



**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE BLIDA 1 FACULTE DE SCIENCE DE LA NATURE ET  
DE LA VIE**

**DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE CELLULAIRE**

**PROJET DE FIN D'ETUDE EN VUE DE L'OBTENTION DE :**

**DIPLOME DE MASTER EN MICROBIOLOGIE ET**

**TOXICOLOGIE ALIMENTAIRE.**

## **THEME**

***Contrôle de la qualité bactériologique et toxicologique  
de la moule *Mytilus galloprovincialis* dans la baie de  
Bou-Ismaïl***

***Réalisé par : LARBAOUI Nihal***

**Jury :**

- **Président : M<sup>me</sup> BOULKOUR S. M.A.A. à USDB**
- **Examinatrice: M<sup>me</sup> BELMESKINE H. M.A.A. à USDB**
- **Promoteur : M<sup>r</sup> MEKNACHI A. A.R. au CNRDPA**

**Année universitaire 2014 – 2015**

# REMERCIEMENTS

*Nous ne pouvons achever ce travail sans exprimer nos vifs remerciements à :*

*A madame Boulkour*

*Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse  
Hommages respectueux,*

*A madame Belmeskine*

*Qui a accepté de participer à notre jury de thèse et d'examiner notre travail, sa  
contribution nous honore.*

*A monsieur Meknachi Abdelah*

*Qui nous a fait l'honneur d'accepter de nous encadrer, de nous corriger et de nous  
apporter une aide précieuse au cours de l'élaboration de ce travail.  
Pour toute sa gentillesse et sa disponibilité,  
Qu'il trouve ici l'expression de notre reconnaissance et de notre respect le plus sincère.*

*A TOUT le personnel du centre national de la recherche et du développement de la pêche  
et de aquaculture à Bousmail, pour leurs judicieux conseils ayant permis le bon déroulement  
de notre expérimentation.*

*A tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

# *Dédicaces*

*Je dédie ce travail :*

*A la mémoire de mon père qui s'est sacrifié et privé pour me voir réussir ;*

*A ma mère qui a veillé des nuits pour me voir grandir ;*

*A mes sœurs et à mon frère qui ont contribué à ma réussite ;*

*A mes beaux-frères et ma belle-sœur ;*

*A mes neveux et nièces et à toute ma famille ;*

*A mes amies d'enfance et d'études.*

*NIHAL*

## Résumé

Cette étude porte sur le contrôle de qualité et le suivi des changements que subit la moule *Mytilusgalloprovincialis* qui provient de la baie de Bou-Ismaïl et de différents secteurs : milieu naturel, vendeur informel, formel et milieu conchylicole par une approche physico-chimique, biochimique et microbiologique.

Le travail expérimental porte sur l'étude de la moule à l'état frais et l'effet de la conservation en fonction de la température (Température de réfrigération 4°C et de congélation - 18°C) et en fonction du temps de conservation.

Les principales analyses utilisées pour déterminer la qualité de la moule sont : les analyses physico-chimiques (biométrie, analyse sensorielle, la teneur en eau, matière minérale et organique, le pH, l'Acide Basique Volatil total) analyses biochimiques (protéine, glucose, protéase, catalase) microbiologiques (flore aérobie mésophiles total et fécale, streptocoque, salmonelle et clostridium).

L'ensemble des échantillons frais ont montré une bonne qualité sur le plan physico-chimique avec une valeur maximal en Acide Basique Volatil Total  $5,1 \pm 4,1$ mg/ 100g de chair ainsi biochimique et bactériologique avec des teneurs qui n'ont pas dépassé les valeurs seuil recommandées E.coli 90 germes/100g de chair comme valeur maximale, streptocoque ne dépassent pas 186 germes/ 100 g de chair.

L'ensemble des échantillons conservés montre des valeurs en Acide Basique Volatil Total qui ne dépassent pas le seuil recommandé avec une valeur maximale  $9,1 \pm 1,4$ mg/100g de chair à 4°C et une valeur maximal  $8,05 \pm 0,4$ mg / 100g de chair à -18°C. Sur le plan bactériologique la flore psychrophile est absente, pour flore aérobie mésophile total on note une valeur maximale 3175 UFC à 4°C et 168 UFC valeur maximal à -18°C. Les valeurs de la Flore Aérobie Mésophile Total à 4°C sont toujours supérieures aux valeurs obtenues à -18°C sans qu'elles dépassent les normes. Par ailleurs, l'autolyse enzymatique était à l'origine des chutes des teneurs protéiques.

**Mots clés :** *Mytilusgalloprovincialis*, conservation, Acide Basique Volatil Total, analyses biochimiques, Flore aérobie mésophile total.

## Abstract

The present study focuses on quality control and following the changes that occur on *Mytilusgalloprovincialis* mussel taken from Bouismail bay and other sectors such as natural environment, formal and informal markets, and shellfish's natural habitat, using physico-chemical, biochemical and microbiological approaches.

Our experimental work involves the study of fresh mussel and the effect of preserving it at determined temperatures (cooling at 4°C and freezing at -18°C) in accordance with the storage time.

Main analysis procedures used to determine the quality of the mussel are: a physicochemical analysis (biometrics, sensory analysis, water content, mineral and organic content, pH, and total volatile basic), a biochemical analysis (protein, glucose, protease, catalase) also a microbial analysis (total aerobic and mesophilic flora and fecal flora, streptococcus, salmonella and clostridium).

All fresh samples showed good quality on the physicochemical levels with a maximum value of total volatile basic  $5.1 \pm 4.1$ mg/100g of mussel flesh and on biochemical and bacteriological levels with contents that have not exceeded recommended values: 90 E.coli germs per 100 g of mussel flesh as their highest value besides streptococcus germs that have not exceeded 186 per 100 g of mussel flesh.

The set of preserved samples showed total volatile basic values that did not surpass the recommended values with a maximum value of  $9.1 \pm 1.4$  mg/100 of mussel flesh at 4 °C and a maximum value of  $8.05 \pm 0.4$  at -18°C. On the bacteriological level; psychrophiles are missing, total aerobic and mesophilic flora has max values of 3175 UFC at 4 °C and 168 UFC at -18°C. Total aerobic and mesophilic flora values are always higher when measured at 4 °C but didn't exceed the authorized standard values.

**Keywords:** Biochemical analyses, *Mytilusgalloprovincialis*, totalaerobic and mesophilic flora, total volatile basic.

## ملخص

تتناول الدراسة الحالية مراقبة الجودة والتغيرات الطارئة على النوع المحاري *Mytilus galloprovincialis* المستمد من خليج بوسماعيل ومن بعض القطاعات الأخرى كالمحيط الطبيعي، الأسواق الرسمية وغير الرسمية والموطن الطبيعي للمحار، وذلك باستعمال مناهج فيزيوكيميائية، بيوكيميائية وميكروبيولوجية.

يشمل العمل التجريبي دراسة المحار الطازج وتأثير درجات حرارة الحفظ عليه (التبريد 4 ° مئوية والتجميد 18- ° مئوية) وهذا وفقاً لفترة التخزين.

التحاليل الرئيسية المجراة لإثبات نوعية المحار هي تحاليل فيزيوكيميائية (القياس الحيوي، التحليل بالحواس، محتوى المياه والمعادن والمواد العضوية ومحتوى الأزوت القاعدي الطيار)، تحاليل بيوكيميائية (البروتين، الجلوكوز، البروتيناز، الكاتالاز)، وتحاليل ميكروبية (salmonelle, streptocoque, flore aérobie mésophile total et fécale, clostridium

أظهرت جميع العينات الطازجة نوعية جيدة على المستويات الفيزيوكيميائية،  $5.1 \pm 4.1$  كقيم قصوى للمحتوى المحار للأزوت القاعدي الطيار، أيضاً على المستويات البيوكيميائية والبكتريولوجية فأظهرت قيم لم تتجاوز القيم الحدية الموصى بها: 90 جرثومة *Escherichia coli* و186 جرثومة *Streptocoque* لكل 100 غرام من النسيج اللحمي

قيم المحتوى الأزوتي القاعدي الطيار للعينات المحفوظة لم تتجاوز القيم المسموح بها؛  $1.4 \pm 9.1$  كقيمة قصوى في 4 ° مئوية، و  $0.5 \pm 8.05$  في 18 ° مئوية. أما على المستوى البكتريولوجي فقد سجل الغياب التام للبكتيريا psychrophile، وسجلت 3175 وحدة مكونة للبقع بكتيرية في 4 ° مئوية و168 وحدة مكونة للبقع البكتيرية flore aérobie mésophile total في 18- ° مئوية. قيم الوحدات المكونة للبقع flore aérobie mésophile total المقاسة في 4 ° مئوية تكون أكبر من قيم الوحدات المقاسة في 18- ° مئوية.

**الكلمات المفتاحية:** flore aérobie mésophile total، التحليل البيوكيميائي، المحتوى الأزوتي القاعدي الطيار، *Mytilus galloprovincialis*

## Liste des tableaux

<b>Tableau 01 :</b>	Systematique de la moule, <i>Mytilusgalloprovincialis</i> (TURGEON et <i>al.</i> ,1998)	09
<b>Tableau 02 :</b>	Valeur nutritive de <i>Mytilusgalloprovincialis</i> pour 100g de chair.(Anonyme, 1994)	15
<b>Tableau 03 :</b>	Mesures des paramètres linéaires et pondéraux pour 10 individus	36
<b>Tableau 04 :</b>	Calcul de l'indice de condition	37
<b>Tableau 05 :</b>	Résultats des analyses physico-chimiques des moules	39
<b>Tableau 06 :</b>	Valeurs moyennes des teneurs en glucose, protéines, protéase et catalase dans la chair des moules	41
<b>Tableau 07 :</b>	Résultats du contrôle bactériologique des moules fraîche	43

## Liste des figures

<b>Figure 01 :</b>	La moule ( <i>Mytilus galloprovincialis</i> )	10
<b>Figure 02 :</b>	Anatomie de la moule( <b>Comité National de la Conchyliculture, 2006</b> )	11
<b>Figure 03 :</b>	Carte géographique de la baie de Bou-Ismaïl	22
<b>Figure 04 :</b>	La répartition des échantillons selon le mode de conservation.	23
<b>Figure 05 :</b>	Stratégie adoptée et démarche appliquée	24
<b>Figure 06 :</b>	Procédure de l'analyse biochimique	28
<b>Figure 07 :</b>	Résultat du suivi de la teneur en eau durant le test de conservation	47
<b>Figure 08 :</b>	Résultats de l'évolution de la matière organique pendant le test de conservation	47
<b>Figure 09 :</b>	Variation du pH durant le test de conservation	48
<b>Figure 10 :</b>	Evolution des teneurs en ABVT pendant le test de conservation	49
<b>Figure 11 :</b>	Résultats du dosage de glucose durant le test de conservation	50
<b>Figure 12 :</b>	Résultats du dosage des protéines durant le test de conservation	50
<b>Figure 13 :</b>	Résultats du dosage de la protéase durant le test de conservation	51
<b>Figure 14 :</b>	Résultats de l'évolution de l'activité catalase durant le test de conservation	52
<b>Figure 15 :</b>	Evolution de la flore aérobie mésophile totale pendant le test de conservation	53

## ABREVIATIONS UTILISEES

<b>ABVT</b>	Azote basique volatile total
<b>CAT</b>	Catalase
<b>CE</b>	Communauté économique européenne
<b>CEE</b>	Communauté économique européenne
<b>CF</b>	Coliforme fécaux
<b>CNRDPA</b>	Centre National de Développement de la Pêche de l'Aquaculture
<b>CT</b>	Coliformes totaux
<b>DNS</b>	Acide di-nitrosalicylique
<b>E1</b>	Bivalves d'un milieu naturel
<b>E2</b>	Moules du vendeur informel
<b>E3</b>	Moules du vendeur formel
<b>E4</b>	Bivalves d'un milieu conchylicole
<b>EPEI</b>	Eau peptonée exempte d'indole
<b>FAMT</b>	Flore Aérobie Mésophile Totale
<b>FAO</b>	Organisation Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
<b>HACCP</b>	Hazard Analyse and Critical Control Point
<b>IC</b>	Indice de condition
<b>IFERMER</b>	Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer
<b>ISO</b>	International Standard Organisation
<b>JO</b>	Journal Officiel des Communautés Européennes
<b>JORA</b>	Journal officiel Algerien
<b>m<sub>i</sub></b>	masse initiale de l'échantillon
<b>MM</b>	Matière minérale
<b>MO</b>	Matière organique
<b>m<sub>r</sub></b>	Masse du résidu après calcination
<b>N2</b>	Normalité de H2SO4
<b>NPP</b>	Nombre le plus probable
<b>OGA</b>	Gélose glucosée à l'oxytétracycline
<b>OMS</b>	Organisation mondiale de la santé
<b>PCA</b>	Plate Count Agar
<b>P<sub>chf</sub></b>	Poids (g) de la chair humide
<b>P<sub>chs</sub></b>	Poids (g) de la chair sèche
<b>P<sub>coqs</sub></b>	Poids de la coquille sèche
<b>P<sub>qoch</sub></b>	Poids de la coquille humide
<b>P<sub>TF</sub></b>	Poids (g) totale de la moule fermé
<b>P<sub>TOm</sub></b>	Poids (g) totale de la moule ouverte
<b>sr-TBA</b>	Produit secondaire de l'oxydation lipidique
<b>TCA</b>	Acide trichloroacétique
<b>TSE</b>	Tryptone Sel Eau
<b>UE</b>	Union européenne
<b>UFC</b>	Unité formant colonie
<b>V1</b>	Quantité (ml) de H2SO4 utilisés pour l'échantillon
<b>V2</b>	Quantité (ml) de H2SO4 utilisé pour le témoin
<b>VBL</b>	Bouillon lactosé au vert brillant

<b>Remerciement</b>	
<b>Dédicace</b>	
<b>Résumé en français</b>	
<b>Résumé en anglais</b>	
<b>Résumé en arabe</b>	
<b>Liste des tableaux</b>	
<b>Liste des figures</b>	
<b>Abbreviations</b>	
<b>Sommaire</b>	
<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre I : Partie bibliographiques</b>	<b>3</b>
<b>I.1. Situation de la pêche et de l'aquaculture et l'utilisation des produits de pêche</b>	<b>3</b>
I.1.1. La dégradation des ressources marines : les conséquences	4
I.1.2. L'aquaculture, une alternative controversée	4
I.1.3. L'impact de la pollution halieutique sur le consommateur	5
I.1.4. Risque sanitaire de la pêche à pieds	5
I.1.5. Situation de la pêche et de l'aquaculture en Algérie	6
I.1.6. Règlementation	6
<b>I.2. Présentation de l'espèce <i>Mytilusgalloprovincialis</i></b>	<b>8</b>
I.2.1. Systématique	8
I.2.2. Anatomie de la moule <i>Mytilusgalloprovincialis</i>	10
I.2.3. Reproduction	12
I.2.4. Nutrition	13
I.2.5. Habitat et répartition géographique	13
I.2.6. Facteur abiotiques	14
I.2.7. Valeur nutritive	14
I.2.8. Principaux maladies liées à la consommation des moules	18
<b>I.3. Méthodes d'évaluation de qualité sanitaire des moules</b>	<b>18</b>
I.3.1 Méthodes sensorielles	18
I.3.2. Méthodes instrumentales	19
I.3.2.1. Méthodes chimiques et biochimiques	19
I.3.2.2. Méthodes physiques	19
I.3.2.3. Méthodes microbiologiques	19

---

<b>Chapitre II : Matériel et méthodes</b>	22
<b>II.1. Objectif</b>	22
<b>II.2. Présentation du site d'échantillonnage</b>	22
<b>II.3. Echantillonnage et conditionnement</b>	23
<b>II.4. Mensuration biométrique</b>	24
<b>II.5. Analyse sensorielle</b>	26
<b>II.6. Analyses physicochimiques</b>	26
II.6.1. La teneur en eau	26
II.6.2. Matière minéral et organique	26
II.6.3. Teneur en acide basique volatil (ABVT)	27
II.6.4. Détermination du pH	28
II.6.5. Analyses biochimiques	28
II.6.5.1. Dosage du glucose DNS	29
II.6.5.2. Dosage des protéines par la méthode de Lowry	29
II.6.5.3. Dosages de la Catalase par mode Cinétique	30
II.6.5.4. Dosage de la protéase	30
<b>II.7. Analyses microbiologiques</b>	31
II.7.1. Traitement des échantillons	31
II.7.2. préparation de la solution mère	31
II.7.3. Numération de la flore aérobie mésophile totale	32
II.7.4. Numération de levures et moisissure	32
II.7.5. Recherche et dénombrement des coliformes totaux, des coliformes fécaux et thermo-tolérants	32
II.7.6. Recherche et dénombrement des streptocoques (dellaras, 2000)	33
II.7.7. Recherche des salmonelles	34
II.7.8. Numération des clostridium sulfito-réducteurs (dellaras, 2000)	35
<b>Chapitre III : Résultats et discussion</b>	36
<b>III.1. Moule fraîche</b>	36
III.1.1. Résultats des analyses biométriques	36
III.1.2. Résultats des analyses sensorielles	38
III.1.3. Résultats des analyses physico- chimiques	39
III.1.4. Résultats des analyses biochimiques	40
III.1.5. Analyses bactériologiques	43
<b>III.2. Résultats du test de conservation</b>	46
III.2.1. Résultats de l'analyse sensorielle	46
III.2.2. Résultats des analyses physico-chimiques	46
III.2.3. Résultats des analyses biochimiques	49
<b>III.2.4. Résultats des analyses microbiologiques</b>	53

<b>Discussion générale</b>	55
<b>CONCLUSION</b>	57
<b>Références bibliographiques</b>	
<b>Annexes</b>	

### Introduction

L'environnement marin est un milieu complexe qui subit en plus du réchauffement climatique, les effets de l'exploitation humaine, tel que la pêche l'aquaculture et le transport, en plus des rejets industriels ou urbains directs ou telluriques par lessivage des terres agricoles. Certains éléments chimiques issus principalement des activités anthropiques perturbent la quantité ou la qualité des composés marins, ce qui a pour effet de modifier les réponses biologiques des peuplements (**Boutibaet al ; 2003**)

Depuis toujours l'homme consomme des produits de pêche. Qui constituent, dans de très nombreuses régions du globe la base même de son alimentation. Les produits de la pêche (crustacés, mollusques, poissons), sont donc une source de protéines de qualité élevée, présentant ainsi un réel intérêt sur le plan nutritionnel et diététique (**Dumay, 2006**). En raison de ces qualités nutritionnelles, mais aussi pour les vastes choix qu'ils offrent au niveau gustatif, de la texture ou de la forme sous laquelle ils sont commercialisés, frais, congelés, salés, fumés ou transformés. Il est donc pertinent de conserver la fraîcheur et la qualité nutritionnelle et organoleptique de cette denrée rapidement périssable.

La difficulté de conservation des denrées alimentaires périssables et plus particulièrement les produits de la pêche et de l'aquaculture, est un véritable frein au développement de leur consommation (**Kodo, 1990**). En effet, les produits aquatiques notamment les poissons et les crustacés s'altèrent rapidement, surtout lorsqu'on ne respecte pas les conditions de la conservation. En effet, selon la F.A.O (1999) une large part de cette denrée est perdue par rejet en mer et par détérioration après capture. Ces pertes se maintiennent à un niveau effarant de 25% des captures totales.

Les produits de pêche subissent immédiatement après la mort, un processus naturel de décomposition qui est le résultat de la superposition de réactions enzymatiques ou biochimiques et microbiennes (**Kodo, 1990**). Tous ces mécanismes de dégradation entraînent une rapide altération des propriétés organoleptiques, une réduction de la valeur nutritive et la formation de substances toxiques.

Sur le marché algérien et dans la plupart des cas, les produits de la pêche sont vendus dans des conditions de conservation et de stockages non conformes à la réglementation nationale et internationale en vigueur actuellement. Ceci pose des problèmes tant sur le plan hygiénique, toxicologique qu'économique au consommateur. De ce fait, ces produits présentent un

véritable risque pour la santé du consommateur. Pour ces raisons, il s'avère donc nécessaire de mettre au point et imposer des techniques opérationnelles, faciles et peu coûteuses, pour mesurer et suivre la qualité des produits de pêche commercialisés sur le marché algérien.

La présente étude porte essentiellement sur la qualité et le contrôle bactériologique et toxicologique des moules *Mytilus galloprovincialis* issues des filières naturelle et artificielle d'élevage, qui sont très sensibles à la pollution chimique et bactérienne, de part leur structure, ils filtrent de grandes quantités d'eau ce qui entraîne une concentration importante de micro-organismes (**Guiraud, 1998**).

Nous avons présenté dans un premier temps, un rappel bibliographique dans lequel sont présentées les caractéristiques de l'espèce filtreuse choisie à savoir la moule *Mytilus galloprovincialis*, ainsi des généralités sur les différents éléments qui font l'objet de toute analyse de routine pour un contrôle de qualité.

Dans un deuxième temps, nous avons abordé la partie matériel et méthode dans laquelle on présente la zone d'étude et l'origine du produit étudié ainsi que le matériel et les méthodes utilisées pour le traitement des échantillons pour ce qui est analyses physico-chimiques, biochimiques et bactériologiques.

Enfin, dans la troisième partie, on a traité les résultats des analyses effectuées et les corrélations établies entre les différents éléments pour une synthèse générale, qui nous permettra de conclure sur l'état et le degré de contamination de la moule.

**PARTIE**

**BIBLIOGRAPHIQUE**

**CHAPITRE I**

**PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE**

**I.1. Situation de la pêche et de l'aquaculture et l'exploitation des produits de la mer**

L'augmentation de la population, l'urbanisation croissante, l'industrialisation, et l'intensification de l'agriculture se sont accompagnés d'une inévitable augmentation des rejets ménagers, agricoles et industriels : au fil du temps, les taux de pollution des milieux aquatiques se sont accrus et de nouveaux types de pollution sont apparus telles les pollutions radioactives et thermiques.

Ce développement s'est accompagné d'une dégradation constante de la qualité des eaux ainsi que de l'écosystème aquatique.

La volonté légitime de développement des pays s'est en revanche rarement accompagnée d'un souci de protection de l'environnement et des hommes. Au cours des dernières décennies, beaucoup ont connu une croissance démographique importante et se sont fortement urbanisés, souvent de manière anarchique. Leur situation est donc aujourd'hui le plus souvent dramatique.

À partir des années 1950, l'utilisation d'engrais et de pesticides a fait apparaître une pollution particulière, l'eutrophisation, due à des apports excessifs de nutriments dans les milieux aquatiques. **(Hachette, 1996)**

Les coutumes des habitants peuvent avoir un impact direct sur la quantité et la qualité des ressources halieutiques consommées. Les différences culturelles entre des communautés voisines peuvent être un obstacle aux échanges entre les ressources alimentaires de sources variées, telles la pêche et l'agriculture. **(Hachette, 1996)**

Aussi la mauvaise et la surexploitation des ressources halieutiques est, dans un premier temps, un risque majeur de réduction des stocks d'espèces, visées ou non, et de destruction par effet indirect de l'écosystème marin. **(Hachette, 1996)**

### **I.1.1. La dégradation des ressources marines : les conséquences**

Les ressources halieutiques, qui constituent une des principales sources de nourriture et de protéines pour des millions d'individus, sont menacées par la dégradation de l'environnement et nécessitent des mesures de protection immédiates, met en garde l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) dans un communiqué diffusé aujourd'hui.

Plus de 7,7 millions de tonnes de poissons ont été capturés dans les lacs, rivières, étangs, mares, marais et réservoirs d'eau en 1997, soit environ 6 pour cent de la production totale de poisson estimée à 122 millions de tonnes par la FAO. Mais la contribution des ressources halieutiques continentales à la production alimentaire est certainement supérieure, en raison du caractère dispersé et informel de bon nombre de pêcheries. La Chine occupe la première place avec des captures atteignant 1,8 million de tonnes par an, indique la FAO.

Les ressources halieutiques sont exploitées aussi bien pour l'obtention de produits alimentaires et autres que pour la pêche récréative. En Europe et en Amérique du Nord, la pêche de loisir est une activité importante du point de vue économique.

La principale menace à la durabilité des ressources halieutiques est moins leur surexploitation que la détérioration de l'environnement. La situation mondiale concernant ces ressources n'est guère encourageante à cause de phénomènes tels que l'industrialisation, l'urbanisation, la déforestation, la perte de biodiversité, la raréfaction et la détérioration de l'habitat, la modification par l'homme des bassins hydrographiques et la pression exercée sur les bassins versants. **(FAO, 1999)**

### **I.1.2. L'aquaculture, une alternative controversée**

L'aquaculture est une méthode qui connaît un essor considérable depuis quelques décennies, notamment dans les zones humides continentales et côtières. Sa production est orientée essentiellement vers les poissons mais aussi vers les mollusques (huîtres, moules...), les échinodermes (oursins...), les crustacés (crabes, crevettes...) et les plantes aquatiques.

La production peut être issue de l'élevage ou d'une capture en milieu naturel.

Cette alternative semble en théorie être la bonne solution pour remédier à la destruction des stocks de poissons. Cependant, la réalité est toute autre quand les pressions de production dépassent la valeur écologique de la méthode.

Les conséquences se retrouvent au niveau de la disparition de certaines zones humides où l'on a installé des bassins d'élevage, au niveau de l'utilisation de poissons sauvages comme reproducteurs et de l'introduction d'espèces étrangères dans les zones humides. Le principal problème reste tout de même la pollution des habitats locaux par les déchets alimentaires et chimiques issus de l'activité aquacole en amont. (Source : [notre-planete.info](http://notre-planete.info), 2015).

### **I.1.3. L'impact de la pollution halieutique sur le consommateur**

Qu'il s'agisse des produits de la pêche provenant des milieux marins, des eaux dulçaquicoles ou des diverses formes d'aquaculture, le poisson pêché et utilisé pour nourrir les populations humaines peut provoquer des effets positifs mais aussi négatifs à la santé humaine.

Comme les consommateurs sont de plus en plus avertis en ce qui concerne la qualité du poisson et les réglementations plus sévères introduites par les gouvernements pour garantir cette qualité, les pays en développement ont plus de difficultés à respecter les normes minimales fixées dans le cadre du Codex Alimentarius de la FAO/OMS. (FAO, 1996)

Le rejet dans l'environnement de contaminants tels que les métaux lourds, les BPC et la dioxine, et leur accumulation dans la chaîne alimentaire, peuvent se répercuter sur la qualité des produits de la mer et par la suite sur la santé du consommateur. Les problèmes de contamination des milieux continentaux et côtiers et, par voie de conséquence, des produits aquatiques, par des bactéries pathogènes et des virus et des produits chimiques. Les substances nutritives en provenance des mêmes sources favorisent également la contamination des poissons et des invertébrés, qu'ils soient cultivés ou sauvages. (FAO, 1996).

### **I.1.4. Risque sanitaire de la pêche à pieds**

Les coquillages marins bivalves filtreurs se nourrissent de la matière organique présente dans le milieu en filtrant et en retenant les particules en suspension dans l'eau ou déposées sur le sédiment. Parmi ces particules, nous retrouvons le phytoplancton, des éléments nutritifs, mais aussi des bactéries et virus.

Cette activité de filtration varie en fonction de nombreux paramètres (température, turbidité, pH de l'eau, espèce de coquillage, état physiologique de celui-ci ...).

Par leurs caractéristiques de filtration et de concentration, les coquillages consommés peuvent être à l'origine de troubles physiologiques ou de toxi-infections alimentaires. **(ifermer, 2012)**

### **I.1.5. Situation de la pêche et l'aquaculture en Algérie**

En Algérie, la consommation de poisson et de fruits de mer frais et de l'ordre de 4,7 kg/ha/an. Ce chiffre est très largement inférieur à la moyenne mondiale qui est 19,4 kg/ha/an et reste en dessous des préconisations de l'organisation mondiale de la santé (6,2 kg/ha/an) **(Chiheb, 2006)**. 99,7% des produits proviennent de la pêche côtière et artisanale, les 0,3% restants étant issus de la pêche en eau douce pratiquée dans le barrage (carpe et barbeau essentiellement).

L'aquaculture est le projet pour lequel l'Algérien s'implique profondément et durablement. A l'instar de la plupart des pays à vocation en la matière, l'Algérie veut s'engager dans la préservation de son patrimoine halieutique en mettant en œuvre une exploitation rationnelle, écologique et durable de ses ressources. **(Benderadji, 2002)**.

L'aquaculture constitue l'option nécessaire pour combler le déficit qu'engendrera l'application des mesures conservatoires en matière de pêche maritime. C'est dans cette perspective que le développement d'une industrie aquacole a été affiché par le ministère algérien de la pêche et des ressources halieutiques. Trois types d'aquaculture sont Chapitre III : L'aquaculture en Algérie 12 envisagés pour l'Algérie, l'aquaculture marine, continentale et saharienne. **(Benderadji, 2002)**.

Les espèces à haute valeur nutritive et commerciale telle la crevette, le loup, la dorade, les huîtres, les moules et les palourdes sont dédiées à l'aquaculture marine. Les espèces à fort rendement telle les variétés de carpes, le silure (poisson chat), pour l'aquaculture continentale. **(Benderadji, 2002)**.

### **I.1.6. Règlementation**

Toujours selon le site, les moules peuvent être pêchées en fonction de leur taille. Il est interdit de cueillir les moules d'une taille inférieure à 4 cm sur les sites. Les gisements légaux sont classés sanitaires. Ceux des catégories A et B limitent à 5 litres la quantité de moules cueillie par personne.

La pêche aux moules ne s'effectue pas à n'importe quelle heure. Elle doit se faire après le lever et avant le coucher du soleil. Une dernière mesure à prendre, par respect pour l'environnement, est de replacer les buttes retournées et d'effectuer le tri et le dégrappage des moules sur place. Rappelons que les moules sont particulièrement appréciées pour leur composition. (**Le magazine bio, 2010**).

### ❖ *les normes sanitaires*

Selon la directive de la communauté européenne du 15/07/91 (**91/492/CEE**) relative aux règles régissant la production et la mise sur le marché des mollusques bivalves vivants, par le journal officiel de la république algérienne N° 70 fixant les règles sanitaires, cette réglementation met en évidence les conditions de mise sur le marché et les normes de salubrité des coquillages vivants, en limitant les risques sanitaires liés à la consommation de cette denrée.

Il a été universellement admis que les coquillages répondant au critère :

- moins de 230 E. Coli/100g de chair et de liquide intervalvaire (ou < 300 Coliformes Fécaux CF/100 g), pouvaient être mis directement sur le marché.
- Pas de salmonelles pour 25g de chair et de liquide intervalvaire;
- Taux de PSP dans les parties comestibles des coquillages (corps entier aux toutes parties consommables séparément) ne dépassent pas 80µg/100g
- Pas de réaction positive en ce qui concerne le DSP dans la partie comestible d'après les méthodes d'analyses biologiques habituelles. (**Delarras ,1989 ; Elziere-Papayanni, 1993**).

La norme adoptée, aussi bien en Europe qu'aux USA, a amené les Etats à classer leurs zones de production selon quatre niveaux de salubrité associés à des usages réglementés :

- la zone A, produits pouvant être expédiés directement pour la consommation humaine;
- la zone B, impliquant une purification de la production avant consommation ;
- la zone C où l'élevage est interdit sauf dérogation pour l'élevage ;
- la pêche de juvéniles est la zone où tous les usages sont interdits.

La transcription en droit français de la directive précitée s'est traduite sous la forme de deux textes réglementaires :

- ✓ Le décret n° 94-340 du 28/04/94 relatif aux conditions sanitaires de production et de mise sur le marché des coquillages vivants.

- ✓ L'arrêté du 21/05/99 relatif au classement de salubrité et à la surveillance des zones de production et des zones de reparcage des coquillages vivants.

Les critères de la qualité des eaux des secteurs coquilliers sont basés sur les niveaux de coliformes fécaux qui sont des signes de contamination fécale dans l'eau et présentent un risque potentiel pour la santé humaine.

La récolte des coquillages est interdite lorsque le taux des coliformes dans l'eau est supérieur à 14 NNP/100ml ou quand plus de 10% des échantillons donnent une valeur supérieur à 43 NNP/100ml. Le décret du 3 janvier 1989 (**journal officiel du 4 janvier 1989**) exige pour une eau de mer les normes suivantes :

- Coliformes : 2000/1000ml
- Coliformes termo-tolérants : 102 à 500/100 ml (**Larpen, 1997**).

### **I.2. Présentation de l'espèce *Mytilus galloprovincialis***

#### **I.2.1. Systématique**

Les Invertébrés constituent environ 94% des espèces animales connues (**BARNES, 1987**). On estime que la moitié des espèces d'Invertébrés a été décrite, ce qui représente à peu près un million d'espèces (**BARNES, 1987**). Après les Arthropodes, les Mollusques constituent le plus grand embranchement du règne animal, avec 180 000 espèces décrites dont 130 000 sont vivantes (**BRUSCA & BRUSCA, 1990**).

Les Bivalves (huître, moule, palourde, Chlamys...) représentent la plus grande classe de Mollusques après les Gastéropodes, avec 20.000 espèces actuelles et plusieurs milliers de formes fossiles. Le groupe est essentiellement marin, avec quelques représentants adaptés à la vie en eau douce. La moule est incontestablement le représentant le plus connu de ce groupe zoologique.

La moule de Méditerranée (*Mytilus galloprovincialis*), Mollusque marin sessile fait partie des organismes tests les plus recommandés pour la surveillance biologique de la pollution marine. Elle peut bioaccumuler plusieurs contaminants et répond particulièrement bien aux classes principales de polluants de l'environnement.

Les moules sont des animaux métazoaires (organismes pluricellulaires), protostomiens (bouche formée à partir du blastopore, cœlome schizocoelique, système nerveux ventral et

squelette externe), triploblastiques (possédant entre l'ectoderme et l'endoderme un troisième feuillet individualisé, le mésoderme), coelomates (possédant un coelome), hyponeuriens (système nerveux ventral) à symétrie bilatérale (**Jurd, 2000**).

*Mytilus galloprovincialis* est un Mollusque (son corps est mou et non segmenté). Elle appartient à la classe des bivalves (sa coquille est faite de deux valves reliées par une charnière) appartient à la sous-classe des Ptériomorphes, à l'ordre des Mytiloidés, à la famille des Mytilidés (**Turgeon et al, 1998**).

**Tableau 1:** Systématique de la moule, *Mytilus galloprovincialis*(**Turgeon et al, 1998**).

<b>Règne</b>	Animal
<b>Sous-règne</b>	Métazoaires
<b>Phylum</b>	mollusques
<b>Classe</b>	Bivalves
<b>Sous-classe</b>	Ptériomorphes
<b>Ordre</b>	Mytiloidés
<b>Famille</b>	Mytilidés

<b>Genre</b>		<b>Mytilus</b>
<b>Espèce</b>	galloprovincialis	



**Figure 1 :** La moule (*Mytilus galloprovincialis*)

### **I.2.2. Anatomie de la moule (*Mytilus galloprovincialis*)**

Le corps mou de la moule, *Mytilus galloprovincialis*, est comprimé latéralement et renfermé dans une coquille calcaire à deux valves reliées par une charnière. Celles-ci présentent des stries concentriques, témoins de leur croissance (Fig.2).

La coquille est secrétée par la face extérieure et le bord libre du manteau, et est maintenue fermée par la contraction de muscles : le muscle adducteur antérieur et le muscle adducteur postérieur (Fig.2) (**Jurd, 2000**).

Les parties molles du corps de la moule sont recouvertes par le manteau dont les deux lobes sont soudés dorsalement près de la bouche, constituant la cavité palléale

La tête de la moule est absente ou réduite à la bouche, celle-ci étant dépourvue de radula et de bulbe buccal, mais munie de palpes labiaux. Les moules possèdent un pied (Fig.2), linguiforme, leur permettant le déplacement et l'enfouissement dans le sable.

À la base du pied se trouve une glande qui synthétise des filaments (le byssus) (Fig.2), qui par leur solidification au contact de l'eau de mer, assure la fixation de la moule à son substrat.

Les moules possèdent deux paires de branchies (Fig.2), assurant la double fonction de respiration et de nutrition. Les branchies sont lamellaires et constituées de filaments ciliés. Ces filaments ciliés assurent une circulation de l'eau qui permet un apport continu en oxygène et en particules alimentaires. Les branchies sécrètent aussi un mucus piégeant les particules alimentaires qui seront dirigées vers la bouche par des cils vibratiles et par l'intermédiaire des palpes labiaux avant d'être ingérées (**Jurd, 2000**).

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).

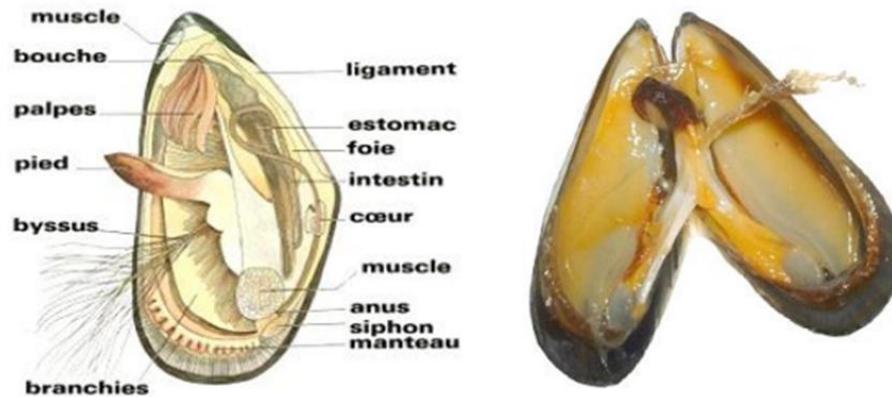


Figure 2 : Anatomie de la moule (Comité National de la Conchyliculture, 2006)

Les moules possèdent un système circulatoire ouvert, le système hémolympatique, comprenant un cœur dorsal. Le cœur, entouré du péricarde, est formé de deux oreillettes et d'un ventricule. L'équivalent du sang chez l'homme est l'hémolymphe chez les bivalves, c'est un fluide corporel dans lequel baignent les organes. Il est composé d'un fluide extracellulaire, ou plasma, et d'hémocytes (Jurd, 2000).

Le ventricule propulse l'hémolymphe dans l'aorte antérieure, l'aorte postérieure puis dans les artères et enfin dans les artéριοles. L'aorte antérieure, la plus importante, sort du péricarde et alimente l'artère stomacale, viscérale et palléale. Elle irrigue les viscères, le muscle adducteur antérieur, la bouche, les palpes labiaux et la partie antérieure du manteau. L'aorte postérieure irrigue le rectum, la partie postérieure du manteau et le muscle adducteur postérieur (Jurd, 2000).

Le système artériel aboutit dans des lacunes où le sang circule librement dans les tissus, avant de gagner les sinus, dont le plus important est le sinus ventral placé sous le complexe réno-péricardique. Du sinus ventral, le sang accède au rein où il s'épure avant de pénétrer dans les branchies, puis de rejoindre les oreillettes du cœur par des veines branchiales efférentes (Jurd, 2000).

Le système nerveux suit le schéma général des Mollusques, avec des ganglions cérébroïdes reliant par des commissures les divers ganglions viscéraux, pédieux, etc.

Les organes sensoriels sont des ocelles, des organes tactiles, des statocystes, des osphradies(Jurd, 2000).

### **I.2.3. Reproduction**

La reproduction est reconnue comme un élément essentiel pour le maintien de l'équilibre des communautés dans les écosystèmes. La gamétogenèse chez les Mollusques bivalves comprend comme chez tous les métazoaires actuels une ovogenèse et une spermatogenèse dont le déroulement est bien connu.

La moule, *Mytilus galloprovincialis* est itéropare (plusieurs périodes de reproduction possibles la même année et sur plusieurs années) avec des épisodes de croissance de la gonade, de rupture, de résorption et de décroissance. Les sexes sont séparés, les gonades, qui sont au nombre de deux, sont situées dans la bosse de Polichinelle (Abbada-Boudjema, 1983). La moule est donc gonochorique et les gonades ont une activité variable suivant les périodes. On distingue quatre stades:

- le stade 0 est une phase de repos sexuel. Il n'y a pas de produits génitaux. La moule accumule des réserves de lipides et de glucides. Elle est de couleur ivoire ou orangée ;
- le stade 1, la glande sexuelle commence à se développer ;
- le stade 2 se caractérise par l'apparition d'une coloration du manteau suivant le sexe : rouge orangée pour les femelles, jaune-crème pour les mâles ;
- au dernier stade, la maturité sexuelle est atteinte. Les gonoductes s'ouvrent de part et d'autre de la masse viscérale entre le pied et les lamelles branchiales. La glande peut émettre ses produits génitaux, spermatozoïdes ou ovules suivant le sexe, et la fécondation est externe.

La fécondation a lieu au gré des courants. Les œufs issus de la fécondation sont nombreux (500 000 environ) donnent des larves trochophores univalves, puis des larves véligères bivalves ciliées. Ces larves planctoniques tombent sur le fond et grâce à leur pied, elles peuvent ramper et trouver un support pour se fixer, et se métamorphoser en jeune moule : le

naissain. Les adultes n'entameront la phase de maturation sexuelle qu'après six à huit mois du moment de leur fixation au substrat (Gosling, 1992).

#### I.2.4. Nutrition

La moule, *Mytilusgalloprovincialis* est un consommateur microphage omnivore. La moule filtre jusqu'à 100 litres d'eau par jour; elle est capable d'opérer un tri concernant la nature et la taille des particules qui pénètrent dans la cavité palléale dont le diamètre est compris entre 3 et 13 micromètres. Elle se nourrit de phytobenthos (diatomées), de phytoplancton et de débris organiques (Utting&Millican, 1997).

Comme pour tous les animaux, l'alimentation des Mollusques bivalves doit fournir l'ensemble des éléments nutritifs (glucides, lipides, protéines, vitamines, minéraux) nécessaires aux fonctions vitales de l'organisme et au développement des animaux. Ces éléments dépendent de la disponibilité en micro-algues dans le milieu, elle-même sous l'influence des conditions environnementales du milieu.

D'une façon générale, une fois les micro-algues filtrées au niveau des branchies, elles sont acheminées vers la bouche en même temps qu'une pellicule de mucus pour y être ingérées, digérées puis assimilées au sein de l'organisme. L'énergie et la matière organique résultantes sont alors utilisées aux diverses fonctions de l'organisme (bio déposition, excrétion, respiration, croissance, reproduction, défenses immunitaires).

#### I.2.5. Habitat et répartition géographique

Solidement accrochée aux fonds rocheux ou sablonneux, la moule occupe principalement les zones intertidales (soumises aux marées) et subtidales relativement peu profondes. La distribution géographique des moules est très étendue. *Mytilusgalloprovincialis* a une répartition géographique très vaste mais la probabilité de présence varie d'une région à une autre. Selon Fischer (1987) elle est présente dans toute la Méditerranée et dans l'Atlantique Est, et la Manche et la mer de l'Irlande au Maroc. Présente aussi dans le Sud-Ouest de l'Angleterre (bignell, 2011), dans le Nord-est de l'Espagne (Vinas et al ; 2012), en Australie occidentale, Nouvelle-Zélande et Tasmanie et au Portugal et Chili (Borsa, 2012). En Afrique du sud, Corée du sud et la Californie (Borsa, 2012), et au Japon (Oikawa, 2014).

### I.2.6. Facteurs abiotiques

- *La température*

Les valeurs optimales de la température de la *Mytilusgalloprovincialis* sont comprises entre 10 et 20 C°, alors que les valeurs létales inférieures sont de 7 à 8 C° pour les valeurs supérieures et de 27 à 28 C°.

Ces conditions sont rarement dépassées de façon durable dans les milieux d'élevage. Une température basse ralentit la croissance, seul le gel peut provoquer des dégâts. Une température très élevée peut affaiblir le coquillage et le rendre plus sensible aux agressions parasitaires ou physiques. Dans ce cas, la température agit rarement seule (**Ferra, 2008**).

- *La salinité*

Selon Ferra (2008), les limites extrêmes pour *Mytilusgalloprovincialis* se situe entre 15 et 4 pour cent.

#### *L'oxygène dissous*

Une valeur inférieure à 3 mg/l est considérée comme préjudiciable et stoppe la filtration (**ferra, 2008**)

### I.2.7. Valeur nutritive :

La moule est un animal équilibré, et diététique riche en protéines et en sels minéraux, elle facilite un faible taux de cholestérol, elle facilite la coordination osseuse et musculaire. C'est un aliment complet et idéal pour tous type d'alimentation, apte pour les régimes faible en calories (**Anonyme, 1994**)

**Tableau 2** : Valeur nutritive de *Mytilusgalloprovincialis* pour 100g de chair. (**Anonyme, 1994**)

Composant	Quantité
Protéines	10.4g
Lipides	1.9g
Hydrate de carbone	1.9g
Eau	85.4g
Iode	0.035g
Calcium	80mg
Fer	4.5mg
Magnésium	23mg
Vitamine B1 (Thiamine)	0.1mg
Vitamine B2 (Riboflavine)	0.14mg
Vitamine A, C, et D	Calories : 62

**Phosphore.** La moule est une **excellente source** de phosphore, le deuxième minéral le plus abondant de l'organisme après le calcium. Mis à part son rôle essentiel dans la formation des os et des dents, le phosphore participe entre autres à la croissance et à la régénérescence des tissus. Il aide à maintenir à la normale le pH du sang. Il est également l'un des constituants des membranes cellulaires. (**Santé Canada. Fichier canadien sur les éléments nutritifs (FCEN), 2001b, 2015**)

**Fer.** La moule est une excellente source de fer, autant pour les hommes que pour les femmes. Chaque cellule du corps contient du fer, minéral essentiel à la formation des globules rouges et au transport de l'oxygène dans le sang. Le fer joue aussi un rôle dans la fabrication de nouvelles cellules, hormones et neurotransmetteurs. (**Santé Canada. Fichier canadien sur les éléments nutritifs (FCEN), 2001b, 2015**)

**Zinc.** La moule est une **excellente source** de zinc. Le zinc participe notamment aux réactions immunitaires, à la fabrication du matériel génétique, à la perception du goût, à la cicatrisation des plaies et au développement du fœtus. Le zinc interagit également avec les hormones sexuelles et thyroïdiennes. Dans le pancréas, il participe à la synthèse (fabrication), à la mise en réserve et à la libération de l'insuline (**Santé Canada. Fichier canadien sur les éléments nutritifs (FCEN), 2001b, 2015**)

**Sélénium.** La moule est une **excellente source** de sélénium, une portion de 100 g de moules couvrant tous les besoins quotidiens en ce minéral. Le sélénium travaille conjointement avec une des principales enzymes antioxydantes, prévenant ainsi la formation de radicaux libres dans l'organisme. Il contribue aussi à convertir les hormones thyroïdiennes en leur forme active. (**Santé Canada. Fichier canadien sur les éléments nutritifs (FCEN), 2001b, 2015**)

**Vitamine B1.** La moule est une **excellente source** de vitamine B1. Appelée aussi thiamine, la vitamine B1 participe à la production d'énergie à partir des glucides que nous consommons. De plus, elle contribue à la transmission de l'influx nerveux. (**Santé Canada. Fichier canadien sur les éléments nutritifs (FCEN), 2001b, 2015**)

**Vitamine B2.** La moule est une **excellente source** de vitamine B2, aussi connue sous le nom de riboflavine. Tout comme la vitamine B1, la riboflavine joue un rôle dans le métabolisme de l'énergie de toutes les cellules. De plus, elle contribue à la croissance et à la réparation des tissus, à la production d'hormones et à la formation des globules rouges. (**Santé Canada. Fichier canadien sur les éléments nutritifs (FCEN), 2001b, 2015**)

**Vitamine B12.** La moule est une **excellente source** de vitamine B12. Une portion de 100 g de moules comble dix fois les besoins quotidiens. La vitamine B12 travaille de concert avec l'acide folique pour la fabrication des globules rouges. De plus, elle travaille aussi à l'entretien des cellules nerveuses et des cellules fabriquant le tissu osseux. (**Santé Canada. Fichier canadien sur les éléments nutritifs (FCEN), 2001b, 2015**)

**Cuivre.** La moule est une **bonne source** de cuivre. En tant que constituant de plusieurs enzymes, le cuivre est nécessaire à la formation de l'hémoglobine et du collagène (protéine servant à la structure et à la réparation des tissus) dans l'organisme. Plusieurs enzymes contenant du cuivre contribuent également à la défense du corps contre les radicaux libres. (**Santé Canada. Fichier canadien sur les éléments nutritifs (FCEN), 2001b, 2015**)

**Vitamine B3.** La moule est une **bonne source** de vitamine B3. Aussi appelée niacine, cette vitamine participe à de nombreuses réactions métaboliques et contribue spécialement à la production d'énergie à partir des glucides, des lipides, des protéines et de l'alcool que nous ingérons. Elle collabore aussi au processus de formation de l'ADN. (**Santé Canada. Fichier canadien sur les éléments nutritifs (FCEN), 2001b, 2015**)

**Acide folique.** La moule est une **bonne source** d'acide folique (vitamine B9), qui participe à la fabrication de toutes les cellules du corps, dont les globules rouges. L'acide folique joue un rôle essentiel dans la production du matériel génétique, dans le fonctionnement des systèmes nerveux et immunitaires, ainsi que dans le processus de cicatrisation. Comme l'acide folique est nécessaire à la production des nouvelles cellules, une consommation adéquate est primordiale durant les périodes de croissance et pour le développement du fœtus. (**Santé Canada. Fichier canadien sur les éléments nutritifs (FCEN), 2001b, 2015**)

**Manganèse.** La moule contient du manganèse. Le manganèse agit comme cofacteur de plusieurs enzymes, facilitant ainsi une douzaine de processus métaboliques différents. Il protège également l'organisme des dommages causés par les radicaux libres. Il n'existe pas d'apport nutritionnel recommandé pour le manganèse, mais des apports suffisants. (**Santé Canada. Fichier canadien sur les éléments nutritifs (FCEN), 2001b, 2015**)

**Iode.** La moule contient de l'iode. L'iode entre dans la composition des hormones thyroïdiennes, nécessaires à la régulation de la croissance, du développement et du métabolisme. La valeur exacte du contenu en iode de la moule n'est pas disponible dans le *Fichier canadien sur les éléments nutritifs*. (**Santé Canada. Fichier canadien sur les éléments nutritifs (FCEN), 2001b, 2015**)

**Acide pantothénique.** La moule contient de l'acide pantothénique (vitamine B5). L'acide pantothénique fait partie d'une coenzyme clé dans l'utilisation de l'énergie des aliments que nous consommons. Cette vitamine participe aussi à plusieurs étapes de la synthèse des hormones stéroïdiennes, des neurotransmetteurs et de l'hémoglobine. Il n'existe pas d'apport nutritionnel recommandé pour l'acide pantothénique (vitamine B5), mais des apports suffisants. (**Santé Canada. Fichier canadien sur les éléments nutritifs (FCEN), 2001b, 2015**)



### I.2.8. Principales maladies liées à la consommation des moules

Les moules ont la capacité de filtration et d'accumulation importante des particules et polluants du milieu et qu'elles soient dégustées crues ou peu cuites, posent de sérieux problèmes de sécurité alimentaire (**Elziere – papayanni, 1993**).

Elles sont responsables de toxi-infections alimentaires de gravité variable (**Vivarés, 1991**). Elles pourraient provoquer des réactions allergiques chez les sujets déjà allergiques à d'autres fruits de mer.

### **I.3. Méthodes d'évaluation de qualité sanitaire des moules**

Dans la plupart du temps le mot de la qualité se réfère à l'aspect esthétique et à la fraîcheur ou au degré de l'altération que la moule a subit. D'après la F.A.O. (2003), « *la qualité englobe tout un ensemble de notions, telles que la sécurité, la nutrition, la pureté, la régularité des produits, la valeur ou l'excellence des produits, la loyauté (étiquetage par exemple) et la gastronomie. Les méthodes d'évaluation de la qualité des moules se divise en deux types à savoir les méthodes sensorielles et instrumentales* ». (**FAO, 2003**).

#### **I.3.1. Méthodes sensorielles**

Selon la F.A.O. (1999) l'évaluation sensorielle est définie comme la discipline scientifique utilisée pour évoquer, mesurer, analyser et interpréter les réactions aux caractéristiques des aliments perçues par le sens de la vue, l'odeur, le goût, le toucher, et l'ouïe. Dans l'analyse sensorielle, l'aspect, l'odeur, la flaveur, la texture, peuvent être seulement mesurés par les sens de l'homme de manière subjective. Cette analyse est un test affectif fondé sur une mesure de préférence ou d'acceptation. Or, les tests analytiques objectifs, regroupent deux aspects à savoir les tests discriminatifs qui nous font part de l'existence de différences entre l'échantillon (test triangulaire par exemple) et les tests descriptifs qui nous renseignent sur la nature et l'intensité des différences entre les échantillons (**F.A.O,1999**).

#### **I.3.2. Méthodes instrumentales**

##### **I.3.2.1. Méthodes chimiques et biochimiques**

Bien que l'analyse sensorielle demeure le test le plus utilisé pour évaluer la fraîcheur des produits de pêche, les dosages chimiques sont très présents en recherche pour appuyer et expliquer les résultats de l'évaluation sensorielle (**Samuel et al ; 2002**).

Ceci permet ainsi aux scientifiques, d'établir les normes de qualité et des seuils de tolérance pour des indicateurs chimiques d'altération. Parmi ces composés chimiques on trouve les amines basiques volatiles totales (A.B.V.T), les amines biogènes ou histamine et les produits d'oxydation de lipides de poisson tels que les hydroperoxydes (produits primaires) et les TBARS (sr-TBA : produits secondaires de l'oxydation lipidique). De plus, les méthodes biochimiques et chimiques permettent de remplacer les méthodes bactériologiques plus lentes (**Huss, 1999**).

### I.3.2.2 Méthodes physiques

Ce type d'évaluation mécanique, permet d'effectuer rapidement et facilement des mesures de routine sans endommager les pièces à analyser. Par ailleurs, cette méthode nécessite un équipement spécifique et coûteux pour chaque paramètre à analyser. Le plus souvent, la conductivité électrique et la texture de la chair du produit présentent les principaux paramètres à analyser. La conductivité électrique du muscle du poisson diminue avec le temps de conservation (**Samuel et al ; 2002**). La texture (dureté/ ramollissement) de la chair de poisson est mesurée par une technique appelée déformabilité par compression (**Huss, 1999**).

### I.C.2.3. Méthodes microbiologiques

Les examens microbiologiques des produits de la pêche sont réalisés afin d'évaluer la présence de bactéries ou d'organismes pouvant avoir des conséquences néfastes sur la santé publique. Les examens bactériologiques traditionnels sont complexes, longs et coûteux. Ils concernent souvent le dénombrement de bactéries spécifiques d'altération (**Huss, 1999**).

Le contrôle bactériologique comporte les indicateurs de qualité. Il existe 3 groupes d'indicateurs :

- Les indicateurs bactériens de contamination fécale (indicateurs de pollution fécale).
- Les indicateurs de contamination par germes pathogènes présent dans le milieu marin.

- Les indicateurs de contamination virale.

***Les indicateurs bactériens de contamination fécale :***

Les indicateurs bactériens de contamination fécale sont des germes tests dont le nombre est représentatif de la qualité sanitaire de la denrée (**Elziere-papayani, 1993**) et l'estimation de l'importance de la (fécalisation) des eaux et donc le risque de présence des fécaux pathogènes d'origine humaine et animale. Ils sont caractérisés essentiellement par leur appartenance à la flore fécale, et par leur facilité de détection et d'identification. Ces germes testés sont principalement les coliformes totaux, coliformes fécaux et les Streptocoques fécaux (**Guilland, 1991**).

Les Coliformes totaux sont des bactéries qui vivent dans les intestins de l'homme et des animaux, bacilles à gram négatif non sporulés, oxydases négatives, aéro-anaérobies facultatives. Elles se présentent en forme de bâtonnet. Elles ferment le lactose avec production d'acide et de gaz en 48H à une température de 35° à 37°C (+/- 0.5°C) (**Delarras, 2003 ; Rodier, 1984 ; Afnor 1994**).

Les Coliformes fécaux possèdent les mêmes caractéristiques que les coliformes totaux mais leurs croissances s'effectuent à une température de 44°C en présence de sels biliaires, caractère lié à leur habitat (**Afnor, 1994**). *Escherichia coli* est une entérobactérie lactose positif, gazogène, réalisant une fermentation d'acide mixte, elle produit de l'indole à partir du tryptophane à 44°C (**Guiraud, 1998 ; Afnor, 1994**)

***Les levures et moisissures :***

Ce sont des germes d'altération : on peut les rechercher pour évaluer l'état d'avancement de l'altération du produit. (**Jeant et al ; 2006**).

***Microflore Aérobie Mésophile Totale :***

C'est l'ensemble des micro-organismes aptes à se multiplier à l'air aux températures moyennes, plus précisément ceux dont la température optimale de croissance est située entre 25°C et 40°C. Il englobe les micro-organismes pathogènes et les micro-organismes d'altérations (**Bourgeois el leveau, 1991 ; Afnor 1988**).

***Streptocoques fécaux***

Il s'agit de cocci à gram positif, de forme sphérique ou ovoïde, se présentent en chainettes plus ou moins longues, non sporulés aéro-anaérobies facultatifs, ne présentant ni catalase, ni oxydase, homo fermentaire (**Bourgeois et al ; 1991**).

### *Les Salmonelles :*

Ils font partie de la famille des entérobactériaceae, ce sont des bacilles à Gram négatif, aéro-anaérobies facultatifs, mobiles grâce à une ciliature péritriche non sporulés, oxydase négatif, dégradant les glucides par voie fermentaire (**Bourgeois et al, 1991 ; Larpent, 1997**).

### *Clostridium sulfito-réducteurs :*

Membre de la famille des bacillaceae, gros bacilles à gram positif, anaérobies strictes et sporulés, mobiles par ciliature péritriche, mais parfois immobiles et capsulés, les spores sont ovoïdes ou sphériques, naturellement thermorésistants, catalase négatif (**Gelinas, 1995; Afnor, 1992**).

# **MATERIELS ET METHODES**

## CHAPITRE II

## MATERIELS ET METHODES

**II.1. Objectif**

Notre étude porte essentiellement sur le contrôle bactériologique et toxicologique de la moule *Mytilusgalloprovincialis* issue des filières naturelles et artificielles d'élevage de la baie de Bou-Ismaïl. Ainsi le suivi des changements que subit la moule sous l'effet de la conservation en fonction de la température et du temps.

**II.2. Présentation du site d'échantillonnage**

La baie de Bou-Ismaïl est située dans la partie Nord-Est de la wilaya de Tipaza elle est délimitée au nord par la mer méditerranée, ce qui la caractérise par un climat humide. Les moyennes des températures varient entre 33°C pour les mois d'été et 18°C pour les mois d'hiver.



**Figure 3 :** Carte géographique de la baie de Bou-Ismaïl.

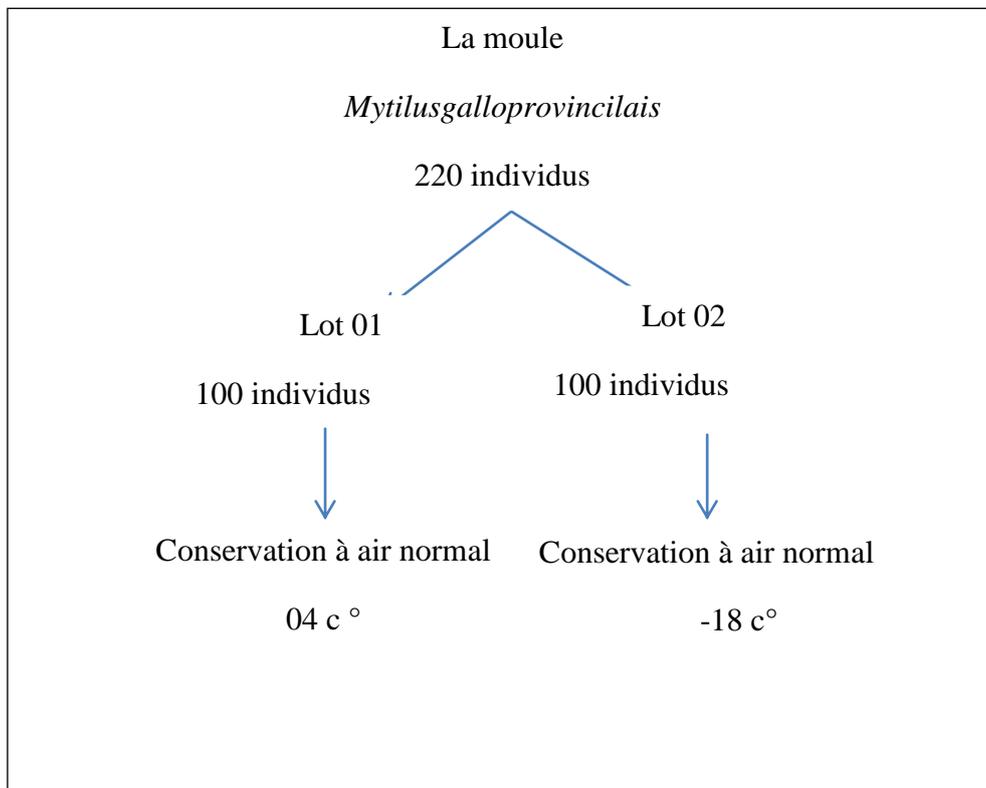
**II.3. Echantillonnage et conditionnement**

L'étude expérimentale porte sur la moule *Mytilusgalloprovincialis*, provenant de la baie de Bou-Ismaïl qui est acheminée directement au laboratoire de CNDRPA dans une glacière.

Les échantillons frais avaient comme origine le milieu naturel, le vendeur informel, le vendeur formel et le site conchylicole.

Les échantillons qui ont subi un test de conservation sont d'origine du milieu conchylicole.

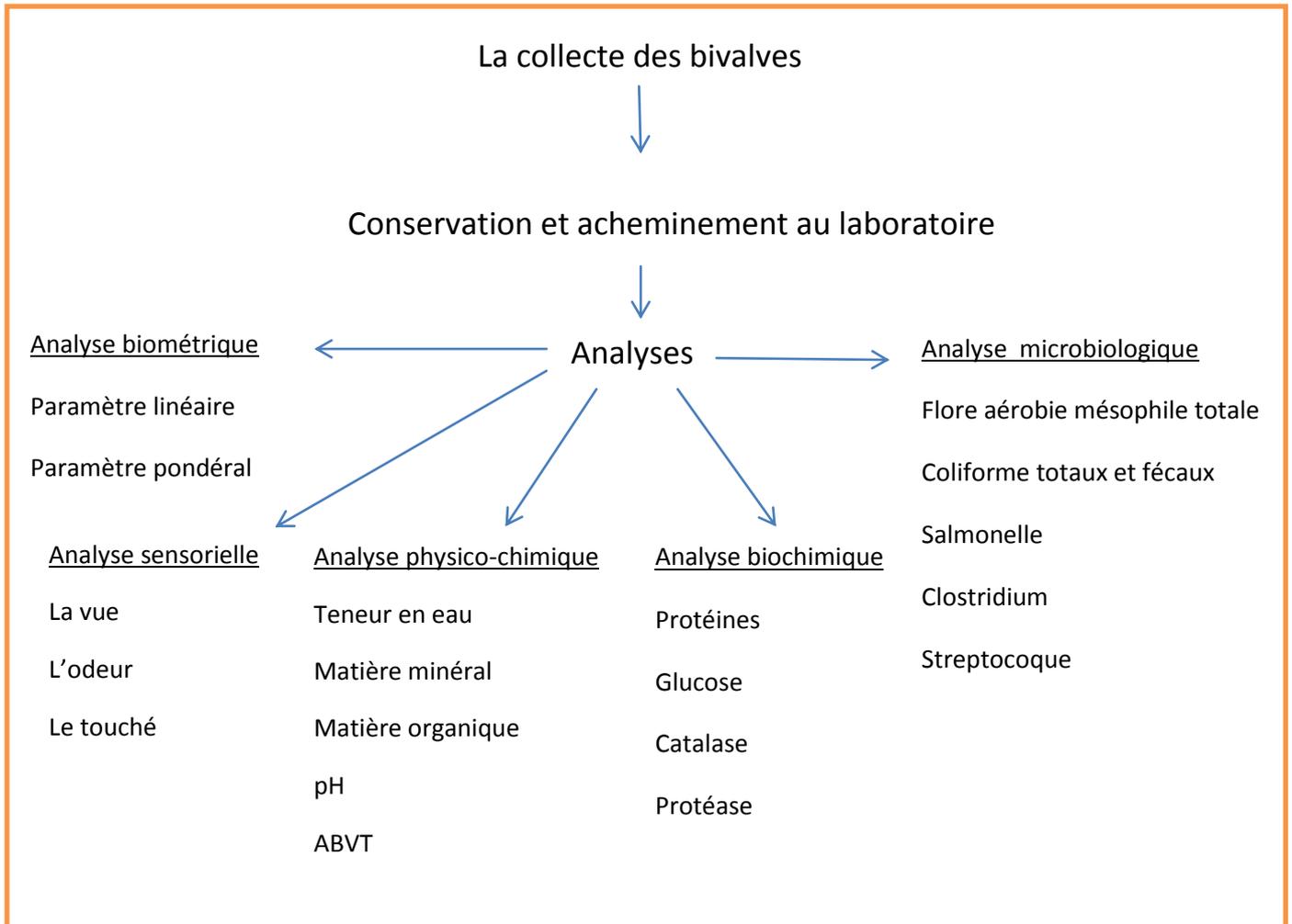
L'échantillon a été repris en deux lots comme suit :



**Figure 4 :** La répartition des échantillons selon le mode de conservation.

Les lots de 100 individus sont répartis une seconde fois en 5 sous lots de 20 individus pour faire l'objet de l'étude expérimentale.

L'expérimentation repose sur des analyses physico-chimiques, biochimiques et microbiologiques. La période expérimentale s'étalait du début de mars à la fin mai 2015. Pour ce fait, la figure (5) illustre la stratégie adoptée avec les différentes démarches appliquées.



**Figure 5** : Stratégie adoptée et démarche appliquée

#### **II.4. Mensuration biométriques**

Les lots de moules collectés ont été constitués de 100 individus. Les mesures ont été réalisées le jour même du prélèvement pour éviter l'effet du jeûne et émission éventuelle des gamètes. Après avoir nettoyé les moules on mesure les trois paramètres linéaires (à savoir longueur, largeur et épaisseur) en utilisant un pied à coulisse à 0,5 mm.

Les paramètres linéaires sont : La longueur totale correspondant à la plus grande distance, séparant le bord antérieur du bord postérieur de la coquille, la largeur qui va de la charnière dorsale au bord ventral L'épaisseur maximale qui est la largeur maximale de la convexité des deux valves réunies.

Par ailleurs les individus ont été pesés à l'aide d'une balance de précision (KERN 440-33, précision 0,01g) afin de déterminer les paramètres pondéraux suivants : Poids total qui correspond au poids de la moule débarrassée de son épibionte, et dont les valves sont essuyées par un linge. Poids de la chair : c'est le poids des parties molles de l'animal après les avoir détachées de la coquille et les débarrassées de l'eau intervallaire subsistante. L'ensemble de la masse viscérale fraîche égouttée est ensuite pesée. Poids sec de la chair : il est obtenu après séchage de la masse molle à l'étuve pendant 24 heures à 100°C.

### ▪ *L'indice de condition*

Il a été calculé pour 10 individus. Le poids de la chair sèche est obtenu après passage à l'étuve à 100 C° ± 5 pendant 24h. Il est calculé selon les trois formules suivantes :

#### *Indice de condition AFNOR(norme Afnor, 1985)*

Cet indice nous donne une idée de l'état physiologique des individus d'une population (**Bodoy et Massé, 1979; Bodoy, 1980; Lucas et Beninger, 1985**) et permet d'estimer la part de la matière organique émise lors de la reproduction (**Bodoy et Massé, 1979**). Il est exprimé par la formule suivante :

$$IC = \frac{\text{poids moyen de la chair seche}}{\text{poids moyen de la chair totale}} \times 100$$

#### *L'Indice Walne& Mann (Grizel Henri et al ; 1998)*

$$IC = \frac{\text{poids moyen de la chair seche}}{\text{poids de la coquille}} \times 1000$$

Cet indice est celui qui est le moins soumis aux aléas de perte d'eau intervalvaire (pas de poids entier au dénominateur).

#### *L'indice Laurence & Scott(ifermer, 1998)*

Ces indices utilisent tous le poids de chair séchée à l'étuve (plus précis), rapporté à des dénominateurs variés.

$$IC = \frac{\textit{poids moyen de la chair seche}}{\textit{poids moyen total} - \textit{poids de la coquille}} \times 100$$

## II.5. Analyse sensorielle

L'évaluation sensorielle est définie comme la discipline scientifique utilisée pour évoquer, mesurer, analyser et interpréter les réactions aux caractéristiques des aliments perçues par les sens: la vue, l'odeur, le goût, le toucher et l'ouïe.

La plupart des caractéristiques sensorielles peuvent seulement être mesurées de manière subjective par les humains. On a cependant fait des progrès dans le développement d'instruments qui peuvent mesurer des changements particuliers de qualité (FAO, 1999).

## II.6. Analyses physicochimiques

### II.6.1. La teneur en eau

Les prises de poids de la chair obtenue de chaque individu sont placées à l'étuve à une température de 105°C pendant 24 h pour séchage. Une deuxième pesée est effectuée pour avoir le poids sec de la masse viscérale et la coquille. La teneur en eau dans la chair est déduite selon les équations suivantes :

$$\textit{poid H2O} = \textit{poids de la chair fraiche} - \textit{poids de la chair seche}$$

$$\% H2O = \frac{\textit{Poids H2O}}{\textit{Poids frais}} \times 100$$

### II.6.2. Matière minérale et organique

On met une quantité de 1 à 3 g dans un creusé dans un four à mufles à une température de 450°C pendant 3 h. ensuite le creusé est retiré et pesé une deuxième fois pour déterminer la teneur de la matière minérale, après calcination selon la méthode standard (AOAC, 1995).

.Le taux de cendres contenu dans l'échantillon se calcule de la manière suivante :

$$\% \textit{Cendre} = \frac{\textit{mr}}{\textit{mi}} \times 100$$

$m_r$  : masse du résidu après calcination

$m_i$ : Masse initiale de l'échantillon

La matière organique est déduite selon cette équation :

$$MO = \text{le poids frais} - \text{le poids MM} - \text{le poids d'H}_2\text{O}$$

$$\% MO = \frac{\text{Poids MO}}{\text{poids frais}} \times 100$$

MO : matière organique et MM : matière minérale

### II.6.3. Teneur en azote basique volatil total (ABVT)

L'analyse de l'ABVT a été réalisée selon la technique basée sur la distillation proposé par (Woyewodaet al ; 1986) et modifiée par Uriarte-Montoya et Villalba (2010).

On mélange 5 g de la chair avec 300 ml d'eau distillée et on homogénéise pendant 2 min. on rajoute 2 ml d'huile comestible et 2 g de sulfate de magnésium. Le mélange est mis dans un ballon et placé dans le distillateur et chauffé jusqu'à ébullition. Le distillat est récolté après 25min dans un bécher contenant 25 ml d'acide borique à 2% (W/V) additionné à une goutte de rouge de méthyle et est titré directement avec l'acide sulfurique à 0.05 N. Les données ont été exprimées en mg d'ABVT/100g d'échantillon suivant cette équation :

$$mg ABVT = \frac{((V1 - V2) \times N2 \times 100 \times 14)}{W2}$$

- V1 : quantité (ml) de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> utilisés pour l'échantillon.
- V2 : quantité (ml) de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> utilisé pour le témoin.
- N2 : normalité de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.
- W2 : poids de l'échantillon.

### II.6.4. Détermination du pH

La mesure du pH a été réalisée selon la procédure de Wang (2002). Dix grammes d'échantillon ont été homogénéisés avec 50 ml d'eau. Le pH est mesuré à l'aide du pH-mètre

à électrode de verre. Trois mesures sont faites pour calculer un pH moyen de chaque échantillon.

### II.6.5. Analyses biochimiques

L'ensemble de ces procédures se déroule dans des tampons adaptés. Le tampon dans lequel on homogénéisera devra avoir les propriétés physicochimiques permettant de maintenir la stabilité des molécules ou organites qu'on désire étudier.

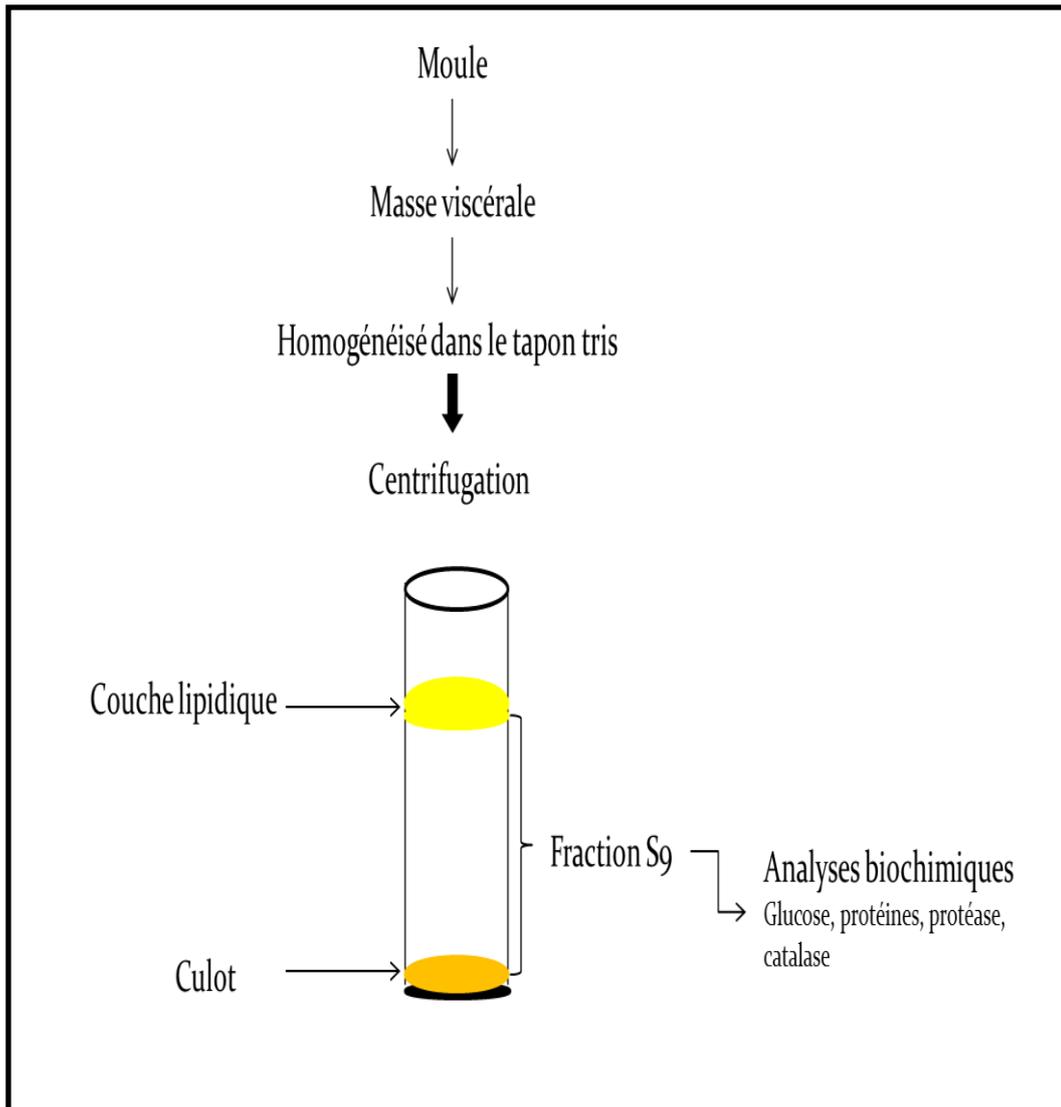


Figure 6 : Procédure de l'analyse biochimique

#### ❖ Homogénéisation des tissus

5g de l'échantillon sont homogénéisés avec 50 ml du tampon tris (20 mM; PH7.8) utilisant un mixeur. On effectue ensuite une centrifugation à 6000 g pendant 20 min à 10C°. Le surnageant

obtenu (Fraction S9) est utilisé pour doser le glucose, les protéines et comme source d'enzyme pour le dosage de la catalase et la protéase.

### II.6.5.1. Dosage du Glucose par la méthode DNS

#### ❖ *Principe*

Les sucres réducteurs (en raison de leurs groupements carbonyle libres C=O) réagissent avec le DNS (acide di-nitrosalicylique) en le réduisant en acide 3-amino-5-nitrosalicylate.

#### ❖ *Mode opératoire*

Après avoir réalisé une série de dilutions (1/3, 1,5/5, 0,5/3) on mélange dans des tubes à essais 03 mL de chaque échantillon et 02 mL de DNS (dans le blanc l'eau distillée remplace S9). On homogénéise et on incube les tubes au bain-marie pendant exactement 05 minutes à 100°C. Les tubes sont par la suite refroidis dans un bain d'eau froide et additionnés de 15 mL d'eau distillée. Les différentes concentrations des échantillons sont déterminées à partir de la gamme étalon à l'aide d'un spectrophotomètre à 530 nm.

### II.6.5.2. Dosage des protéines par la méthode de Lowry

#### ❖ *Principe*

C'est une technique spectrophotométrique basée sur les caractéristiques spectrales ou réactionnelles des acides aminés constituant les protéines.

La méthode développée par **Lowry et al** combine une réaction au biuret et une réaction au réactif de Folin-Ciocalteu. Ce dernier, à base de phosphomolybdate et de phosphotungstate, réagit avec les tyrosines et les tryptophanes, pour donner une coloration bleue qui s'ajoute à celle du biuret.

#### ❖ *Mode opératoire*

Dans des tubes à essais, on dilue le surnageant au 1/5-1/8-1/10 et complétées à 1 ml. Le tube de blanc contient 01ml d'eau distillée. Puis on additionne 5ml de réactif Lowry. On homogénéise et on ajoute après 10 min 0,5ml de réactif Folin- ciocalteu dilué au 1/2 (il est important d'agiter juste après l'addition de ce dernier). L'ensemble est mis à l'obscurité au moins 30min. la lecture de l'absorbance est faite à 660nm.

### II.6.5.3. Dosages de la Catalase par mode Cinétique

#### ❖ *Principe*

L'activité enzymatique est une mesure de la quantité d'enzyme active dans une préparation. L'unité d'activité enzymatique (U) est définie en termes de quantité de substrat disparaissant par unité de temps ou de quantité de produit apparaissant par unité de temps.

L'approche cinétique consiste à suivre en continu la quantité du composé voulu. La méthode consiste à mélanger les réactifs et la préparation enzymatique dans une cuvette de spectrophotomètre puis à suivre la variation temporelle du paramètre mesuré (Absorbance).

Dans notre pratique l'activité catalase est déterminée selon la méthode de Lartillot décrite par Gülüzaret *al* (2007).

#### ❖ *Mode opératoire*

2.5ml du substrat (100µl solution de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> à 30% ; 2.4ml tampon phosphate 75mM à pH7) sont placés dans une cuvette du spectrophotomètre déjà réglée sur le mode cinétique. 50µl de la fraction S9 (source d'enzyme) sont ajoutés au mélange, on déclenche le mode cinétique du spectrophotomètre et on suit la décomposition de peroxyde d'hydrogène dans un intervalle de temps de 60s.

### II.6.5.4. Dosage de la protéase

#### ❖ *Principe*

Consiste essentiellement à mélanger les composants de la réaction et les incubent durant un certain temps. A la fin de l'incubation (30min à 02h), on prélève les échantillons. On y mesurera alors la quantité des sous-produits issus de la dégradation du substrat (dans le cas de protéases la tyrosine est le sous-produit issu de la dégradation de la caséine).

#### ❖ *Mode opératoire*

Le dosage de l'activité protéase est déterminé selon la méthode décrite par (Ranilsonet *al*, 2005)

02ml de la solution de caséine (01% P/V dans le Tris-HCl pH7.2) utilisée comme substrat est incubée avec 02ml de surnageant (source d'enzyme S9), à une température de 50°C pendant 01heure. La réaction est stoppée en ajoutant 01ml du TCA à 10% (Acide trichloroacétique). On laisse reposer pendant 15 min et on effectuera une deuxième centrifugation à 6000g pendant 15min. La lecture de l'absorbance est faite à 280nm.

Dans le blanc l'eau physiologique remplace les 02ml du S9.

### **II.7. Analyses microbiologiques**

Le contrôle de routine est basé sur la recherche et le dénombrement des coliformes fécaux et les streptocoques fécaux qui sont les meilleurs témoins de la contamination bactérienne avec identification de la bactérie *E. coli* (Guiraud, 1998 ; Larpent, 1997). Dans certaines conditions un contrôle bactériologique plus sévère est appliqué, il porte non seulement sur les coliformes fécaux mais aussi sur les salmonelles et les clostridium (Larpent, 1997).

#### **II.7.1 Traitement des échantillons**

Pour un contrôle bactériologique, toutes les manipulations doivent se faire dans des conditions d'asepsies les plus strictes. Le matériel nécessaire pour les analyses programmées doit être stérilisé et préparé avant le début des analyses.

#### **II.7.2. préparation de la solution mère**

L'analyse microbiologique des échantillons s'effectue à partir d'une solution mère dans la composition est 100 g de chair de moule homogénéisé dans trois fois le poids de la chair en solution TSE.

Broyer à l'aide d'un broyeur homogénéisateur pendant 60 secondes : on obtient la solution mère au 1/3 qui constitue l'échantillon pour l'essai. (Afnor, 1988 ; Larpent, 1997).

#### **II.7.3. Numération de la Flore Aérobie Mésophile Totale**

Le milieu utilisé pour ce test est le Plate Count Agar le (PCA), (Afnor, 2003)

On effectue deux dilutions décimales. On prend 1ml de la solution mère ainsi pour chaque dilution et on les répartit en gouttes au fond de la boîte de pétri, on recouvre les gouttes d'une

couche de gélose PCA en surfusion (45 - 47 C°) et on homogénéise le tout avec des mouvements circulaires. on laisse refroidir et on la recouvre d'une deuxième couche de gélose PCA, pour immobiliser les bactéries et former des colonies bien définies. Les boîtes sont incubées à 30 C° pendant 72h. Les boîtes dénombrables sont comprises entre 30 et 300.

### **II.7.4. Numération de levures et moisissures**

Le milieu utilisé pour ce test est (OGA), proposé en 1973 par l'AFNOR. On effectue deux dilutions décimales. On prend 1ml de chaque dilution et on les répartit à l'aide d'un râteau sur la gélose (pour chaque dilution 2 boîtes sont utilisées). On incube les boîtes à 25C° pendant 5 jours. Les boîtes dénombrables sont comprises entre 30 et 300.

### **II.7.5. Recherche et dénombrement des Coliformes totaux, des coliformes fécaux et thermotolérants**

Ils sont réalisés suivant la norme **AFNOR V45- 110 JUIN 81 (Benmoukhtar, 2000)**. La méthode appliquée pour le dénombrement et la recherche des Coliformes fécaux est la méthode du nombre le plus probable (NPP) par lecture sur table de Mac Grady. (voir annexe) (**AFNOR ,1988**).

#### *❖ Mode opératoire*

La technique en milieu liquide (VBL) fait appel à deux tests consécutifs, à savoir :

- test de présomption, réservé à la recherche des Coliformes totaux.
- test de confirmation, appelé encore test de Mac Kenzie, réservé à la recherche des coliformes fécaux à partir des tubes positifs du test de présomption.

#### *❖ Test de présomption*

La technique NPP consiste à préparer dans un portoir une série de 9 tubes contenant le milieu (VBL) avec une cloche de Durham à raison de trois tubes pour chaque dilution. Alors, 1ml de chaque dilution décimale  $10^{-1}$  à  $10^{-2}$ , est transféré aseptiquement dans chacun des trois tubes.

En prenant soin de chasser le gaz présent éventuellement dans les cloches de Durham en mélangeant le milieu et l'inoculum.

Les tubes sont incubés à 37°C pendant 24 à 48 heures. Les tubes positifs sont ceux qui présentent à la fois : Un dégagement gazeux (supérieur au 1/10<sup>ème</sup> de la hauteur de la cloche) et un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune.

### ❖ *Test de confirmation ou test de Mac Kenzie*

Les tubes de (VBL) positifs, trouvés lors du dénombrement des coliformes totaux, feront l'objet d'un repiquage à l'aide d'une pipette stérile dans deux autres tubes l'un contenant le milieu (VBL) avec cloche et l'autre de l'eau peptonée exempte d'indole (EPEI). Les tubes seront maintenus à l'étuve à 44°C pendant 24 heures.

Le résultat est considéré comme positif, seulement s'il y a un virage du (VBL) au jaune avec dégagement de gaz, au moins 1/10<sup>ème</sup> de la cloche de Durham, et formation d'un anneau rouge après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs au tube de l'eau peptonée exempte d'indole.

## II.7.6. Recherche et dénombrement des Streptocoques (Dellaras, 2000)

### ❖ *Mode opératoire*

La technique NPP consiste à préparer dans un portoir une série de 9 tubes contenant 10ml de milieu Rothe s/c à raison de trois tubes pour chaque dilution. Alors, 1ml de chaque dilution décimale 10<sup>-1</sup> à 10<sup>-2</sup>, est transféré aseptiquement dans chacun des trois tubes. En prenant soin d'homogénéiser l'inoculum avec le milieu. L'incubation des tubes est faite à 37°C pendant 24 à 48h. Les tubes présentant un trouble microbien après incubation, sont considérés comme positifs.

### ❖ *Test de confirmation*

A partir des tubes positifs, un repiquage est procédé en transférant, à l'aide d'une pipette stérile, 3 à 4 gouttes vers un tube contenant le milieu Eva Litsky. L'incubation des tubes est effectuée à 37°C pendant 24h.

Les tubes présentant une pastille blanchâtre ou violette au fond du tube avec un trouble microbien ; sont considérés comme positifs, donc présence de Streptocoque fécaux.

### II.7.7. Recherche des Salmonelles

La recherche de ces germes s'effectue par un test de présence ou absence suivant la norme AFNOR V 08 013 (**Benmokhtar, 2000**).

Elle consiste à faire un pré enrichissement, dans un milieu non sélectif mais qui permet le développement des bactéries, avant de procéder à l'enrichissement et l'isolement en deux phases. Le mode opératoire comporte :

#### ❖ *Pré-enrichissement*

Le pré enrichissement s'effectue, dans un flacon stérile, en mélangeant 25g de chaire avec 75ml de milieu TSE (Tryptone Sel Eau). L'incubation sera maintenue à 37°C pendant 24heures.

#### ❖ *Enrichissement primaire*

Ce dernier consiste à mélanger 10ml de milieu de pré-enrichissement avec 100ml de bouillon Sélinite-Cystéiné (Flacon SFB supplémentée avec son additif). L'incubation est faite à 37°C pendant 18 à 24heures. Le contenu du flacon vire en rouge brique en présence de Salmonelles.

#### ❖ *Enrichissement secondaire et isolement*

Le bouillon Sélinite-Cystéiné incubé la veille coloré en rouge brique fera l'objet : d'une part, d'un enrichissement secondaire sur bouillon Sélinite-Cystéine en tube de 10ml à raison de 0,1ml par tube et d'autre part, d'un isolement sur gélose Hektoen (H1). Dans les deux cas, l'incubation se fait à 37°C pendant 24h.

#### ❖ *Lecture et identification*

D'une part, le bouillon Sélinite-Cystéiné fera l'objet : d'un isolement sur gélose Hektoen (H2) et d'autre part, la boîte de gélose Hektoen (H1) subira une lecture en tenant compte du fait que Salmonella se présentent le plus souvent sous forme de colonies de couleur grise bleutée à centre noir.

Il est indispensable que toutes les colonies caractéristiques doivent faire l'objet d'une identification biochimique.

L'absence des colonies de salmonelles, ainsi que l'absence du virage de coloration du milieu d'enrichissement secondaire indiquent l'absence des Salmonelles.

### **II.7.8. Numération des Clostridium sulfito-réducteurs (Dellaras, 2000)**

On porte aseptiquement 5ml de la solution mère dans 3 tubes. Après avoir soumis les tubes à un choc thermique (10min dans un bain marie à 80°C en suite trempage dans un bain froid), on ajoute 15 ml de gélose viande - foie sulfité (sulfite de sodium) et 4 à 5 goutte d'Alun de fer. On couvre les tubes avec une couche de vaseline pour empêcher l'introduction de l'oxygène.

Les tubes sont alors incubés à 37°C pendant 24 à 48 heures avec une première lecture à 16 heures.

Les colonies de Clostridium sulfito-réducteurs, sont des colonies noires d'un diamètre supérieur à 0,5mm.

# **RESULTATS ET DISCUSSION**

CHAPITRE III

RESULTATS ET DISCUSSION

III.1. Moule fraiche

III.1.1. Résultats de l'étude Biométrique

Des indices corporels (indice de condition), facteur de condition selon les sources basées sur la mesure des masses et longueurs des organismes sont utilisés pour apprécier leur état de santé générale.

Dans notre étude, nous avons comparé les paramètres de la croissance à l'indice de condition des moules *Mytilus galloprovincialis* de quatre échantillons, dans la perspective d'étudier et de comparer l'état de santé générale de nos spécimens.

Le tableau (3) ci-dessous, regroupe les différents paramètres linéaires et pondéraux caractérisant la condition et la croissance des moules des différents échantillons traités dans la présente étude.

Tableau 3: Mesures des paramètres linéaires et pondéraux pour 10 individus.

Echantillons	E1	E2	E3	E4
Longueur	5,24 ± 0,28	<b>6,23 ± 0,47</b>	5,01±0,45	<b>5,21 ±0,47</b>
Largueur	2,27 ± 0,13	<b>4,36 ± 0,32</b>	2,99 ± 0,13	<b>3,01 ±0,23</b>
Epaisseur	1,74 ± 0,14	<b>2,30 ± 0,21</b>	1,94 ± 0,13	<b>2,08 ± 0,26</b>
P <sub>TF</sub>	9,99±1,49		13,96±3,20	<b>14,77±4,93</b>
P <sub>TO</sub>	7,59 ± 0,95	<b>13,89 ± 4,43</b>	9,6 ± 2,07	<b>10,77 ± 4,93</b>
P <sub>chf</sub>	2,75 ± 0,64	<b>6,29 ± 1,62</b>	3,44 ± 0,67	<b>4,61 ± 1,44</b>
P <sub>chs</sub>	0,44 ± 0,4	<b>1,10 ± 0,32</b>	0,68 ± 0,61	<b>0,91 ± 0,24</b>
P <sub>coqh</sub>	4,56 ± 0,63	<b>7,22 ± 2,6</b>	5,17 ± 1,4	<b>5,64 ± 1,69</b>
P <sub>coqs</sub>			4,42 ± 0,50	<b>6,65 ± 2,4</b>
			4,9 ±	<b>5,17 ±</b>

E1 : Bivalves d'un milieu naturel

P<sub>TO</sub> : Poids (g) totale de la moule ouverte

E2 : Moules vendeur informel

P<sub>chf</sub> : Poids (g) de la chair humide

E3 : Moules vendeur formel

P<sub>chs</sub> : Poids (g) de la chair sèche

E4 : Bivalves d'un milieu conchylicole

P<sub>coqh</sub> : Poids (g) de la coquille humide

P<sub>TF</sub> : Poids (g) totale de la moule fermée

P<sub>coqs</sub> : Poids (g) de la coquille sèche

D'après les résultats obtenus (Tab ,3), les échantillons de moules fraîches sont d'une taille homogène comprise entre  $5,01 \pm 0,47$  et  $6,23 \pm 0,47$  cm. Ainsi, nos moules sont au stade adulte et pré-adulte et qualifiés de qualité marchande, selon le seuil recommandé par le **JORA N°18 24 MARS 2004** pour la taille minimal marchande des ressources biologiques mollusques bivalves moule *Mytilusgalloprovincialis* qui est de 4 cm.

De part leurs tailles supérieurs (6,23cm), les moules issues du vendeur informel ont montré des mesures pondérales supérieurs à celles relevées chez les autres bivalves des différents échantillons traités. Par ailleurs, les moules collectées directement de la filière conchylicole sise à Ain-Tagouraita présentaient les gains en rendement de chair les plus importants ( $P_{chs}$ , 0,91) comparativement aux autres échantillons de la même taille ( $P_{chs}$ , 0,68 et 0,44).

Le  $P_{TF}$  des bivalves du vendeur informel (E2) n'a pas été mentionné suite à une erreur.

La coquille de *Mytilusgalloprovincialis* atteint en conditions normales de milieu de croissance une taille commune de 5 et 8 centimètres. Quant à la taille maximale elle peut atteindre 15 centimètres et plus (**Griffiths, 1990**).

Ci-dessous en tableau (4), sont consignées les valeurs de l'indice de condition calculés pour chaque échantillon traité.

**Tableau 4:** Calcule de l'indice de condition

	E1	E2	E3	E4
$IC1 = \frac{\text{poids de la chair fraiche}}{\text{poids total}} * 100$	27,52	-	24,64	<b>31,21</b>
$IC2 = \frac{\text{poids de la chair seche}}{\text{poids de la coquille}} * 100$	96,49	152,35	131,52	<b>161,06</b>
$IC3 = \frac{\text{poids de la chair seche}}{\text{poids total} - \text{poids de la coquille}} * 100$	81,03	-	77,36	<b>99,67</b>

Des mesures biométriques peuvent être utilisées pour déterminer les indices de conditions chez divers organismes tels que les moules (**Amiard Jean-Claude et al ; 2008**). Les plus usuels sont les relations taille-poids (condition) (**Pieterse G.M., 2004**).

Indice de condition (IC<sub>1</sub>) ET (IC<sub>3</sub>) des moules du vendeur informel n'a pas été calculé vu que le P<sub>TF</sub> n'est pas disponible.

Un indice de condition (IC<sub>1</sub>) basé sur la masse de chair humide est défini comme étant le rapport entre le poids des tissus mous et le poids total de l'organisme (comprenant la coquille). Il donne une idée sur l'état de santé globale de l'organisme (**Programme PIREN-Seine, 2009**). Cet indice sert de référence pour le calcul de la Certification Conformité Produit CCP(7), avec un seuil minimum de 24%. Les moules de la présente étude montrent un indice de condition entre 24,64 et 31,21 une valeur qui dépasse le seuil minimum de 24%.

L'indice de *Walneet Mann* (IC<sub>2</sub>) est procédé à partir des poids secs de coquille et de chair. Il élimine le biais de la perte en eau et est plus précis mais plus long à obtenir du fait des étapes de séchage. Les valeurs obtenues dans notre étude sont compris entre 96,49 et 161,06.

Les valeurs de l'indice de condition (IC<sub>3</sub>) (Indice de Lawrence & Scott) sont comprises entre 77,36 et 99,67. Selon les critères de Lawrence & Scott (**ifermer, 1998**) un indice de  $\leq 80$  correspond à un produit maigre, de qualité médiocre.

Cette fois aussi, les moules capturées du site d'élevage conchylicole représentaient la meilleur qualité traduite par les résultats de calcul des différents indices de condition (tab, 4).

### III.1.2. Résultats des analyses sensorielles

L'étude sensorielle par des caractères organoleptiques a permis de relever que l'ensemble des moules fraîches sont caractérisées par un aspect de coquille solide fermée et très humide. L'intérieur est blanc nacré, typique de l'espèce, remplis de liquide intervalvaire. Les moules présentent une odeur d'algue marine.

Selon les normes sanitaires, décrites dans le règlement (CE) n°853/2004, applicables aux mollusques bivalves vivants, ces dernières doivent posséder des caractéristiques organoleptiques liées à la fraîcheur et à la viabilité incluant l'absence de souillure sur la coquille, une réponse adéquate à la percussion et quantité normale du liquide intervalvaire. Dans le présent travail, Les résultats de l'analyse sensorielle, des moules *mytilusgalloprovincialis* fraîches, montrent une bonne qualité organoleptique conforme aux normes sanitaires préconisées.

**III.1. 3. Résultats des analyses physico- chimiques**

Les résultats des analyses physico-chimiques sur la chair des moles *Mytilusgalloprovincialis* sont regroupés dans le tableau (5) suivant :

**Tableau 5:** Résultats des analyses physico-chimiques des moules

Echantillon	%H <sub>2</sub> O	%MM	%MO	pH	ABVT (mg/100g)	
E1	85,00	7,00±1,1	7,16	7,314± 0,1	5,60±1,40	
E2	82,45±0,7	3,44±0,4	14,55±0,	6,937±0,007	3,12±1,12	
E3	80,30±2,1	9,89±0,7	10,10±0.	7,063±0,006	4,20±0,90	
E4		80,00±2,6	4,80±1,30	15,38±1,	7,205±0,00	4,00±1,0

La composition globale dans la plupart des produits de la pêche est principalement de l'eau, des protéines et des lipides. Ces constituants représentent environ 90%, et les autres constituants mineurs comprennent les glucides, les vitamines et les minéraux. Cependant la composition chimique des produits de la mer varie généralement selon la saison, les zones de capture, les stades de maturité et la taille (50376).

Le tableau (5) montre des teneurs en eau comprises entre 85% ± 2,18 comme valeur maximale et 80% ± 2,64 comme valeur minimale. La teneur moyenne pour l'ensemble des échantillons traités est de 82% ± 0.02. Cette valeur trouvée est un bon indice de fraîcheur pour nos moules. Généralement la teneur en eau pour les produits de pêches est supérieure à 70% (5)(Henri Dupin, 1992).

Chez la moule tout comme le poisson, la matière organique représente la fraction des réserves énergétiques. Ces réserves sont considérablement mobilisés et influencés par le stade de maturité des bivalves surtout après la période de ponte où la moule perd presque la totalité de ses réserves pour se retrouver à un stade de maturité appelé stade zéro (ou A) où les minéraux succèdent la matière organique. Les réserves ainsi atteintes assurent le métabolisme de base pour que la moule puisse survivre.

Dans notre étude, les valeurs de la matière organiques relevées sont comprises entre 7,17% ± 1,17 (min) et 15,38 % ± 1,4 (max). Les moules issues du site d'élevage conchylicole

représentait le taux maximum en matière organique. De la capture à la commercialisation la moule peut perdre sa qualité suite au non-respect des conditions de transport (chaîne de froid) et d'entreposage ce qui est le cas chez les vendeurs. La perte en matière organique fait augmenter les fractions de teneurs en matière minérale sans que la concentration de cette dernière augmente (la composition globale étant la somme des teneurs en eau, en cendre et en matière organique).

Le pH moyen de nos produits frais est de  $7,138 \pm 0,15$  d'une valeur maximale de  $7,314 \pm 0,1$  et une valeur minimale de  $6,937 \pm 0,009$ . Ainsi, le pH des produits frais analysés est presque identique et ne dépasse la valeur du pH préconisée pour les produits de pêche qui est comprise entre 5,4 et 7,2, et le ceci selon l'espèce considérée, la saison et la zone de capture (**Love, 1980**). **Pottinger (1948 in Emre Caglak et al, 2008)** a proposé une échelle d'évaluation de la fraîcheur des mollusques bivalves en relation avec le pH. Ainsi, pour un pH de 6,2-5,9 le produit est considéré bon. Pour un pH 5,7-5,5 et même  $\leq 5,2$  le produit est jugé putréfié.

Le tableau (5) ci-dessus, montre des valeurs en ABVT ne dépassant pas les  $5,1 \pm 1,4$  mg/100g de chair. De la sorte, tous les échantillons analysés ont des teneurs en ABVT inférieures aux seuils d'acceptabilité des produits de la mer qui est de l'ordre de **20 mg/100g (Park et al. 1996)**. Un seuil de **25-30 mg/100g** de chair est recommandé par la Décision Européenne 95/194/CE. De cela on peut qualifier nos moules de qualité satisfaisante.

L'azote basique volatile total est un critère utilisé pour évaluer l'altération des produits de la mer. Il se traduit par l'odeur d'ammoniaque susceptible de se dégager d'un produit donné. L'ammoniaque, les di et triméthylamine ainsi que les amines résultant de la dégradation des protéines constituent l'ensemble de l'ABVT (**Knockaert et al, 2009**).

L'échantillon du milieu naturel était un essai et pour cela on a pas effectué l'analyse biochimique et microbiologique.

### III.1. 4. Résultats des analyses biochimiques

Le tableau (6) ci-dessous, regroupe les résultats des dosages biochimiques des teneurs en glucose, en protéines et les activités enzymatiques de la catalase et de la protéase dans la chair des moules analysées.

**Tableau 6 :** Valeurs moyennes des teneurs en glucose, protéines, protéase et catalase dans la chair des moules

	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>E4</b>
<b>Glucose (mg/g de chaire)</b>	1,930 ± 0,411	0,479± 0,109	0,160 ± 0,027
<b>Protéines (mg/g de chaire)</b>	27,70 ±5,780	58,216 ±9,759	52,102 ±4,671
<b>Protéase (U/ml)</b>	33,030 ± 7,27	28,560 ± 5,070	22,680 ± 7,560
<b>Catalase (Units/mg protéines)</b>	130 ± 44,92	55,202 ± 0,349	67,945 ± 0,430

Tout comme la composition chimique des bivalves, la composition biochimique aussi varie selon l'espèce considérée, la saison, la taille, la localité de capture et surtout l'état ou le stade de maturité.

Les résultats obtenus, du dosage du glucose, sont comprises entre 0,016% et 0,193% valeur maximale chez les bivalves du vendeur informel.

Concernant les protéines, les échantillons E3 (vendeur formel) et E4 (site d'élevage conchylicole sise à Ain-Tagouraita ont montré respectivement des taux de 0,58% et 0,52%. A l'issus de ces résultats, les teneurs protéiques des deux échantillons peuvent être considérées identiques dans l'intervalle des écarts calculés. Aussi, le vendeur formel déclarât et affirmât que ses moules sont issus de la ferme aquacole de Aintagouraita. De ce fait, les moules ont la même provenance et la même qualité.

Chez le vendeur informel (E2) les taux mesurés (27,70 ±5,78 mg/g de chaire ; 0,27%) étaient nettement inférieurs à ceux mesurés dans les deux échantillons E3 et E4. La baisse en qualité peut être expliquée par le mauvais entreposage des moules dont ces derniers étaient exposées à l'aire libre en pleine soleil sans glace. Il est connu que l'élévation de la température, résultat du non-respect de la chaîne de froid, constitue un facteur de stress pour les moules conduisant à la mobilisation des réserves énergétiques. Le constat général étant une diminution des teneurs en protéines. A l'air libre, la moule peut résister et survivre pendant 12 heures en moyenne.

L'activité minimale (22,68 ± 7,56 U/ml) de l'enzyme digestive, la protéase, est mesurée chez les moules issues du site d'élevage conchylicole et la valeur médiane (28,56 ± 5,07 U/ml) est

relevée chez celles provenant du vendeur formel. Les moules émanant du vendeur informel montraient les valeurs les plus élevées en activité protéase ( $33,03 \pm 7,27$  U/ml).

Les résultats du dosage de la catalase (enzyme antioxydante), ont met en évidence des activités enzymatiques identique mesurées chez les moules des échantillons E3 (vendeur formel) et E4 (site conchylicole). Les activités ainsi atteintes respectivement sont  $55,202 \pm 0,349$  U/mg protéines et  $67,945 \pm 0,430$  U/mg protéines.

L'activité maximale de la catalase ( $130 \pm 44,92$  U/mg protéines) est mesurée chez les spécimens provenant du vendeur informel.

Les produits de la mer sont caractérisés par une diversité d'espèces très importante rendant l'explication et la compréhension des mécanismes d'altération très ardu et complexes. Les premiers changements survenant sont dus aux enzymes tissulaires et digestives et à l'oxydation des lipides, c'est ensuite le développement bactérien qui est le responsable de de la dégradation et de la diminution de la qualité des produits de la mer. L'altération met en jeu un ensemble de processus microbiologiques, chimiques et physiques.

Par ailleurs, la réduction du pH affecte les propriétés physiques de la chaire. Quand le pH chute, la charge nette des protéines musculaires est réduite, causant leur dénaturation partielle et la perte d'une partie de leur capacité de rétention d'eau.

Aussi, l'autolyse est un processus qui produit toujours le ramollissement. Elle serait reliée à l'activité d'un ou plusieurs enzymes de la chaire.

Les moules du vendeur informel (E3) ont montré une qualité bactériologique (voir ci-dessous) conforme aux normes préconisées. Nonobstant, le contrôle bactériologique ne semble pas suffisant seul pour qualifier la qualité globale des spécimens issus du vendeur informel dont ces derniers sont caractérisés par une qualité biochimique médiocre comparativement aux autres échantillons (tab, 6).

**III.1. 5. Résultats des analyses bactériologiques**

Les résultats du dénombrement bactériologique des germes recherchés dans la chaire des moules *mytilusgalloprovincialis* sont présentés dans le tableau (7) suivant :

**Tableau 7** : Résultats du contrôle bactériologique des moules fraîche.

Echantillons	E2	E3	E4
Levures UFC	830	0	Boites contaminées
Moisissures UFC	7800	0	Boites contaminées
Flore aérobie mésophile	16. (10 <sup>3</sup> )	123	Boites contaminées
Coliformes totaux	870	276	1920
Coliformes fécaux	90	108	222
E- coli	90	0	0
Streptocoques	90	186	186
Salmonelles	Absence	Absence	Absence

**Clostridium sulfito-réducteurs**                      Absence                      Absence      Absence

Les coquillages marins bivalves filtreurs se nourrissent de la matière organique présente dans le milieu en filtrant et en retenant les particules en suspension dans l’eau ou déposées sur le sédiment. Parmi ces particules, nous retrouvons le phytoplancton, des éléments nutritifs, mais aussi des bactéries et virus. Cette activité de filtration varie en fonction de nombreux paramètres (température, turbidité, pH de l’eau, espèce de coquillage, état physiologique de celui-ci ...).

Les résultats obtenus dans le présent travail montrent une valeur de 830 pour les levures et 7800 pour les moisissures chez les bivalves du vendeur informel. Les échantillons du vendeur formel marquent une absence totale des levures et moisissures.

Le dénombrement de la flore fongique des échantillons de bivalves provenant du milieu conchylicole était impossible du fait de la contamination des boîtes OGAensemencées par les différentes dilutions. La cause étant la diminution de l’hygiène dans le laboratoire de microbiologie.

Après cet antécédent le laboratoire a subi un grand nettoyage et stérilisation des instruments afin de pouvoir poursuivre nos analyses dans de bonnes conditions.

Le taux de la flore aérobie mésophile totale chez les bivalves du vendeur informel ( $16 \cdot 10^3$  UFC) est supérieur à celui des bivalves du vendeur formel (123 UFC).

La flore aérobie mésophile totale (les germes totaux) constitue le premier paramètre à prendre en considération dans un contrôle bactériologique, elle est considérée comme un indicateur de pollution globale. Pour nos échantillons de moules fraîches, la flore aérobie mésophile totale montrât des valeurs ne dépassant pas la norme recommandées (**FAMT <  $10^5$ /g**) par le **JORA N° 35** et le **JORF Arrêté 2006-04-03 art**

D'après les résultats obtenus (tab, 7), on remarque que les coliformes totaux ont une concentration importante chez les moules obtenues d'un vendeur informel (870 germe /100g) par rapport au moules du vendeur formel (276 germes/100g). Le taux relevé chez les spécimens issus du site d'élevage conchylicole semble être le résultat de la contamination du plan de travail comme expliqué ci-dessus.

Les résultats, pour l'ensemble des échantillons, montrent des teneurs en coliformes fécaux dans 100g de chair et de liquide intervalvaire inférieures à **222 germes** valeur maximale notée chez les bivalves du milieu conchylicole. Les taux ainsi relevés sont donc inférieurs à la norme recommandée (**300 germes par 100 g de chair et de liquide intervalvaire**) par le **JORA N°25 23AVRIL2011**.

Actuellement, l'interprétation des résultats de contamination par *E.coli*, en se référant à la norme **JORA N°25** au règlement européen 854/2004 modifié par le règlement 1666/2006, est faite par rapport au seuil, fixant les critères sanitaires auxquels doivent satisfaire les coquillages vivants destinés à la consommation humaine immédiate, qui devrait être inférieur à **< 230 *Escherichia coli* pour 100 g de chair et liquide intervalvaire**).

Une valeur de 90 germe d'*Escherichia coli* par 100 g de chair et liquide intervalvaire est relevée chez les moules provenant du vendeur informel, alors qu'on observe une absence d'*E.coli* chez les moules du vendeur formel et celles du milieu conchylicole.

On sait aujourd'hui que les streptocoques fécaux ne constituent pas un indice fiable de la contamination fécale. Les résultats, pour l'ensemble des échantillons du présent travail ne dépassent pas 186 germes par 100g de chair et de liquide intervalvaire. La valeur recommandée par le **JORA N°35 27 Mai 1998** est de  $10^3$  germes par 100 g de chair et de liquide intervalvaire.

Les résultats, pour l'ensemble des échantillons traités (E2, E3 et E4), montrent une absence totale des salmonelles ainsi que des clostridium. De ce fait, les échantillons sont jugés conforme aux normes recommandées, exigeant l'absence totale des salmonelles dans 25g de chair et de liquide intervalvaire, et ne dépassant pas 2 germes de clostridium par gramme (**JORA N°25 et JORF et CEE**).

Les résultats obtenus des analyses bactériologiques pour les moules fraîches sont satisfaisant montrant des teneurs qui ne dépassent pas les normes préconisées sur les règles sanitaires régissant la production et la mise sur le marché des mollusques bivalves vivants.

Il a été universellement admis que les coquillages répondant au critère " Moins de 230 *E.Coli*/100g de chair et de liquide intervalvaire " ou < 300 Coliformes Fécaux CF/100 g, pouvaient être mis directement sur le marché.

De même à partir de ses critères on peut classer la salubrité de la zone de production sur la base du dénombrement, dans les coquillages, de *E. coli* indicateur de contamination fécale. Ainsi, par rapport aux résultats obtenus on peut classer la zone de production du site conchylicole en classe A, élevage autorisé (consommation directe) suivant les critères microbiologique du **décret du 28/04/1994 - Arrêté 21/05/1999**.

Cependant, *"Il est fortement conseillé de ne consommer les coquillages qu'après une cuisson suffisamment longue, seule garantie d'une diminution significative de la contamination microbiologique"*.

### **III. 2. Résultats du test de conservation des moules**

#### **III. 2. 1. Résultats de l'analyse sensorielle**

Au deuxième jour de conservation J2 à 4°C et -18°C, les moules gardent leur aspect initial mais elles dégagent une faible odeur de rance.

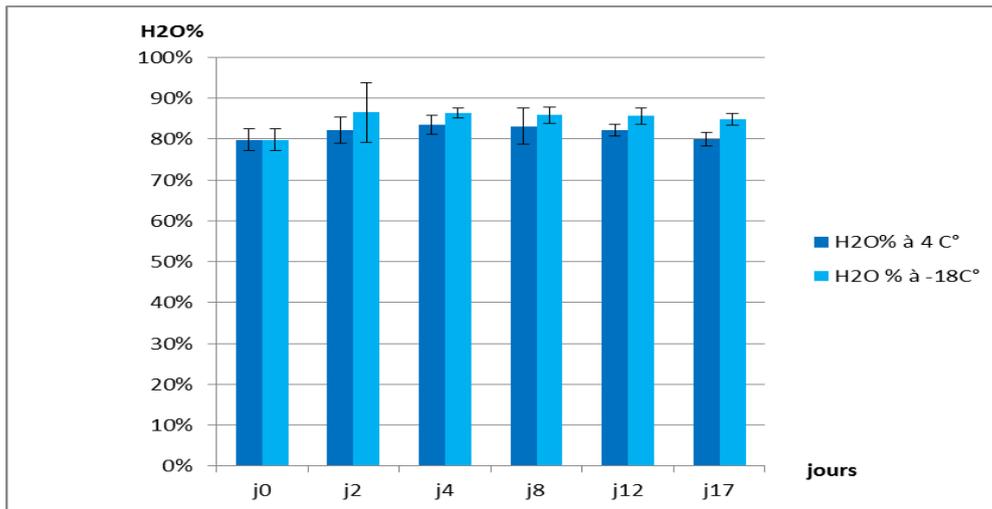
Au quatrième jour J4 de conservation à 4°C les moules présentent des modifications des caractères organoleptiques qui se désignent par une chair de couleur brune/ blanche et la présence d'une odeur de rance. A une Conservation à -18°C les moules montrent des premiers signes d'altération, des coquilles légèrement ouverte, intérieur rempli de cristaux d'eau avec une chair de couleur orange pale avec une odeur de rancissement faible.

Après huit jours de conservation à 4°C et -18°C jusqu'au dix-septième jour, les moules présentent une coquille ouverte, une chair de couleur brune foncé très humide, la présence d'une odeur de rancissement omniprésente.

Quel que soit le mode de conservation réfrigéré ou congelé, les changements des caractéristiques organoleptiques sont présents après 48h de conservation. En effet les changements les plus expressifs observés chez cette espèce sont l'odeur de rance associée au brunissement de la chair et l'ouverture des coquilles. Selon les normes sanitaires applicables aux mollusques bivalves vivants décrites dans le règlement (CE) n°853/2004 le produit est considéré comme ayant une mauvaise qualité organoleptique après quatre jours de conservation.

#### **III.2.2. Résultats des analyses physico-chimiques**

Les résultats du suivi de l'évolution de la teneur en eau chez la moule *Mytilusgalloprovincialis* pendant 17 jours à des températures de 4°C et -18°C sont représentés dans la figure suivante :

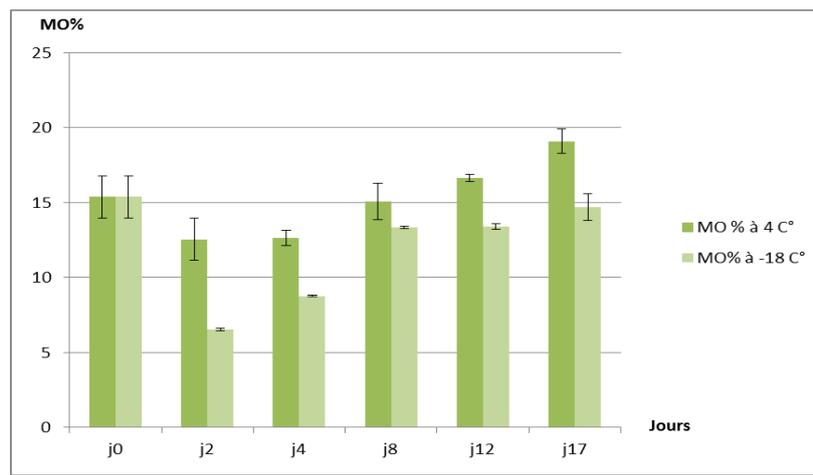


**Figure 7** : Résultat du suivi de la teneur en eau durant le test de conservation

Les teneurs moyennes en H<sub>2</sub>O pendant 17 jours de conservation à 4°C et -18°C, sont respectivement de l'ordre de 82% ± 0,01 et 85% ± 0,02. La conservation à -18°C s'est montrée donc meilleure qu'à 4°C par rapport à la teneur en eau.

Quel que soit la température de conservation réfrigérée ou congelée la teneur moyenne en H<sub>2</sub>O reste presque la même du produits frais 80% et persiste stable. Par rapport aux résultats obtenus du test de conservation notre produit montre un bon indice de fraîcheur.

Les résultats montrant l'évolution de la matière organique pendant la période de conservation des moules sont démontrés dans la figure suivante :

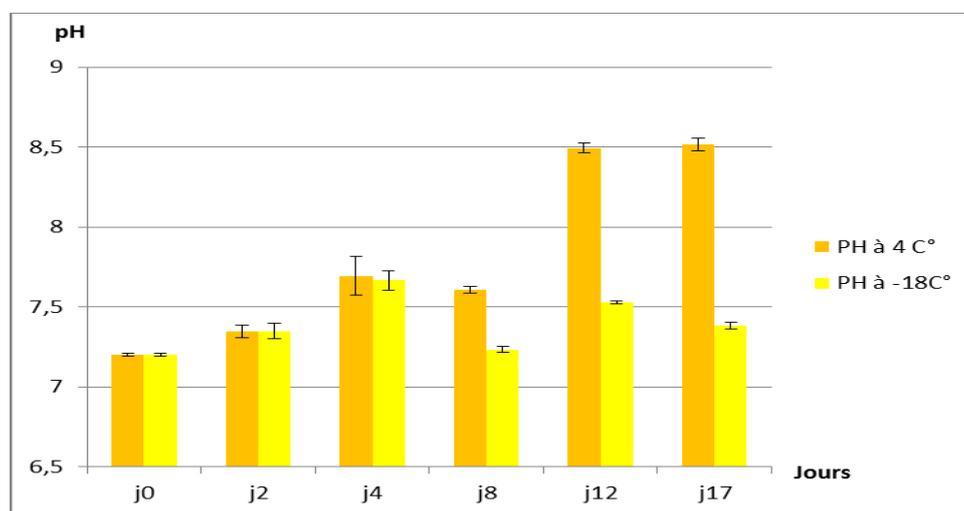


**Figure 8** : Résultats de l'évolution de la matière organique pendant le test de conservation

La figure (8), montre des évolutions en matière organique plus au moins constantes et comprises entre 13% et 16% pendant toute la période de conservation. En revanche, des diminutions en MO sont relevées à J2 et J4 sous l'effet de la congélation à -18°C, comme on mesurait une hausse de la teneur au dix-septième jour J17 à 4°C. L'absence de corrélation entre les valeurs mesurées et la durée de conservation rend les taux atteints non explicatifs.

On constate aussi, que durant toute la période du test de conservation les valeurs obtenues de la matière organique à 4° C sont supérieures aux valeurs obtenues à -18°C.

La figure (09) ci-dessous, illustre la variation du pH de la chair des moules pendant le test de conservation des bivalves de la présente étude.

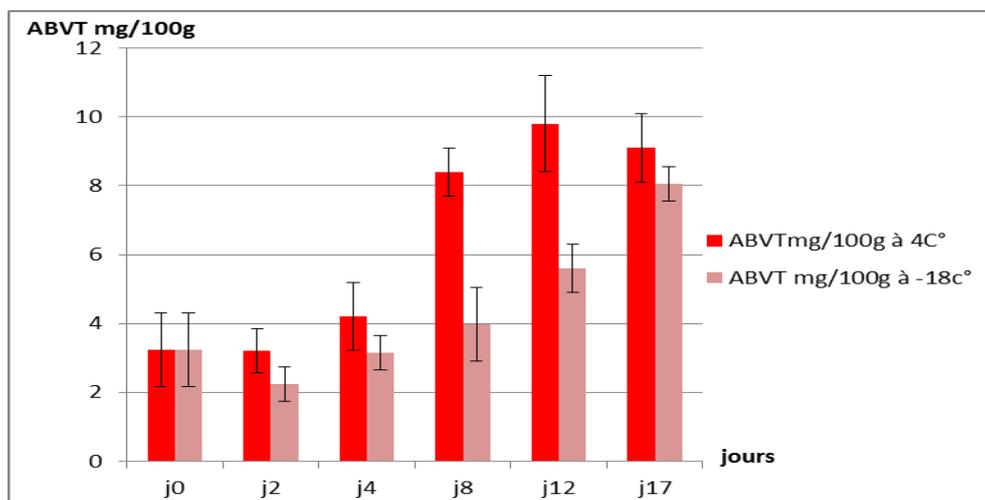


**Figure 09** : Variation du pH durant le test de conservation

Les valeurs du pH obtenues pendant le test de conservation à 4°C montrent une augmentation du pH avec des valeurs comprises entre  $7,205 \pm 0,009$  valeur minimale et  $8,519 \pm 0,04$  valeur maximale au dix-septième jour. A -18°C les valeurs du pH semblent plus au moins stables durant la période de conservation avec une moyenne de  $7,395 \pm 0,17$ .

D'après la **FAO (1988)**, le pH final d'un produit post mortem est plus élevé, ce qui rend la chair plus vulnérable à l'attaque microbienne. De cela on peut dire que la congélation est une méthode de conservation meilleure que la réfrigération par rapport au pH.

Les résultats de l'évolution des teneurs en L'ABVT pendant le test de conservation sont présentés dans la figure suivante :



**Figure10:** Evolution des teneurs en ABVT pendant le test de conservation

D'après la figure (10) ci-dessus, on constate que les moules maintenues à 4°C et à -18°C ne présentaient aucune évolution dans leurs teneurs en Azote Basique Volatil Total après 48 heures de conservation. Les augmentations des taux d'ABVT sous l'effet de conservation à 4°C sont observées dès le quatrième jour pour atteindre un maximum de  $9,8 \pm 1,4$ mg/100g de chair à J12.

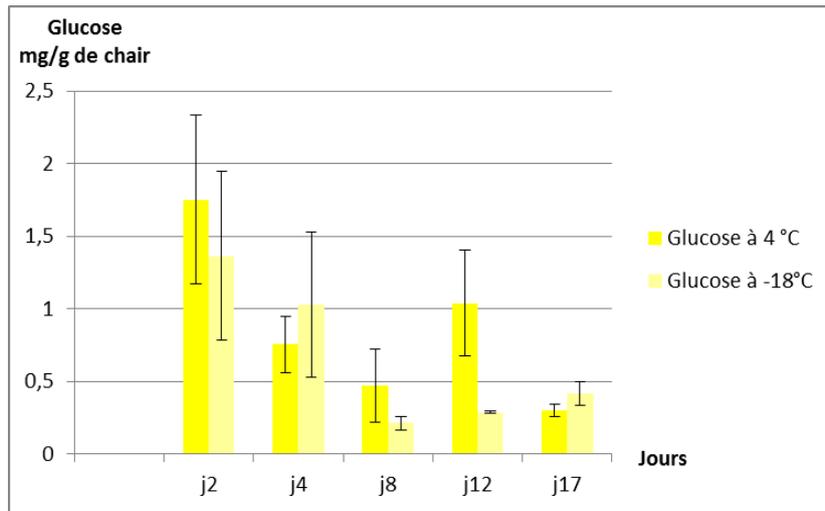
A -18°C l'accroissement des teneurs en ABVT ne s'est manifesté qu'après le huitième jour (J8) atteignant un maximum de  $8,05 \pm 0,4$ mg/100g de chair au dix-septième jour.

Les valeurs maximales d'ABVT relevées, durant le cycle de conservation, restent cependant en dessous des limites de rejet. Par ailleurs, la conservation par congélation s'est avérée meilleur que la réfrigération on ce qui concerne l'indice ABVT.

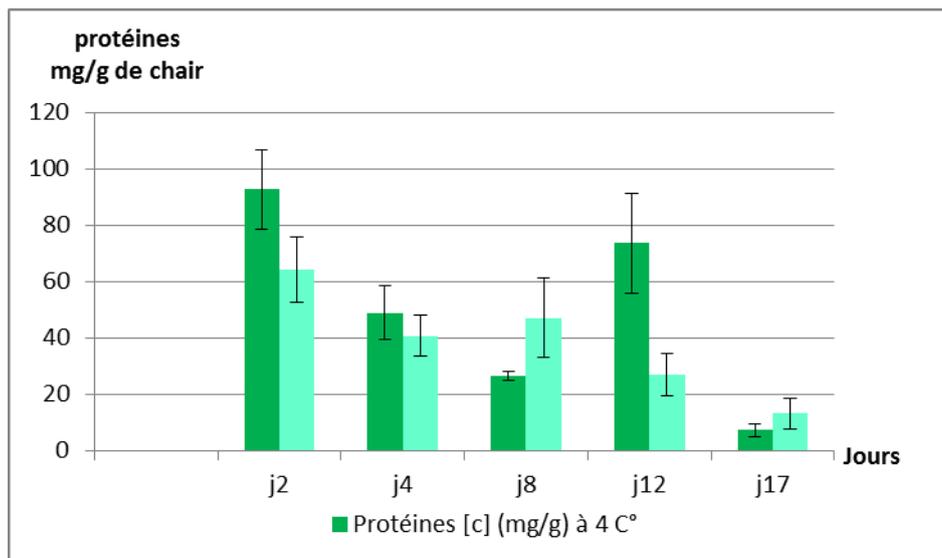
Aussi, les légères augmentations en ABVT des deux lots d'échantillons testés peuvent être corrélées positivement à l'augmentation du pH comme expliqué auparavant.

### III.2.3. Résultats des analyses biochimiques

Les figures (11 et 12) ci-dessous illustrent les résultats du dosage des réserves énergétiques en glucose et en protéines durant le cycle de conservation des moules à +4°C et à -18°C.



**Figure 11** : Résultats du dosage de glucose durant le test de conservation



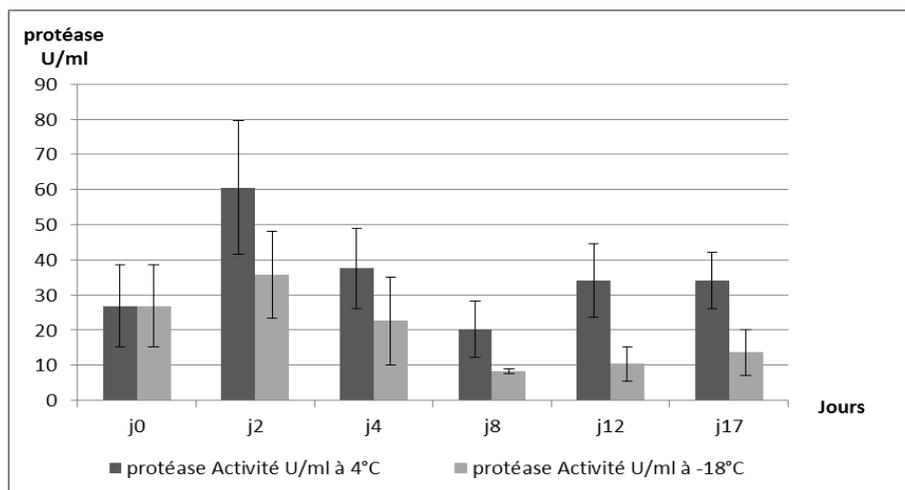
**Figure 12** : Résultats du dosage des protéines durant le test de conservation

Pour les deux températures testées, on observe (fig 11 et 12) une diminution de la qualité biochimique des bivalves traduite par la décroissance des teneurs en glucose et en protéines mesurées le long de la durée de conservation.

Comme expliqué dans la partie (A) précédente, l'hydrolyse et l'oxydation sont les principales voies d'altération de la chair des moules au cours de la conservation. Ces modifications

affectent la qualité globale de la chair traduite par les critères physico-chimiques, biochimiques et même sensorielles. Le résultat général est vers une diminution des réserves énergétiques.

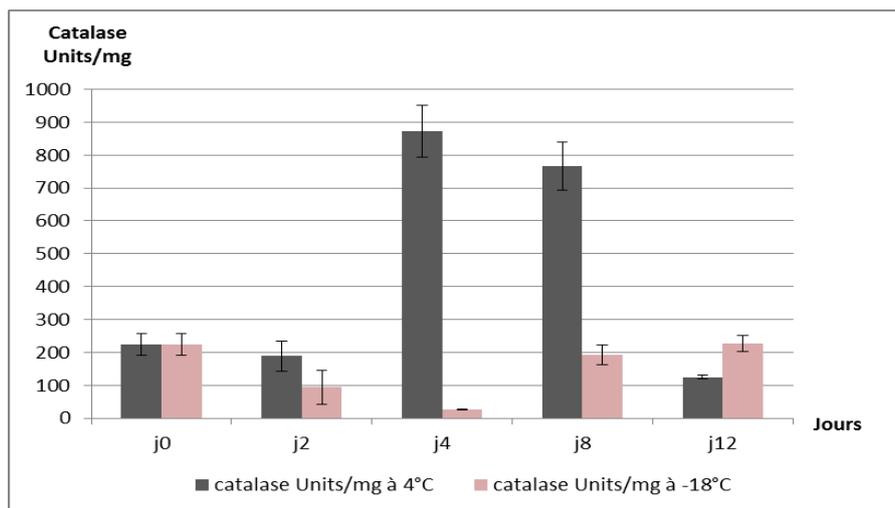
Les résultats du suivi de l'évolution de l'activité enzymatique de la protéase sont présentés dans la figure ci-dessous :



**Figure 13** : Résultats du dosage de la protéase durant le test de conservation.

D'après la figure (13), on observe une élévation de l'activité enzymatique de la protéase après 48 heures de conservation aux différentes températures testées. Par la suite, l'enzyme protéase a montré des retours progressifs de son activité à +4°C pour se retrouver à des valeurs proches à celles mesurées au temps initial 0J. Par ailleurs, les activités protéase mesurées à -18°C ont présenté des diminutions continues par rapport à l'activité relevée initialement à 0J. Ainsi, la congélation semble avoir un effet inhibiteur sur les protéases. Comparativement à la réfrigération, la congélation est jugée meilleure pour conserver la qualité nutritionnelle de la chair des moules en évitant ainsi la protéolyse et la dégradation des constituants biochimiques comme les protéines.

Les résultats du dosage de l'activité catalase en fonction du temps de conservation sous les deux températures testées sont représentés dans la figure suivante



**Figure 14** : Résultats de l'évolution de l'activité catalase durant le test de conservation

Durant les deux premiers jours de la conservation sous les deux températures étudiées, la moule *Mytilus* n'a montré aucun changement de l'activité de l'enzyme antioxydante Catalase (CAT). L'activité maximale de la CAT n'est ainsi atteinte qu'après 4 jours de conservation à +4°C. Par la suite on observât une diminution continue de l'activité enzymatique pour arriver à une valeur similaire à celle mesurée initialement.

A 18°C, on ne relevait aucune augmentation de l'activité CAT durant tout le cycle de conservation. Cette fois aussi, la congélation s'est trouvé la meilleure façon de conservation des bivalves comparativement à la réfrigération.

Il est admis que les inductions CAT sont proportionnelles à la formation des radicaux libres issus de l'oxydation des lipides de la paroi cellulaire suite à la dénaturation de la chair des produits de la mer. Nonobstant, à -18°C même les activités enzymatiques peuvent être stoppées, résultat probable dans la présente étude.

Les facteurs qui influencent l'oxydation des lipides sont nombreux. Il s'agit de facteurs intrinsèques tels que la composition biochimique, la présence de pro oxydants (hème, ions métalliques, enzymes) ou d'antioxydants naturels (tocophérols, caroténoïdes...) et des facteurs externes tels que la température, la lumière, la pression partielle en oxygène, l'activité de l'eau et les conditions de stockage (**Huenick, 2011**).

Les activités enzymatiques étudiées dans le présent travail peuvent utilement utilisées dans l'appréciation de la qualité sanitaire des bivalves marins *Mytilus*. Des activités très élevées de la CAT peuvent être expliquées par la formation des radicaux libres de l'oxydation qui sont

potentiellement toxiques et être ainsi utilisées comme système d’alerte de la dégradation des constituants biochimiques.

Les protéases eux-mêmes constituent un indice très utile d’appréciation de l’altération protéolytique.

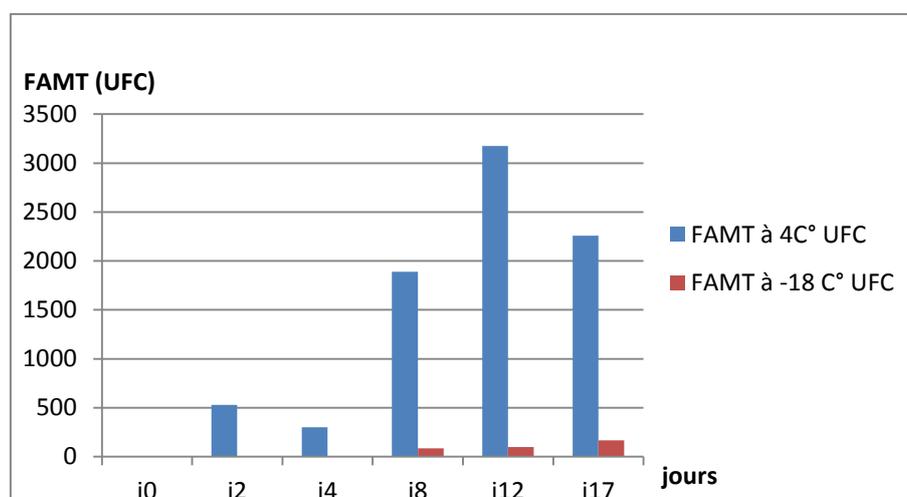
### III.2.4. Résultats des analyses microbiologiques

#### ❖ Flore psychrophile

Les résultats de dénombrement de la flore psychrophile montrent une absence totale de cette dernière chez les deux lots de moules maintenus à +4°C et à -18°C, et ceci le long de la période de conservation.

#### ❖ Flore aérobie mésophile totale

Les résultats du suivi de l’évolution de la flore aérobie mésophile totale chez les bivalves conservés sont dévoilés dans la figure suivante :



**Figure 15** : Evolution de la flore aérobie mésophile totale pendant le test de conservation

Les résultats obtenus à 4 C° montrent des valeurs en FAMT qui oscillent entre 500ufc (valeur minimale obtenue le quatrième jour) et 3175ufc (valeur maximale obtenue le douzième jour) et qui ne dépassent pas de loin le seuil recommandé. Donc, la prolifération des germes ne semble pas avoir lieu.

Par ailleurs, la congélation à  $-18^{\circ}\text{C}$  avait pour effet l'inhibition de la croissance des germes mésophiles jusqu'au huitième jour de conservation. La valeur maximale de 168 UFC est atteinte au dix-septième jour de conservation. La numération ainsi obtenue est jugée très satisfaisante et répond aux critères normatifs préconisés. Aussi, on peut dire que la conservation par congélation est meilleure que la réfrigération d'un point de vue prolifération bactériologique.

Par ailleurs, la bonne qualité de nos produits conservés peut être expliquée par la qualité initiale qualifiée satisfaisante. Les basses températures auront donc un effet ralentisseur sur la prolifération microbienne. Cependant, la bonne qualité bactériologique n'implique pas la bonne qualité globale. Seule la complémentarité des analyses, physico-chimiques, biochimiques et microbiologiques, peut différencier les produits de bonne qualité de ceux de mauvaise qualité.

**DISCUSSION GENERALE**  
**ET CONCLUSION**

### Discussion générale

L'ensemble des résultats des analyses physico-chimiques pour les moules fraîches montre une qualité satisfaisante du produit vu que les valeurs obtenues ne dépassent pas le seuil recommandé.

Les résultats obtenus des analyses bactériologiques pour les moules fraîches sont satisfaisants puisque leurs teneur ne dépassent pas les normes préconisées par **le journal officiel de la république algérienne N°25 et 70 et par le journal officiel français Arrêté 2006-04-03** art et la directive **91/492/CCE** du juillet 1991 sur les règles sanitaires régissant la production et la mise sur le marché des mollusques bivalves vivants.

Il a été universellement admis que les coquillages répondant au critère " Moins de 230 E. Coli/100g de chair et de liquide intervallaire" (ou < 300 Coliformes Fécaux CF/100 g), pouvaient être mis directement sur le marché.

De même à partir de ses critères on peut classer la salubrité de la zone de production sur la base du dénombrement, dans les coquillages, E. coli indicateur de contamination fécale. Cependant par rapport aux résultats obtenus on peut classer notre zone de production en classe A, élevage autorisé (consommation direct) pêche professionnelle gisement naturel autorisée (consommation directe) suivant les critères microbiologiques de la zone de production conchylicole **décret du 28/04/1994 - Arrêté 21/05/1999**, les mollusques bivalves doivent provenir d'une zone de production A.

La moule subit immédiatement après sa mort un processus naturel de décomposition qui est le résultat de la superposition de réactions chimiques, enzymatiques et bactériennes (**Aubourg, 2005**). La conséquence en est une rapide altération des propriétés organoleptiques, une réduction de la valeur nutritive et la formation de substances toxiques.

La qualité des produits de la pêche est définie par une série de caractéristiques impliquant leur composition initiale, leur valeur nutritionnelle, les conditions de capture, de stockage, de distribution et de commercialisation (**Aguilar&Martinez, 2001**).

Les conditions de manutention post-mortem influencent directement la fraîcheur du produit (**Aguilar, Sanchez & Burgueno, 2000**). Les modifications sensorielles affectent l'apparence, la texture, l'odeur et la saveur (**Adolphe, 2006**). Les basses températures exercent un effet protecteur sur la préservation de la qualité organoleptique du poisson. En effet, nous

observons un décalage dans le temps dans l'apparition des signes manifestes de la détérioration de la qualité avec un effet de préservation en faveur de la réfrigération.

En général, les données microbiologiques ne fournissent pas d'informations suffisantes et précises sur l'appétence ou la fraîcheur du produit. La flore bactérienne totale du poisson indique rarement la qualité sensorielle ou le comportement attendu lors du stockage (**Huss et al ; 1974**). Ce qui justifie nos résultats dans le test de conservation là où notre qualité organoleptique était altérée par contre la flore bactérienne ne dépasse pas le seuil recommandé.

Dans la présente étude, menée sur la moule (*Mytilus galloprovincialis*), le temps du rejet organoleptique est à 72 H, respectivement, à température réfrigérée et congelée. Des observations similaires ont été signalées chez la même espèce (**Barhoumi, 1980; El Marrakchi et al ; 1990; Rouabhi, 2009**). L'altération sensorielle s'accompagne par l'installation progressive d'odeurs désagréables.

L'augmentation du pH mesurée chez la moule à J12 et J17 s'explique par la production de bases volatiles (**El Marrakchi et al ; 1990**).

Plusieurs études ont montré l'effet de la température sur le développement des bactéries impliquées dans l'augmentation de la teneur en ABVT. (**Nishimoto et al ; 1985**)

Les teneurs en ABVT pendant la congélation sont moins élevées que celles observées à température réfrigérée. Ceci peut être expliqué par la différence qualitative et quantitative de la flore microbienne de l'altération observée. (**El Marrakchi, 1990**)

La teneur en protéines totales décroît progressivement et continuellement quel que soit le mode de conservation. L'effet des enzymes protéolytiques dans la chair de moule contribue à dégrader les tissus conduisant au ramollissement du muscle (**Chéret, 2005**).

La protéases jouent un rôle important dans l'évolution de la qualité post-mortem de la moule (**Hurley et al., 2000**)

## **CONCLUSION**

La présente étude apporte des informations importantes sur les changements sensoriels, biochimiques et microbiologiques à l'état frais du produit et intervenant lors de la conservation de la moule *Mytilus galloprovincialis* en fonction de la durée et de la température.

En conclusion, la moule est un système dynamique dans lequel les changements arrivent dans le pH, la composition nutritive et la microflore au fil du temps. L'autolyse enzymatique est probablement l'élément impliqué en premier lieu dans la manifestation de l'altération sensorielle du produit le rendant peu convenable pour la consommation humaine.

La congélation est meilleure que la réfrigération en raison du ralentissement de la dégradation auto lytique, la modification du profil protéique et l'altération microbiologique.

L'estimation de la FMAT et les coliformes totaux et fécaux nous renseignent sur l'état hygiénique de l'échantillon. La recherche de germes pathogènes dans nos échantillons nous a révélé leur absence totale. Il serait intéressant de se baser sur des dosages de métabolites qui se manifestent sur l'aspect organoleptique et seront plus facilement perçus par les consommateurs. Le but de ces travaux vise à proposer des combinaisons faciles à réaliser, peu onéreuses et rapides pour l'évaluation du niveau d'altération des produits de la pêche : en se basant sur les résultats enregistrés lors de la présente étude nous pouvons proposer la combinaison incluant l'analyse sensorielle, dosage des produits, l'ABVT et une estimation de la charge microbienne.

Les moules sont saines et de bonne qualité du moment que les résultats sont conformes aux normes.

**REFERENCES**

**BIBLIOGRAPHIQUES**

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- **ABADA-BOUDJEMA, Y.M., 1983.** Etude dynamique de deux populations de moules *Mytilusgalloprovincialis*(Lmk) et *Pernaperna*(L) de Bordj-El- Kiffan (Baie d'Alger). *Thèse Doctorat 3ème cycle, Univ. Sci. et Technol. Houari Boumediène, Alger.* 115 p.
- **Afnor., 1988** contrôle de la qualité des produit alimentaire, produits de la pêche.2<sup>ème</sup>Edition , recueil de normes françaises,165 P.
- **Afnor., 1988.** Recueil de normes françaises. Contrôle de la qualité des produits alimentaires, produits de la peche 2<sup>ème</sup> édition. France .165 p.
- **Afnor., 1992.** Qualité de l'eau. Recueil de normes françaises environnement 861 P.
- **Afnor., 1994 ;** Recueil de normes française environnement, qualité d'eau et d'environnement 861P.
- **Afnor., 2003.** Analyse chimique et biologique : analyses microbiologiques. Recueil norme environnement. Tome 4. Afnor. 6<sup>ème</sup> édition, 695 p.
- **Amiard Jean-Claude., Claude Amiard-Triquet., 2008.** Les biomarqueurs dans l'évaluation de l'état écologique des milieux aquatiques. Edition Tec et Doc Lavoisier. ISBN : 978-2-7430-1017-1.
- **Anonyme, 1994.**Revue Equinoxe N°53,ressources vivantes de la mer et de l'environnement littoral. Plonzane; édition Ifermer, pp.21-32.
- **Anonyme., 1994 :** revue Equinoxe N°53, ressources vivantes de la mer et l'environnement littoral. Plonzane ; édition IIFERMER, pp.21-32
- **AOAC., 1995;**Fatty Acid in Seafood, Official Method 937.26, Arlington, VA, p14.
- **BENDJERRADJI H., 2002.** Pêche, un marché à investir : Des créneaux à forte valeur ajoutée, p44 ; Revue Agro ligne N° 24. Août, Septembre,2002, , TNS communication, Montpellier.
- **Benmoukhtar R., 2000.** Contrôle de qualité, metrise des techniques d'analyses microbiologique et chimique. Programme boursier Algéro-Française. Année 2000-2001. 46 p.
- **Bignell, J.P, Stentiford, G.D., Tayor, N.G.H., lyons,B.P., 2011.**Histopathology of mussels (*Mytilus sp.*) from the Tamar estuary, UK. *Mar. Environ. Res.* 72, 25-32.
- **Biochemistry 40,** 1826-1834. Elsevier.
- **Bodoy A., & Massé H., 1979.** Quelques paramètres permettant de suivre la production organique d'un Mollusque Bivalve au cours d'un cycle saisonnier. *Publ. Sci. Tech. CNEXO, Actes Coll. 7,* pp. 753-766.
- **Bodoy A., 1980.** Croissance et variation de la composition biochimique du bivalve *Spisulasubtruntata* (Da Costa) dans le golfe de Marseille (Méditerranée occidentale). *Tethys,* 11 (1) : 57-66

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- **Borsa, P., Rolland, V., Daguin-Thiébaud, C., 2012.** Genetics and taxonomy of Chilean smooth-shelled mussels, *Mytilus spp.* (Bivalvia : Mytilidae). *Comptes Rendus Biologies*. Vol. 335. Issue 1, 51-61.
- **Bourgeois C.M et Leveau J-H ; 1991 ;** Technique de contrôle dans les industries agroalimentaire, volume 3 : le contrôle microbiologique .Edition Lavoisier 2<sup>ème</sup> édition. tec and doc. 454p.
- **BRUSCA, R. C. & BRUSCA, G. J., 1990.** Invertebrates. Ed Sinauer Associates. Inc.
- **Chiheb.M., (2006).** Le développement de l'aquaculture en Algérie. *Journal de la filière aquacole en France ; Aquafilia N° :17.* Octobre/Novembre 2006. P 18-22.
- **Comité National de la Conchyliculture., 2006.** Biologie des moules <http://www.coquillages.com/index.php?rub=1&page=42&type=theme&id=40>
- **Connell., 1975.** J, J control of fish quality. Fernham. Surrey. Royaume-Uni, Fishing News (Books) Ltd.
- **Dalarras 1989 :** Surveillance du milieu naturel et de ses ressources. Contrôle bactériologique des analyses séchées et des algues micronisées. *Biopédagos*, 1989, 4, pp : 28-36
- **décret n° 94-340 du 28/04/94** relatif aux conditions sanitaires de production et de mise sur le marché des coquillages vivants.
- décrit du 3 janvier 1989 (journal officiel du 4 janvier 1989) exige pour l'eau de mer les normes
- **Delanas.C 2003 :** surveillance sanitaire et microbiologique des eaux. 209 P.
- **Dellaras., 2000.** Microbiologie de l'environnement avec législation. GAETAN MORIN édition. 2<sup>ème</sup> semestre. travaux pratiques. 231 p.
- *Developments in Aquaculture and Fisheries Science, Elsevier., 25. 2589 p.*
- **directive de la communauté européenne du 15/07/91 (91/492/CEE)** relative aux règles régissant la production et la mise sur le marché des mollusques bivalves vivants.
- **DIRECTIVE DU CONSEIL du 15 juillet 1991** fixant les règles sanitaires régissant la production et la mise sur le marché de mollusques bivalves vivants (91/492/CEE).
- **Elzière – Papayanni ; 1993.** Les coquillages. Edition L.T.S.V.F. 509 P.
- **Elziere-Papayani 1993 ;** les coquillages. Edition LTSVF. 509P.
- **F.A.O., 1999:** La qualité et son évaluation dans le poisson frais Italie. Rome. 348p
- **FAO., 1988.** Le poisson frais : qualité et altérations de la qualité. FAO, Rome, 1988.
- **FAO., 1996 ;** Les ressources marines vivantes et leur développement durable, chapitre 5 : CONSEQUENCES SUR LES STOCKS DE POISSONS D'ACTIVITES AUTRES QUE LA PECHE, 5.1.2 sécurité des produits aquatiques )

- **FAO., 2003:** assurance de qualité dans les produits de mer. Italie. Rome 95p .
- **Ferra C., 2008.** Aquaculture. Edition Vuibert, 1265 p.
- **Ferra C., 2008.** Aquaculture. Ed Vuibert, 1265p).
- **Figaella and J et leyral G., 1993.** microbiologie alimentaire autre régional de documentation pédagogique. Edition Bondoux ; 5<sup>ème</sup> édition, édition tec et doc 217P.
- **Fisher W., Bauchot ML et Schneider., 1987.** Fiche fao d'identification des espèces pour les besoins de la peche Méditerranée et mer noire. Zone de pêche 37. Vol.1. Végétaux et invertébrés. Publication FAO et commission de la communauté européenne. Rome, FAO, Vol.1: 760).
- **Fisher W., Bauchot, M-L. Schneider, M., 1987.** Fiche FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. (Révision 1). Méditerranée et mer Noire. Zone de peche 37. Vol.1. végétaux et Invertébrés. Publication préparée par la FAO, résultats d'un accord entre la FAO et la commission des communautés Européennes (Projet GCP/INT/422/EEC) financées conjointement par ces deux organisations. Rome,FAO,VOL.
- **Gelinas P., 1995.** Répertoire des micro-organismes pathogène transmis par les aliments. Agriculture et agroalimentaire, canada, édition,211P.
- **GOSLING E., 1992.** The mussel *Mytilus*: ecology, physiology, genetics and culture.
- **Griffiths, 1990.** Griffiths R.J. 1987. Bivalvia. In: Animal energetics, Vol. 2. Bivalvia through Reptilia, by Pandian, T.J. and Vernberg, F.J., eds. New York, AcademicPress, 1987, 1-88.
- **Grizel Henri, Cardinal Mireille, Cognie Daniel., 1998.** Projet "Qualité des Mollusques". Synthèse des résultats : Propositions et Applications. Tome 1/2 : rapports de 2 à 9. Tome 2/2 : rapports de 10 à15..
- **Grizel Henri, Cardinal Mireille, Cognie Daniel., 1998.** Projet "Qualité des Mollusques". Synthèse des résultats : Propositions et Applications. Tome 1/2 : rapports de 2 à 9. Tome 2/2 : rapports de 10 à15.
- **Guillaud J.F et Romana L.A ., 1991 ;** actes de colloque N°11.La mer et les rejets urbains Edition IFERMER.243P.
- **Guiraud J.P ; 1998.** Microbiologie alimentaire. Paris. Edition Dunod. 652 p.
- **Gülüzar A., Ozlem A., Seyhan T., Mustapha C., 2006.** Response of catalase activity to Ag<sup>+</sup>, Cd<sup>2+</sup>, Cr<sup>6+</sup>, Cu<sup>2+</sup> and Zn<sup>2+</sup> in five tissues of freshwater *Oreochromis niloticus*. Comparative Biochemistry and Physiology 143, 218-224. Elsevier.
- **Hachette., 1996** Chronologie des principales sources de pollution des eaux continentales dans les pays industrialisés, d'après C. Lévêque, Écosystèmes aquatiques.
- **Henri Dupin ., 1992 .;** Alimentation et nutrition humaines - Page 93.

- **Heu.M, Jin-Soo;K, Fereidoon.S., 2003** Components and nutritional quality of shrimp processing by-products.
- **Huss et al., 1974** : The influence of hygiene in catch handling on the storage life of iced cod and plaice. J. Food Technol, 9, 213-221).
- **Huss HH., 1999** : Qualité et son évolution dans le poisson frais. Laboratoire de technologie Ministère de l'agriculture et des pêches Danemark .F.A.O. Document technique sur les pêches -348 FAO. L'organisation des Nations Unies pour L'Alimentation et l'Agriculture : 17, 213-334).
- **Huss, H. H. &Eskildsen., 1975. V.** Botulism in farmed trout caused by clostridium botulinium type E. Nord. Vet- Med., 26 :733-738.
- **ifermer, 1998.** IFREMER Direction des Ressources Vivantes, Projet Qualité des Mollusques, juin 1998).
- **Ifermer., 2012.** Suivi bactériologique des gisements naturels de coquillages de l'Ille-et-Vilaine et des Côtes d'Armor fréquentés en pêche à pied chapitre2 risque sanitaire page 9 ;13)
- **IFREMER., 1998.** Direction des Ressources Vivantes, Projet Qualité des Mollusques, juin 1998).
- **IRScNB-KBIN., 1999.** Centre d'échange de la République Islamique de Mauritanie. Dernière mise à jour le 04/07/03 par Han de Koeijer.
- **JACQUOT .R .,1962** "Organic constituents of fish and other aquatic animal food in Fish as food", BORGSTROM (G), Ed. Acad. Press, New-York, vol.n01, pp. 146-192, cité par SAINCLIVIER.
- **JORA N°18 24 MARS 2004**
- **JORF n°99 du 27 avril 2006,** pages 6356, texte n° 24 Arrêté du 3 avril 2006 relatif aux critères microbiologiques applicables aux produits d'origine animale et aux denrées contenant des produits d'origine animale.
- **Journal officiel de la république algérienne démocratique et populaire au 27 avril 2011 N° 25, 50 ème ANNEE CONVENTIONS ET ACCORDS INTERNATIONAUX..** Lois et décrets arrêtées, décisions, avis, communications et annonces.
- **Journal officiel de la république algérienne démocratique et populaire au 27 mai 1998 N° 35 37 Ème ANNEE CONVENTIONS ET ACCORDS INTERNATIONAUX.** Lois et décrets arrêtées, décisions, avis, communications et annonces.
- **JURD, R. D., 2000.** Instants notes in animal biology. *ScientificPublishers.* pp.
- **L'arrêté du 21/05/99** relatif au classement de salubrité et à la surveillance des zones de production et des zones de reparcage des coquillages vivants.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- **L'arrêté du 21/05/99** relatif au classement de salubrité et à la surveillance des zones de production et des zones de repérage des coquillages vivants.
- **Larpent J.P 1997.** Microbiologie alimentaire paris. Edition Dunod.652P.
- **Larpent J.P ; 1997 :** Microbiologie alimentaire. Technique de laboratoire. Paris. Edition Lavoisier. Thécnique et documentation. 1073p).
- **Larpent J.P ; 1997.** Microbiologie alimentaire. Technique de laboratoire. Paris. Edition Lavoisier. Technique e documentation. 1073 p.
- **Le décret n° 94-340 du 28/04/94** relatif aux conditions sanitaires de production et de mise sur le marché des coquillages vivants.
- **Love, R. M., 1980.** The chimical biology of fishes. Vol. 2. Londres, AcademiePress.
- **Lowry O.H., Rosebrough N.J., Farr N.J., Randall R.J., 1951.** Protein measurements with the Folin phenol reagent. J. Biol. Chem. 193, 265–275.
- **Lucas A., et Beninger P-G., 1985.** The use of physycological condition indices in marine bivalve aquaculture. Aquaculture, 44 :187 – 200.
- **magazine bio 2010 :** le magazine bio 2010 article pêche aux moules : Les bonne mesure à prendre.
- **Martin 1985** l'épuration et traitement des effluents (eau, aie) volume 2-1 bactériologie des milieux aquatiques, aspects écologiques et sanitaire, lavoisier. Edition technique et documentation.322P.
- **NotrePlanete.info,(14.05.2015)** <http://www.notreplanete.info/environnement/eau/ressources-marines.php>.
- **Oikawa, H.,Fujita, T., Saito, K., Watabe, S.,Satomi, M., Y., 2004.** Comparison pf paralytic shellfish poisoning toxin between (*Mytilusgalloprovincialis*) in an inshore food chain. Toxion. Vol .43. issue 6 , 713-719.
- **Park C.K., Kim W.J., Kim, K.S., and Park, J.N. 1996.** Extractive nitrogenous constituents in commercial saenjeot, a salted and fermented shrimp (*Acetesjaponicus*). Korean. J. Food Sci. Technol. 28, 1135-1141.
- **Programme PIREN-Seine 2009:**Dreissènes transplantées sur les bassins de la Seine et de la Vesle.
- **Ranilson S., Eduardo J., Rodrigo B., Patricia M., Maria E., Luana C., Coelho L, 2005.** Alkaline proteinase from intestine of Nile tilapia (*Oreochromisniloticus*). Process
- Reference decret

- **RÈGLEMENT (CE) No 853/2004**, article 11 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 29 avril 2004 fixant des règles spécifiques d'hygiène applicables aux denrées alimentaires d'origine animale
- **RUPPERT, E. E., FOX R. S. & BARNES, R. B., 2004.** Invertebrate Zoology, A functional evolutionary approach, 7th ed. Brooks Cole Thomson, Belmont CA. 963 p.
- **Samuel et al ., 2002** : Guide Elevage des Salmonidés, Fscicule 12, Transformation. Ministère de l'agriculture Québec, des pêcheries et de l'alimentation, ISBN ; 133p)
- **Santé Canada. Fichier canadien sur les éléments nutritifs (FCEN), 2001b0.**[Consulté le 20 mai 2015]. [www.santecanada.gc.ca/fcenenligne](http://www.santecanada.gc.ca/fcenenligne)
- Selon les normes sanitaires applicables aux mollusques bivalves vivants décrites dans le règlement (CE) n°853/2004
- *Sunderland. Massachussetts.*
- **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: Mollusques, 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.
- **Uriarte-Monotoya M.H., Villalba-Villalba A.G., Pacheco-Aguilar \* R., Ramirez-Suarez J.C., Lugo-Sanchez M.E., Gracia-Sanchez G., Carvallo-Ruiz M. G., 2010.** Changes in quality parametrs of Montrey sardine (*Sardinops sagax caerulea*) muscle during the cannig process. *Food Chemistry*, 2010, Vol 122(3), p. 482-487.
- **UTTING, S.D. & MILLICAN, P.F., 1997.** Techniques for the hatchery conditioning of bivalve broodstocks and the subsequent effect on egg quality and larval viability. *Aquaculture.*, 155.pp. 45-54.
- **Vinas, L.,Franco, A., Blanco, X., Bargiela, J., Soriano, J. A., Perez-Fernandez, B., Gonzalez, J.J., 2012.**Temporal and spatial changes of PAH concentration in *Mytilus galloprovincialis*from Ria de Vigo (NW Spain). *Environ. Sci. Pllut. Res.* 19, 529-539.
- **Vivarés C., 1991** consommer des coquillages est- il dangereux ? Contamination surveillance et santé publique. *La recherche* 22, pp : 120-128.
- **Vivarés C., 1991** consommer des coquillages est- il dangereux ? Contamination surveillance et santé publique. *La recherche* 22, pp : 120-128.
- **Wang B., Pace R.D., Dessai A.P., Bovell-Benjamin A. & Phillips B., 2002**Modified extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values in meat with increased specificity and simpicity. *Journal of Food Science*, 67 : 833-2836.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- **Woyewoder A.D., Shaw S.J., Ke P.J. & Burn B.G., 1986.** Recommended laboratory methods for assessment of fish quality. Canadian technical report of fisheries and aquatic Sciences, N° 1448.

# **ANNEXES**

Annexe I



**Vendeur informel**



**La masse viscérale fraîche  
égouttée est ensuite pesé**



**Four à mufle**

Annexe I (suite)



Distillateur



pH mètre

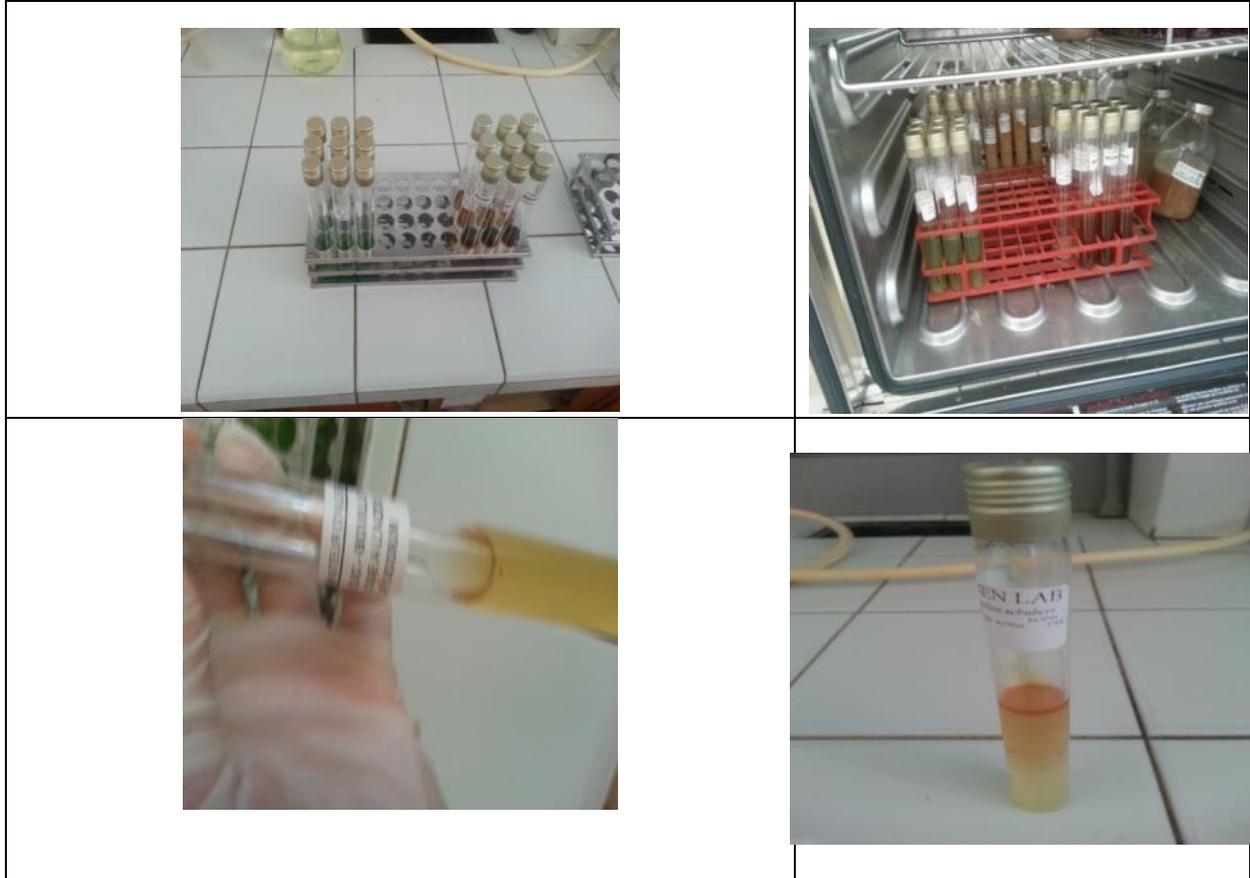


**Bain marie**



**Malaxeur**

Annexe II



Analyses  
bactériologique  
s

**Annexe II (suite)**



**Dosage du glucose**



**Dosage de la protéase**

---

**Annexe III : Journaux officiels**

## ANNEXE

## TAILLES MINIMALES MARCHANDES DES RESSOURCES BIOLOGIQUES

CLASSE	FAMILLE	NOM VERNACULAIRE	NOM SCIENTIFIQUE	TAILLE MINIMALE (cm)	
MOLLUSQUES	BIVALVES	Ostreidae	Huitre plate	<i>Ostrea edulis</i>	5
			Huitre creuse	<i>Crassostrea gigas</i> ou <i>Crassostrea angulata</i>	6
		Mytilidae	Moule	<i>Mytilus Galloprovincialis</i> ou <i>mytilus edulis</i>	4
			Datte lithophage (datte de mer)	<i>Litophaga litophaga</i>	4
		Veneridae	Palourde franche (Clovisse)	<i>Ruditapes decussatus</i>	3
			Palourde japonaise	<i>Ruditapes Philippinarum</i>	3
			Vernis fauve (grande palourde)	<i>Callista chione</i>	6
			Petite praire	<i>Venus gallina</i>	2,5
			Clovisse dorée	<i>Venerupis aurea</i>	2,5
			Vénus à verrues ou praire	<i>Venus verrucosa</i>	3
		Cardiidae	Coque	<i>Cerastoderma glaucum</i>	3
			Bucarde aiguillonnée	<i>Acanthocardia aculeata</i>	6
			Bucarde rouge	<i>Acanthocardia echinata</i>	4,5
Bucarde peu costulée	<i>Acanthocardia paucicostata</i>		2,5		
Bucarde tuberculée	<i>Acanthocardia tuberculata</i>		5		
Coque lisse sillonnée	<i>Laevicardium oblongum</i>		4		
Pectinidae	Coquille Saint-Jacques	<i>Pecten jacobaeus</i>	10		
	Pétoncle bigarré (petite vanne)	<i>Chlamys varia</i>	3,5		
	Pétoncle operculaire	<i>Chlamys opercularis</i>	4		
	Pétoncle glabre	<i>Chlamys glabra</i>	4		
Donacidae	Haricot de mer (Flion tronqué)	<i>Donax trunculus</i>	3		
Solenidae	Couteau droit d'Europe	<i>Solen marginatus</i>	8		
	Couteau - silique	<i>Ensis siliqua</i>	8		
	Couteau - sabre	<i>Ensis ensis</i>	7		
MOLLUSQUES	CEPHALOPODES	Sepiidae	Sépia	<i>Sepia officinalis</i>	10
		Loliginidae	Calmar (encornet)	<i>Loligo vulgaris</i>	8
		Octopodidae	Poulpe (pieuvre)	<i>Octopus vulgaris</i>	12
GASTEROPODES	Haliotidae	Ormeau de Méditerranée (oreille de mer)	<i>Haliotis tuberculata lamellosa</i>	8	

## ANNEXE II

SEUILS LIMITES DES CONTAMINANTS  
TOXICOLOGIQUES

**1 - Les seuils limites de l'acide okadaïque, des dinophysistoxines, des pecténotoxines, yessotoxines et des azaspiracides dans les mollusques bivalves vivants :**

— La limite maximale globale pour l'acide okadaïque, les dinophysistoxines et les pecténotoxines (corps entier ou toute partie consommable séparément) est de 160 microgrammes en équivalent - acide okadaïque par kilogramme.

— La limite maximale pour les yessotoxines (corps entier ou toute partie consommable séparément) est de 1 milligramme en équivalent-yessotoxine par kilogramme.

— La limite maximale pour les azaspiracides (corps entier ou toute partie consommable séparément) est de 160 microgrammes en équivalent-azaspiracides par kilogramme.

**2 - Le seuil limite de Paralytic Shellfish Poisoning (PSP) :** ne doit pas dépasser 80 µg de saxitoxine pour 100 g de chair de coquillage.

**3 - Le seuil limite de l'Amnisc Shellfish Poisoning (ASP) :** ne doit pas dépasser 20 µg d'acide domoïque par gramme de chair de coquillage.

## ANNEXE III

SEUILS LIMITES DES CONTAMINANTS  
MICROBIOLOGIQUES DANS LES MOLLUSQUES  
BIVALVES VIVANTS

**Coliformes fécaux :** ne dépassent pas 300 coliformes fécaux par 100 g de chair de coquillage et de liquide inter-valvaire dans 100% des échantillons

**Escherichia coli :** ne dépassent pas 230 E.coli par 100g de chair de coquillage et de liquide inter-valvaire dans 100% des échantillons

Salmonelles : absence dans 25 g de chair de coquillage dans 100% des échantillons.

-----★-----

**Arrêté du 24 Rabie El Aouel 1432 correspondant au 27 février 2011 définissant les caractéristiques techniques des établissements d'exploitation des ressources biologiques marines .**

Le ministre de la pêche et des ressources halieutiques,

Vu le décret présidentiel n° 10-149 du 14 Joumada Ethania 1431 correspondant au 28 mai 2010 portant nomination des membres du Gouvernement ;

Vu le décret exécutif n° 2000-123 du 7 Rabie El Aouel 1421 correspondant au 10 juin 2000 fixant les attributions du ministre de la pêche et des ressources halieutiques ;

Vu le décret exécutif n° 05-184 du 9 Rabie Ethani 1426 correspondant au 18 mai 2005 définissant les différents types d'établissements d'exploitation des ressources biologiques marines, les conditions de leur création et les règles de leur exploitation ;

## Arrête :

Article 1er. — En application des dispositions de l'article 14 du décret exécutif n° 05-184 du 9 Rabie Ethani 1426 correspondant au 18 mai 2005, susvisé, le présent arrêté a pour objet de définir les caractéristiques techniques des établissements d'exploitation des ressources biologiques marines.

Art. 2. — Conformément aux dispositions de l'article 3 du décret exécutif n° 05-184 du 9 Rabie Ethani 1426 correspondant au 18 mai 2005, susvisé, sont classées établissements d'exploitation des ressources biologiques marines les madragues et les bordigues.

Art. 3. — La madrague est constituée par un barrage en filets établis perpendiculairement au rivage se terminant par une enceinte formant un piège où se fait la capture.

Cette enceinte est divisée par des filets transversaux tendus verticalement, pourvus de flotteurs et de poids, formant ainsi des compartiments ou chambres constituant le corps de la madrague où sont retenus les poissons.

La madrague est constituée des parties suivantes :

- la queue qui dirige le poisson vers les chambres ;
- le corps qui est constitué d'une série de chambres, dont deux chambres d'entrée, une de chaque côté de la queue de manière à recevoir les poissons ;
- la chambre de mort est la poche où les poissons sont capturés.

Art. 4. — La madrague doit répondre aux caractéristiques techniques suivantes :

**Corps :**

- maillage des chambres du corps : 30 centimètres.

**Chambre de mort :**

- largeur : 30 mètres ;
- maillage : 6 à 10 centimètres.

**Queue :** formée de deux parties :

— queue de terre ou filet de terre : la hauteur du filet est supérieure à la profondeur du fond d'un pourcentage pouvant atteindre 30 % ;

- maillage : de 50 à 60 centimètres ;

— queue de mer ou filet de mer : longueur inférieure à 1 mètre ;

- maillage : de 50 à 60 centimètres.

Art. 5. — La bordigue est un barrage construit en panneaux métalliques grillagés ou en pieux, branchages, roseaux et des filets, installée à une profondeur ne dépassant pas 2 à 3 mètres dans la zone de communication entre une lagune et la mer.

Ces panneaux sont amovibles verticalement, ils sont placés en forme de «V» avec des chambres de capture aux extrémités.

La bordigue est composée :

- d'une chambre principale ;
- de deux chambres de retour ou chambres de capture.

## Annexe IV : Table NPP à 3 tubes, source IFREMER .

Nombre le plus probable de microorganismes dans 100 g de chaire et liquide intravalvaire

Nombre de tubes positifs			Nombre le plus probable NPP	catégorie	Limites de confiance			
1 ml	0,1 ml	0,01 ml			95%		99%	
0	0	0	<90					
0	0	1	90	3	3	285	0	420
0	1	0	90	2	3	300	0	480
0	1	1		0				
0	2	0	186	3	36	510	15	750
0	3	0		0				
1	0	0	108	1	6	510	3	750
1	0	1	216	2	36	510	15	750
1	0	2		0				
1	1	0	222	1	39	600	18	810
1	1	1	330	3	105	1050	54	1380
1	2	0	330	2	108	1050	57	1380
1	2	1	450	3	135	1140	72	1560
1	3	0	480	3	135	1140	72	1560
2	0	0	276	1	45	1050	21	1380
2	0	1	420	2	108	1050	57	1380
2	0	2		0				
2	1	0	450	1	111	1140	60	1560
2	1	1	600	2	135	1140	72	1560
2	1	2		0				
2	2	0	630	1	135	1200	72	1660
2	2	1	840	3	261	2820	153	4260
2	2	2		0				
2	3	0	870	3	251	2820	153	4250
2	3	1		0				
3	0	0	690	1	138	2820	75	4250
3	0	1	1140	1	264	3120	156	4710
3	0	2	1920	3	480	5430	300	7500
3	0	3		0				
3	1	0	1290	1	273	5430	159	7500
3	1	1	2250	1	510	5970	330	8100
3	1	2	3600	3	1050	10800	630	13200
3	1	3						
3	2	0	2790	1	540	10800	360	12900
3	2	1	4500	1	1050	11400	660	15600
3	2	2	6300	2	1050	12000	750	16600
3	2	3	8700	3	2700	29700	1380	45600
3	3	0	7200	1	1080	29700	780	45600
3	3	1	13800	1	2730	59400	1410	84000
3	3	2	33000	1	5460	121500	3420	171000
3	3	3	>72000					