar	10g
Peptone	20g
Azide de sodium	0,4g
Glucose	2g
TTC (chlorure de 2-3-5-triphényl-tétrazolium)	0,1g
pH = 7,2	

Gélose TSI (Triple Sugar Agar)

Extrait autolytique de levure	3,0g
Extrait de viande	3,0g
Peptone	20g
Chlorure de sodium	5,0g
Lactose	10,0g
Saccharose	10,0g
Glucose	1,0g
Thiosulfate de sodium	0,3g
Citrate de fer (III)	0,3g
Rouge de phénol	24,0mg
Agar agar bactériologique	9,0g

Gélose Chapman

Peptone	10g
Extrait de viande de bœuf	1g
Chlorure de sodium	75g
Mannitol	10g
Rouge de phénol	0,025g
Gélose	15g
pH final 7,4 ± 0,2	

Eva-litsky

peptone	20,0g
glucose	5,0g
azide	0,2g
éthyl-violet	0,5g
NaCl	5,0g
hydrogénophosphate de potassium	2,7g
dihydrogénophosphate de potassium	2,7g
pH= 6,8	

Eau peptonée alcaline (EPA) (g/l)

EPA & EPA 10 x cc		
Protéose peptone	1	100g
Peptone	10	100g
Chlorure de sodium	5	50g
pH 8.6		

2)- Identification de l'espèce *Klebsiella Oxytoca*

Origine du germe	VITEK 2																
Germe sélectionné	87% de probabilité <i>Klebsiella oxytoca</i> Profil biochimique : 6717734757566411 Fiabilité : Identification acceptable																
Germes identifiés et tests discriminants :																	
Commentaire sur l'ident. :																	
Tests à l'encontre <i>Klebsiella oxytoca</i> H2S(1),ODC(1),BGUR(1).																	
Détails biochimiques																	
2	APPA	-	3	ADO	-	4	PyrA	+	5	IARL	+	7	dCEL	+	9	BGAL	-
10	H2S	+	11	BNAG	-	12	AGLTp	-	13	dGLU	+	14	GCT	+	15	CIF	-
17	BGLU	+	18	dMAL	+	19	dMAN	+	20	dMNE	+	21	BXYL	+	22	BAlap	-
23	ProA	-	26	LIP	-	27	PLE	+	29	TyrA	+	31	URE	+	32	dSOR	-
33	SAC	+	34	dTAG	-	35	dTRE	+	36	CIT	+	37	MNI	+	39	SKG	-
40	ILATk	+	41	AGLU	-	42	SUCT	+	43	NAGA	-	44	AGAL	+	45	PHOS	-
46	GlyA	-	47	ODC	+	48	LDC	+	53	IHiSa	-	56	CMT	-	57	BGUR	-
58	O129R	+	59	GGAA	-	61	IMLTa	-	62	ELLM	+	64	ILATa	-			

3)- Identification de l'espèce *Enterobacter aerogenes*

Origine du germe	VITEK 2																
Germe sélectionné	87% de probabilité Enterobacter aerogenes Profil biochimique : 2605714550426610 Fiabilité : Identification acceptable																
Germes identifiés et tests discriminants :																	
Commentaire sur l'ident. :																	
Tests à l'encontre Enterobacter aerogenes BXYL(99),PHOS(99),BGUR(1).																	
Détails biochimiques																	
2	APPA	-	3	ADO	+	4	PyrA	-	5	IARL	-	7	dCEL	+	9	BGAL	+
10	H2S	-	11	BNAG	-	12	AGLTp	-	13	dGLU	+	14	GGT	-	15	OFF	+
17	BGLU	+	18	dMAL	+	19	dMAN	+	20	dMNE	+	21	BXYL	-	22	BAlap	-
23	ProA	-	26	LIP	-	27	PLE	+	29	TyrA	+	31	URE	-	32	dSOR	-
33	SAC	+	34	dTAG	-	35	dTRE	+	36	CIT	-	37	MNT	-	39	SKG	-
40	ILATk	-	41	AGLU	-	42	SUCT	-	43	NAGA	-	44	AGAL	+	45	PHOS	-
46	GlyA	-	47	ODC	+	48	LDC	-	53	IHISa	-	56	CMT	+	57	BGUR	-
58	O129R	+	59	GGAA	-	61	IMLTa	-	62	ELLM	-	64	ILATa	-			

Annexe 3

Tableau de lecture de l'API 10^S

Tests	Composants actifs	QTE(mg/cup.)	Réactif/Enzymes	Résultats	
				Négatif	Positif
ONPG	2-nitrophényl- β Dgalactopyranoside	0,223	β -galactosidase (Ortho-NitroPhényl- β DGalactopyranosidase)	incolore	jaune
GLU	D-glucose	1,9	fermentation / oxydation (GLUcose)	bleu / bleu-vert	jaune / jaune-gris
ARA	L-arabinose	1,9	fermentation / oxydation (ARAbinose)	bleu / bleu-vert	jaune
<u>LDC</u>	L-lysine	1,9	Lysine DéCarboxylase	jaune	rouge / orangé
<u>ODC</u>	L-ornithine	1,9	Ornithine DéCarboxylase	jaune	rouge / orangé
CIT □	trisodium citrate	0,756	utilisation du CITrate	vert pâle / jaune	bleu-vert / bleu
<u>H₂S</u>	sodium thiosulfate	0,075	production d'H ₂ S	incolore / grisâtre	dépôt noir / fin liseré
<u>URE</u>	urée	0,76	UREase	jaune	rouge / orangé
TDA	L-tryptophane	0,38	Tryptophane DésAminase	TDA / immédiat	
				jaune	marron-rougeâtre
IND	L-tryptophane	0,19	production d'INDole	JAMES / immédiat	
				incolore vert pâle / jaune	rose
OX	(voir notice du test oxydase)	-	cytochrome-OXydase	(voir notice du test oxydase)	
NO ₂	(tube GLU)	-	production de NO ₂	NIT 1 + NIT 2 / 2-5 min	
				jaune	Rouge

Annexe 4

Tables de Mac Grady

3 tubes par dilution					
Nombre caractéristique	Nombre de germes/ml	Nombre caractéristique	Nombre de germes/ml	Nombre caractéristique	Nombre de germes/ml
000	0.0	201	1.4	302	6.5
001	0.3	202	2.0	310	4.5
010	0.3	210	1.5	311	7.5
011	0.6	211	2.0	312	11.5
020	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		

Annexe 5

La directive européenne du 8 décembre 1975, reprise par le décret n° 91-980 du 20 septembre 1991, a établi les normes de qualité des eaux de baignade et les a classé en quatre catégories :

- Catégorie **A** : bonne qualité, respect des valeurs guides et impératives de la directive.
- Catégorie **B** : qualité moyenne, respect des normes impératives.
- Catégorie **C** : pouvant momentanément être polluée (entre 5 et 33 % d'échantillons non conformes aux valeurs impératives).
- Catégorie **D** : mauvaise qualité, trop fréquemment polluée (plus de 33 % d'échantillons non conformes aux normes impératives).

Ce classement attribué en fin de saison, partage d'une part, les eaux conformes (A et B) et d'autre part les eaux non conformes (C et D).

Normes de la qualité des eaux conchylicoles (Communauté Européenne, 1991).

Paramètres	Zone A	Zone B	Zone C
Coliformes fécaux (nombre/100g de chair et de liquide intervalvaire)	> 300 et < 1 000 pour 90 % des échantillons	> 6000 et < 60 000 pour 90 % des échantillons	> 60 000 pour 90 % des échantillons
<i>Escherichia coli</i> (nombre/100g de chair et de liquide humide)	> 230 et <1000 pour 90 % des échantillons	> 4 600 et < 46 000 pour 90 % des échantillons	> 46 000 pour 90 % des échantillons

Les eaux conchylicoles sont, comme les eaux de baignade, classées en catégories de qualité. Il existe ainsi quatre zones :

- Zone **A** : zone où il est possible de récolter les coquillages pour une consommation humaine directe.
- Zone **B** : zone où les coquillages doivent faire l'objet d'une purification et/ou d'un reparcage d'une durée adaptée dans une zone de qualité A, avant d'être acceptés pour la consommation humaine.

- Zone **C** : comme la zone B, mais la purification doit être plus poussée ou le reparcage de beaucoup plus longue durée.
- Zone **D** : zone où il est impossible de récolter des coquillages pour la consommation humaine.