

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Badji Mokhtar – Annaba  
Département des Sciences de la Mer

Laboratoire d'Ecobiologie des  
Milieux Marins et Littoraux

Année 2009

## Mémoire

*Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Magistère en Sciences de la Mer*

### Etude du cycle de reproduction de la moule *Perna perna* dans le littoral d'El Kala : Suivi biométrique et histologique

## Option

**Biologie et physiologie des organismes marins**

**Présentée par : M<sup>lle</sup> Latifa KHALDOUN**

#### Promoteur

**Dr Mourad BENSOUILAH.** Professeur Université Badji Mokhtar Annaba

#### Devant le jury:

#### Président

**Zihed BOUSLAMA** Maître de conférences Université Badji Mokhtar Annaba

#### Examineurs

**Hocine FREHI** Maître de conférences Université Badji Mokhtar Annaba

**Kheireddine OUALI** Maître de conférences Université Badji Mokhtar Annaba.

# Remerciements

Au terme de ce travail, je tiens à remercier tous les intervenants et toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à sa réalisation, en particulier :

Monsieur le professeur Mourad BENSOUILAH de l'université Badji Mokhtar –Annaba - qui m'a accueilli dans son laboratoire et m'a encadré durant mon cycle d'étude. Je le remercie vivement pour son assistance et ses conseils en sa qualité de promoteur.

Madame Zihed BOUSLAMA Maître de conférence à l'université Badji Mokhtar de Annaba qui a bien voulu examiner ce travail et faire partie du jury.

Monsieur Houcine FRIHI, Maître de conférence et chef du département des sciences de la mer à l'université Badji Mokhtar de Annaba, d'avoir accepté de juger ce travail.

Je remercie également, Monsieur Kheireddine OUALI Docteur à l'université Badji Mokhtar de Annaba, d'avoir bien voulu examiner ce travail et fait l'honneur de présider le jury.

Mes remerciements vont aussi à Monsieur le Professeur Ali TAHAR de l'Université Badji Mokhtar de Annaba pour son aide précieuse dans le domaine traitement statistique. Je le remercie sincèrement pour ses conseils et encouragements.

Un remerciement très particulier et éternel à Monsieur Rachid OUZROUT Professeur et directeur du centre Universitaire de la wilaya d'El-Tarf pour son aide précieux et ses conseils durant la réalisation de ce travail.

Je remercie également Monsieur Belabed Bourhane-eddine et monsieur Retima Abdelkhalek enseignants à l'université Badji Mokhtar de Annaba pour leurs conseils et encouragements.

Mes remerciements s'adressent également à l'ensemble du personnel du laboratoire de Pathologie en particulier monsieur Kamel et madame Salima ; sans oublier : Hana technicienne de laboratoire EMMAL, Bendjama Amel, Farhati Mounia, Hadj moussa wilia, Belouahem Samih, Imène, Nadira et Mina .

Enfin tous ceux qui m'ont soutenu tout au long de ce travail directement ou indirectement, par leur amitié et leur sympathie, trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude.

## Résumé :

Cette étude porte sur le suivi biométrique et histologique des gonades des mollusques bivalves de l'espèce *Perna perna* provenant de deux sites situés dans le littoral d'El kala (S1 situé à proximité de l'embouchure du chenal de la lagune El Mellah et S2 proche de l'embouchure du canal de Messida). Des prélèvements mensuels de 30 moules ont été effectués sur une période de douze mois (de septembre 2005 à Août 2006). Les spécimens prélevés sont mesurés (longueur totale, épaisseur, hauteur) et pesés (poids total, poids coquille, poids de chair fraîche et poids de chair sèche) afin de suivre les variations de la croissance et l'indice de condition ; l'étude du cycle sexuel s'est appuyée sur l'observation de coupes histologiques des gonades femelles. Les résultats obtenus sont appuyés par une analyse statistique comprenant l'application du test t de student, l'AV1, ANOVA et MANOVA.

La croissance relative estimée par l'équation reliant la longueur totale au poids total de *Perna perna* montre l'existence d'une allométrie minorante avec un coefficient de corrélation de 75.8% et 81.6% respectivement dans le site 1 et 2. Cette allométrie minorante montre que chez les bivalves le poids croît moins vite que la taille.

L'analyse statistique des paramètres linéaires et pondéraux montre l'existence de différences hautement à très hautement significatives entre mois, saisons et sites.

L'évolution mensuelle de l'indice de condition des moules de chaque site montre l'existence de 3 pics (en automne, au printemps et en été) suivis d'une baisse importante des valeurs de l'indice; un décalage d'un mois est, par ailleurs, noté entre l'apparition du pic de chaque période entre les 2 sites. L'évaluation de l'indice de condition de « l'individu standard », fait apparaître que les valeurs présentées par les moules du site 1 (Mellah) sont plus élevées que celles des moules du site 2 (Messida) ;

Le suivi histologique des gonades a permis de déterminer trois périodes de pontes : l'une estivale, la deuxième automnale et la troisième printanière.

**Mots clés :** moule, *Perna perna*, croissance, analyse biométrique, reproduction, littoral El kala.

## **Abstract:**

This study focuses on the monitoring of biometric and histological gonad of the bivalve mollusc *Perna perna* species from two sites in the coast of El Kala (S1 near the mouth of the channel of the lagoon and El Mellah S2 near the mouth of the channel Messida).

Monthly samples of 30 mussels were made over a period of twelve months (September 2005 to August 2006). Specimens collected are measured (total length, width, height) and weighed (total weight, shell weight, flesh weight and dry weight of flesh) to monitor changes in growth and condition index and the study sexual cycle was based on observations of histological sections of female gonads. The results are supported by a statistical analysis involving the application of the test t of student, the AV1, ANOVA and MANOVA.

The relative growth estimated by the equation linking the total length to the total weight of *Perna perna* shows the existence of an allometric minorant with a correlation coefficient of 75.8% and 81.6% respectively in site 1 and 2. This shows that allometric minorant bivalves in the weight grows less quickly than the waist.

Statistical analysis of linear and weight parameters shows differences in highly highly significant between months, seasons and sites.

The monthly index of mussel condition of each site shows the presence of 3 peaks (autumn, spring and summer) followed by a significant decline in index values, a difference of one months is also noted between the appearance of each peak period between the 2 sites. Assessment of the condition index of the individual standard, shows that the values presented by the mussels from site 1 (Mellah) are higher than those of mussels from site 2 (Messida);

Monitoring histological gonad identified three periods of eggs: one summer, the second fall and the third spring.

**Key words:** mussel, *Perna perna*, growth, biometric analysis, reproduction, El kala coast.

## ملخص:

وتركز هذه الدراسة على متابعة القياس الحيوي لأنسجة الغدة التناسلة من المحار *Perna perna* من موقعين في ساحل القالة (S1 قرب مدخل قناة البحيرة Mellah و S2 بالقرب من مدخل قناة Messida). العينات الشهرية مكونة من 30 عينة من المحار وقدمت خلال فترة اثني عشر شهرا (سبتمبر 2005 إلى أوت 2006). تقاس أطوال العينات (الطول الأجمالي، العرض، والارتفاع) والأوزان (الوزن الكلي، ووزن القوقعة، ووزن اللحم والوزن الجاف من لحم) لرصد التغيرات في حالة نمو ومؤشر الشروط ودراسة الدورة الجنسية استنادا إلى ملاحظات مجهرية لأنسجة الغدد التناسلية الأنتوية. النتائج يدعمه التحليل الإحصائي تشمل تطبيق  $t$  test و Student ، ANOVA ، AV1 ، MANOVA.

النمو النسبي قدر بالمعادلة التي تربط بين و الطول الإجمالي و الوزن الكلي *Perna perna* يبين وجود allometric minorant مع وجود ارتباط معامل 75.8 % و 81.6 % على التوالي في الموقع 1 و 2. وهذا يدل على أن الوزن الكلي ينمو بسرعة أقل من الطول الإجمالي. التحليل يظهر الاختلاف في المعايير ذات أهمية كبيرة للغاية بين اشهر المواسم والمواقع.

يبين مؤشر الشروط الشهري في كل من الموقعين وجود 3 قمم (الخريف في الربيع والصيف) ، يليه انخفاض كبير في قيمة المؤشر ، وجود اختلاف في شهر واحد بين ظهور كل فترة الذروة بين الموقعين. تقييم حالة المؤشر القياسي للفرد ، من الموقع 1 (Mellah) أعلى من تلك في الموقع 2 (Messida) ؛ رصد أنسجة الغدة التناسلة حدد ثلاث فترات من الأباضة : واحدة في الصيف ، والثانية في الخريف والثالثة تقع في فصل الربيع.

الكلمات الأساسية : المحار ، *Perna perna* ، النمو ، تحليل أحصائى، التكاثف ، ساحل القالة.

## Liste des Tableaux

Tab	Titre	Page
01	Equation de régression reliant la longueur (L), au poids total (Pt) de <i>Perna perna</i> , dans l'embouchure du lac Mellah. DDL: degrés de liberté, SC: somme des carrés, CM: carré moyen, a: pente, b: coefficient d'allométrie.	20
02	Résultats de l'AV1 appliquée dans la comparaison entre mois des valeurs de chaque paramètre linéaire et pondéral (Lt, H, E, Pt, Pcoq, Pchf, Pchs) au niveau du site 1 (Mellah).	23
03	Résultats de l'AV1 appliquée dans la comparaison entre saison concernant la mesure de chaque paramètre linéaire et pondéral (Lt, H, E, Pt, Pcoq, Pchf, Pchs) au niveau du site 1 (Mellah).	23
04	Résultats de la MANOVA appliquée à l'ensemble des paramètres linéaires et pondéraux dans la comparaison entre les mois au niveau du site 1 (Mellah).	24
05	Résultats de la MANOVA appliquée à l'ensemble des paramètres linéaires et pondéraux (Lt, H, E, Pt, Pcoq, Pchf, Pchs) dans la comparaison entre les saisons au niveau du site 1 (Mellah).	24
06	Equation de régression reliant la longueur (L), au poids total (Pt) de <i>Perna perna</i> , dans l'embouchure de l'oued messida. DDL: degrés de liberté, SC: somme des carrés, CM: carré moyen, a: pente, b: coefficient d'allométrie.	25
07	Résultats de l'AV1 appliquée dans la comparaison entre mois concernant la mesure de chaque paramètre linéaire et pondéral pondéraux (Lt, H, E, Pt, Pcoq, Pchf, Pchs) au niveau du site 2 (Messida).	28

08	Résultats de l'AV1 appliquée dans la comparaison entre saison concernant la mesure de chaque paramètre linéaire et pondéral pondéraux (Lt, H, E, Pt, Pcoq, Pchf, Pchs) au niveau du site 2 (Messida).	28
09	Résultats de la MANOVA appliquée à l'ensemble des paramètres linéaires et pondéraux dans la comparaison entre les mois au niveau du deuxième site (messida).	29
10	Résultats de la MANOVA appliquée à l'ensemble des paramètres linéaires et pondéraux (Lt, H, E, Pt, Pcoq, Pchf, Pchs) dans la comparaison entre les saisons au niveau du deuxième site (messida).	29
11	Résultats de la MANOVA appliquée à l'ensemble des paramètres linéaires et pondéraux (Lt, H, E, Pt, Pcoq, Pchf, Pchs) dans la comparaison des deux sites.	30
12	Résultats du test t de Student pour échantillon indépendant appliqué pour les variables : Lt, Pt, Pcoq, Pchf et Pchs dans la comparaison entre site.	35
13	Résultats du test t de Student pour échantillon indépendant appliqué pour les variables : Lt, Pt, Pcoq, Pchf et Pchs dans la comparaison entre site pour la même saison.	36
14	Résultats de l'AV1 appliquée dans la comparaison entre saison concernant la mesure de chaque paramètre linéaire et pondéral pondéraux (Lt, Pt, Pcoq, Pchf, Pchs) au niveau du site 1 (Mellah).	37
15	Résultats de l'AV1 appliquée dans la comparaison entre saison concernant la mesure de chaque paramètre linéaire et pondéral pondéraux (Lt, Pt, Pcoq, Pchf, Pchs) au niveau du site 2 (Messida).	37
16	Résultats de la MANOVA appliquée pour l'ensemble des paramètres linéaires et pondéraux (Lt, Pt, Pcoq, Pchf, Pchs) dans la comparaison entre les saisons au niveau du site1 (mellah).	38

17	Résultats de la MANOVA appliquée pour l'ensemble des paramètres linéaires et pondéraux (Lt, Pt, Pcoq, Pchf, Pchs) dans la comparaison entre les saisons au niveau du site 2 (messida).	38
18	Variation mensuelle de l'indice de condition chez <i>P.perna</i> échantillonnée dans le littoral d'El-kala au niveau de deux stations : l'embouchure du lac Mellah et l'embouchure de l'oued Messida (m ± s, n = 30)	41
19	Variation mensuelle de l'indice de condition de «l'individu standard », chez <i>P.perna</i> échantillonnée dans le littoral d'El-kala au niveau de deux stations : l'embouchure du lac Mellah et l'embouchure de l'oued Messida.	42
20	Evolution mensuelle de la valeur de la sex-ratio.	46

## Liste des Figures

Fig	Titre	Page
01	Carte représentative de la côte Algérienne.	03
02	Localisation des sites d'étude: <b>S1</b> : Mellah, <b>S2</b> : Messida ; (Benyakoub, 2004. Modifiée).	05
03	<i>Perna perna</i> (Lubet, 1973)	06
04	Formes et disposition des insertions musculaires de: <i>Mytilus galloprovincialis</i> (4.a); <i>Mytilus edulis</i> (4.b) et <i>Perna perna</i> (4.c).	08
05	Charnière de la valve gauche de: 1: <i>Perna perna</i> ; 2: <i>Mytilus galloprovincialis</i> ; 3: <i>Mytilus edulis</i> .(a-b: section transversale)	09
06	Paramètres linéaires mesurés (H : hauteur, E : épaisseur et Lt : longueur totale).	10
07	Corrélation entre la longueur totale (Lt) et le poids total (Pt) chez <i>Perna perna</i> peuplant l'embouchure du lac Mellah.	21
08	Corrélation entre la longueur totale et le poids total chez <i>Perna perna</i> peuplant l'embouchure de l'oued messida.	26
09	Evolution mensuelle du poids total de l'animal standard.	31
10	Evolution mensuelle du poids de la coquille de l'animal standard.	32
11	Evolution mensuelle du poids de chair fraîche de l'animal standard.	33

12	Evolution du poids de chair sèche de l'animal standard	34
13	Variation mensuelle de l'indice de condition chez <i>P. perna</i> échantillonnée dans le littoral d'El-kala au niveau de deux stations : l'embouchure du lac Mellah et l'embouchure de l'oued Messida ( $m \pm s$ , $n = 30$ ).	41
14	Variation mensuelle de l'indice de condition de «l'individu standard », chez <i>P. perna</i> échantillonnée dans le littoral d'El-kala au niveau de deux stations : l'embouchure du lac Mellah et l'embouchure de l'oued Messida.	43
15	Variation mensuelle du sex-ratio chez <i>P. perna</i> échantillonnée dans le littoral d'El-kala au niveau de deux stations ; S1 : l'embouchure du lac Mellah et S2 : l'embouchure de l'oued Messida.	46

# Liste des Symboles

Pt	Poids total de la moule.
Pcoq	Poids de la coquille.
Pchf	Poids de la chair fraîche.
Pchs	Poids de la chair sèche.
S 1	Site1 : Embouchure du lac Mellah.
S 2	Site 2 : Embouchure de l'oued Messida.
$R^2$	Coefficient de détermination.
r	Coefficient de corrélation.
$F_{obs}$	Test de Fisher observé.
P	Probabilité.
IC	Indice de condition.
SR	Sex-ratio.
M	Male.
F	Femelle.

# Glossaire

- ❖ **Charnière** : zone dorsale servant à l'articulation de la coquille.
- ❖ **Dent** : saillie de la charnière d'une valve, venant s'emboîter dans une fossette de l'autre valve.
- ❖ **Empreinte musculaire** : trace correspondant à la zone de fixation d'un muscle à l'intérieur de la coquille.
- ❖ **Filibranche (type)** : branchies à lames branchiales repliées en deux feuillets. Il peut s'établir des anastomoses plus ou moins complexes (jonction tissulaire) entre les feuillets d'une même lame branchiale, en plus des jonctions ciliaires entre les filaments. Ex : Arcidae, Mytilidae.
- ❖ **Ligne palléale** : empreinte laissée sur la face interne de la coquille par les muscles marginaux des lobes du manteau.
- ❖ **Manteau** : repli tégumentaire du corps, constitué de deux lobes latéraux ; secrété par sa face interne de la coquille à la quelle il adhère étroitement au niveau de la ligne palléale.
- ❖ **Muscle adducteur** : muscle réunissant les deux valves d'une coquille et tendent à les maintenir fermées par contraction, contre l'action d'ouverture due au ligament.

# SOMMAIRE

<b>1. Introduction.....</b>	<b>1</b>
 <b>II. Matériel et méthodes</b>	
1. Caractéristiques générales du littoral Algérien.....	03
1. 1. Le littoral d'El kala.....	04
1. 2. Localisation des sites d'étude.....	04
2. L'espèce <i>Perna perna</i> (Lubet, 1973).....	06
3. Récolte et traitement des moules.....	07
4. Etude Biométrique .....	10
4. 1. Paramètres linéaires.....	10
4. 2. Paramètres pondéraux.....	11
5. Croissance relative et analyses biométriques.....	11
6. Croissance et analyse biométrique d'un « animal standard ».....	14
7. Indice de condition.....	15
8. Histologie des gonades.....	16
8. 1. Traitement des gonades.....	16
8. 2. Stades de maturité sexuelle.....	17
9. Détermination de la Sex-ratio.....	19
 <b>III. Résultats</b>	
1. Croissance relative et analyses biométriques.....	20
1. 1. Embouchure du lac mellah.....	20
1. 2. Embouchure de l'oued messida.....	25
2. Croissance et analyses biométriques d'un « animal standard ».....	30
3. Indice de condition.....	40
4. Cycle de reproduction et détermination des stades de maturation.....	43
5. Sex – ratio.....	46

<b>IV. DISCUSSION.....</b>	<b>47</b>
<b>V. CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....</b>	<b>50</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>52</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>63</b>

# Introduction :

L'étude du cycle sexuel des mollusques bivalves est d'une importance capitale pour des investigations portant sur la dynamique des populations et pour une meilleure connaissance de leur spécificité et leur biogéographie.

Chez des bivalves utilisés à des fins commerciales, comme *Mytilus*, connus pour les pertes en poids qui font suite à la ponte, l'étude du cycle sexuel pourrait permettre l'amélioration du rendement par la détermination de la période au cours de laquelle les moules peuvent faire l'objet de récoltes. Gosling (1992) rapporte, après un suivi de plusieurs années du cycle sexuel de *Mytilus edulis*, que la gamétogenèse et la spermiation présentent de grandes variations dans le temps et dans l'espace.

La croissance est définie comme la mesure de l'augmentation de taille et de poids d'un individu, en fonction du temps et des variables environnementales. Selon Seed (1973) la dynamique pondérale des moules est étroitement liée à l'activité reproductrice des individus dans une population donnée ; elle est perturbée par des processus liés à la reproduction (Le Pennec, 1980).

Chez les bivalves la reproduction comprend une séquence d'événements depuis le développement de la gonade jusqu'à sa régression.

La première phase commence avec l'initiation de la gamétogenèse qui mène à la production de gamètes murs sur un ou plusieurs cycles et se termine à chaque fois par leur émission ; La deuxième phase est celle du repos sexuel ; durant cette période l'animal accumule des réserves d'énergie nécessaire au redémarrage d'une nouvelle gamétogenèse.

L'accumulation temporaire de réserves qui sont ensuite converties en gamètes expulsés dans le milieu naturel pour assurer la fécondation, est selon Barillé (1996) la cause d'une perte brutale du poids et d'un ralentissement, voire un arrêt de la croissance ; cet auteur suggère de dépasser ces deux processus afin de déterminer avec précision l'influence des contraintes du milieu sur la croissance ou sur la reproduction.

Chez *Mytilus edulis*, mollusque des zones tempérées, un modèle saisonnier de reproduction est décrit ; toutefois, plusieurs colonies de moules peuvent évacuer lentement les gamètes d'une façon plus au moins continue pendant l'année ; ce modèle est, selon Gosling (1992), typique aux populations vivant dans un environnement cyclique. Bouhaimi et al (2000) rapportent que les différents paramètres de croissance montrent des variations en relation étroite avec les différentes phases du cycle de reproduction ceci aussi bien chez *Mytilus galloprovincialis* que chez *Perna perna*.

Le présent travail vise à :

- Etudier la biométrie (croissance relative) d'individus de *Perna perna* provenant de deux moulières naturelles du littoral d'El kala.
- Suivre l'évolution des gonades par une étude histologique.
- Lier les variations pondérales d'un animal standard aux phénomènes physiologiques de la reproduction mis en évidence chez des individus de *Perna perna* provenant des deux sites.

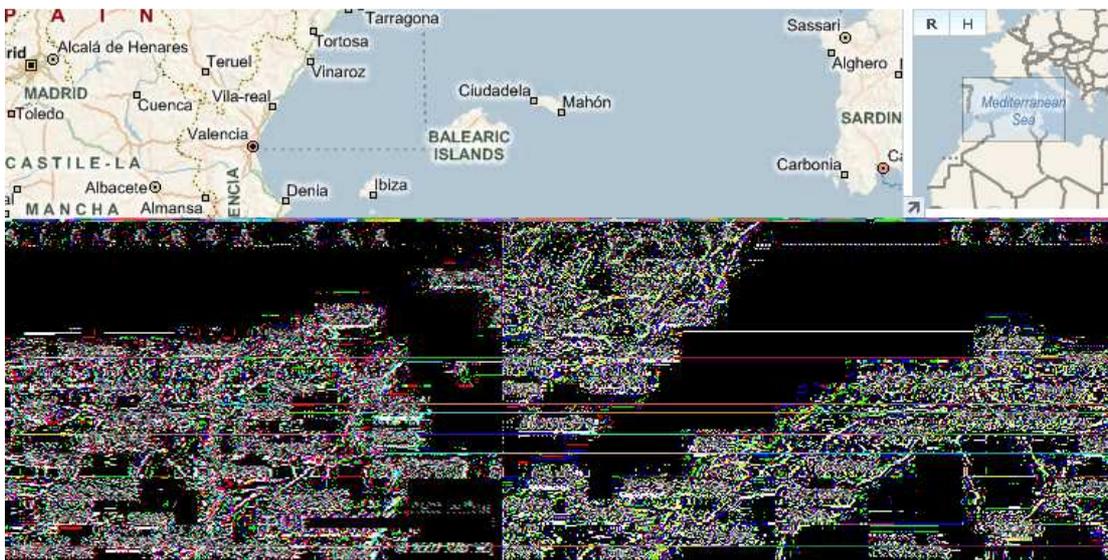
# MATERIELS ET METHODES

## 1. Caractéristiques générales du littoral algérien

L'Algérie dispose d'un littoral d'environ 1280 Km, de la frontière Algéro-Marocaine à l'Ouest jusqu'à la frontière Algéro-Tunisienne à l'Est, comme le montre la carte ci après (Fig. 1).

Ce littoral est caractérisé par un plateau continental réduit sauf à l'extrême Ouest, dans la région de Ghazaouet (wilaya de Tlemcen) et à l'extrême Est, dans la région d'El Kala (wilaya d'El Taref).

La superficie maritime sous juridiction nationale algérienne offre près de 9,5 millions d'hectares pour l'exercice de la pêche.



**Figure 1: Carte représentative de la côte Algérienne.**

Les eaux circulant le long de la côte Algérienne sont caractérisées par deux couches d'eaux superposées, l'eau Atlantique modifiée et l'eau Méditerranéenne. L'eau Atlantique pénètre, en effet, dans la mer d'Alboran où ses caractéristiques initiales commencent à s'altérer, donnant ainsi naissance à l'eau atlantique modifiée (Benzohra, 1993). Ce même auteur signale la présence de cette eau dans le bassin Algérien où elle se reconnaît dans une couche superficielle de 150 m d'épaisseur, avec une température de 15 à 23°C en surface et de 13,5 à 14°C en profondeur et des salinités allant de 36,5 à 38‰.

Le long des côtes algériennes, l'eau Atlantique modifiée décrit un écoulement plus ou moins stable avant de se diviser en deux branches. Dans le bassin algérien, l'eau atlantique modifiée pénétrerait sous forme d'une veine de courant étroite qui donne naissance à des méandres et tourbillons côtier associés à des upwellings (Millot, 1987; Millot, 1993 ; Benzohra, 1993) ; Ces derniers favoriseraient une forte productivité biologique et par conséquent, une augmentation des capacités trophiques du milieu.

### **1. 1. Le littoral d'El kala**

Notre zone d'étude est située à l'extrême Nord-Est de la côte Algérienne ; elle s'étend sur environ 90 kilomètres de long, du cap Segleb (la frontière Tunisienne) à l'Est au cap Rosa ( $8^{\circ} 15' E$  et  $36^{\circ} 58' N$ ) à l'Ouest.

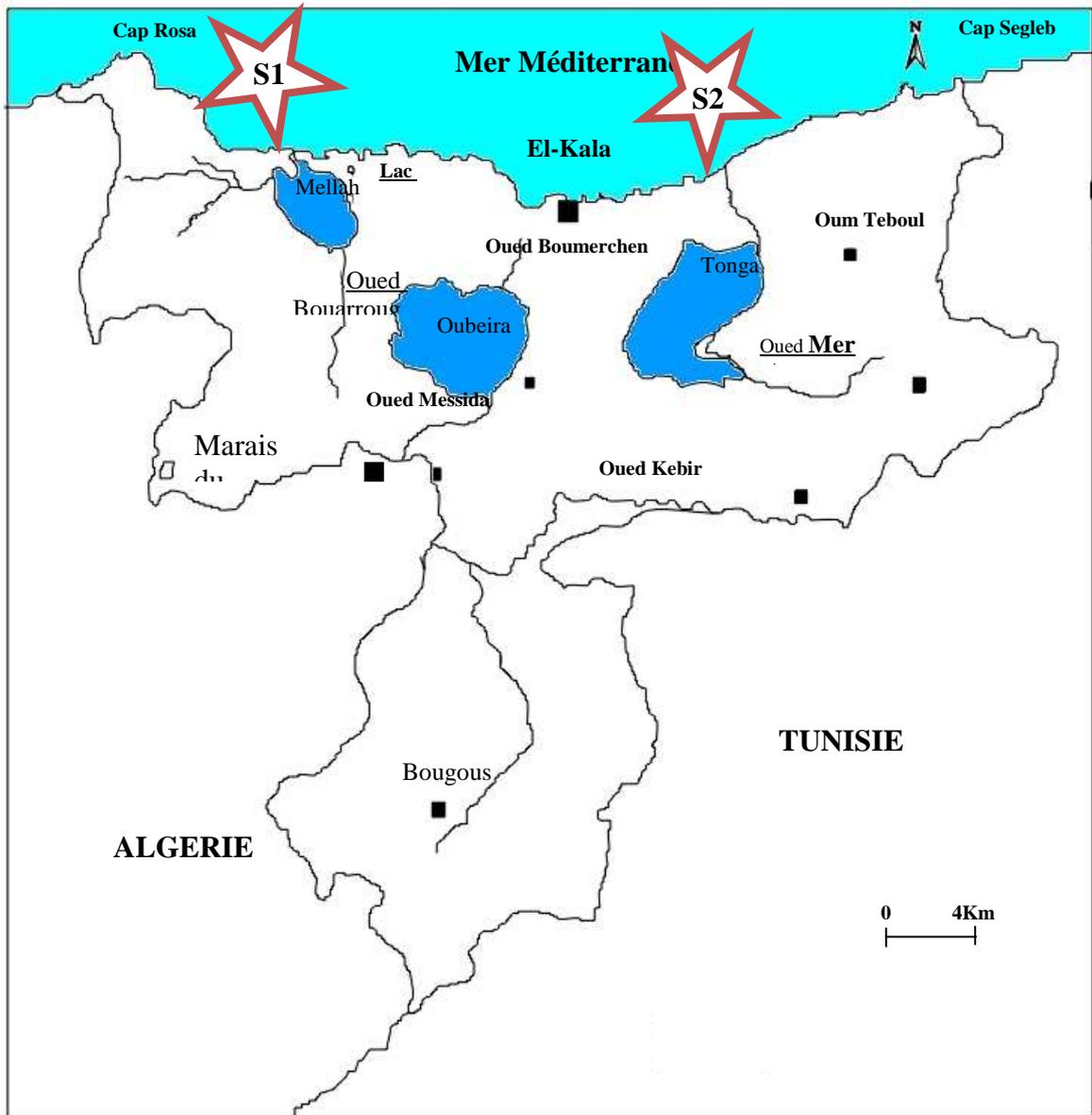
Le plateau continental d'El-kala est relativement étroit à l'Est et s'élargie à l'Ouest ; les isobathes -20 et -100 sont, en effet, situées à 7 Km à l'Est et atteignent 30 Km à l'Ouest. Le littoral d'El-kala reçoit très peu d'extrusions continentales en raison des faibles apports d'eau douce (rivières).

### **1. 2. Localisation des sites d'étude**

Dans la présente étude notre choix s'est porté sur deux stations dans lesquelles le matériel biologique utilisé est abondant (**Figure 3**).

\* **Le premier site d'étude** : est localisé à l'Ouest de l'embouchure de la lagune El mellah ; cette station est de ce faite sous l'influence des apports en eau saumâtre que le chenal draine lorsque les échanges se font dans le sens lagune – mer.

\* **Le deuxième site d'étude** : se trouve du côté Est du canal de Messida qui représente l'exutoire d'un lac d'eau douce (le lac Tonga) vers la mer.



**Figure 2:** Localisation des sites d'étude: S1: Mellah, S2: Messida ;  
(Benyacoub, 2004. Modifiée).

## 2. L'espèce *Perna perna*

La moule *Perna perna* (figure 3) est identifiée par sa couleur brune (par conséquent, elle est nommée la moule brune); sa meilleure caractéristique d'identification est la position de l'empreinte musculaire antérieure qui est nettement séparée des autres empreintes musculaires postérieures. La coquille de *Perna perna* est mince autour des bords et s'épaissit postérieurement.



**Figure 3:** *Perna perna* (Lubet, 1973)

### ✚ Position systématique :

Embranchement : mollusque

Classe : bivalve ou lamellibranche

Ordre : filibranche

Famille : mytilidae

Genre : *Perna*

Espèce : *Perna perna* (Lubet, 1973)

### ✚ Caractères distinctifs entre le genre *Perna* et *Mytilus* :

Le caractère principal permettant de séparer les genres *Perna* et *Mytilus* est le modèle d'empreinte laissé par le muscle sur la coquille (Figure 4).

Chez *Mytilus* les composantes antérieures et postérieures du muscle rétracteur sont unies formant une bande continue de myostracum le long de la marge dorsale de la ligne palléale. Au contraire, ces deux composantes s'attachent séparément sur la coquille de *Perna* laissant une empreinte de muscle discontinue (Siddall, 1980).

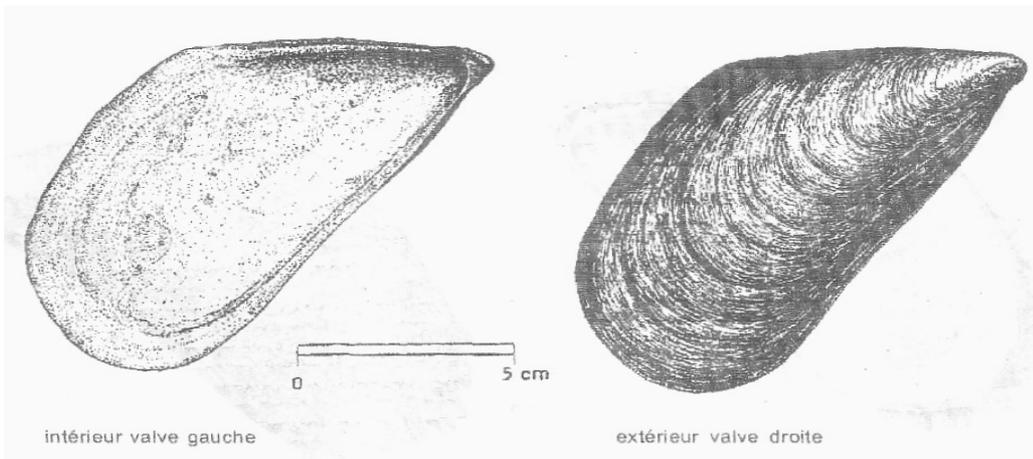
En plus de ceci chez *Perna perna* les charnières consistent en une forte dent lamelliforme sur chaque valve, chez *Mytilus galloprovincialis*, elle se compose de trois dents bien apparentes sur chaque valve (Figure 5).

Une autre caractéristique moins claire, distinguant l'adulte *Perna* de *Mytilus edulis* est le muscle adducteur antérieur qui est présent bien que petit chez *Mytilus* mais absent chez toutes les espèces de *Perna* (Siddall, 1980).

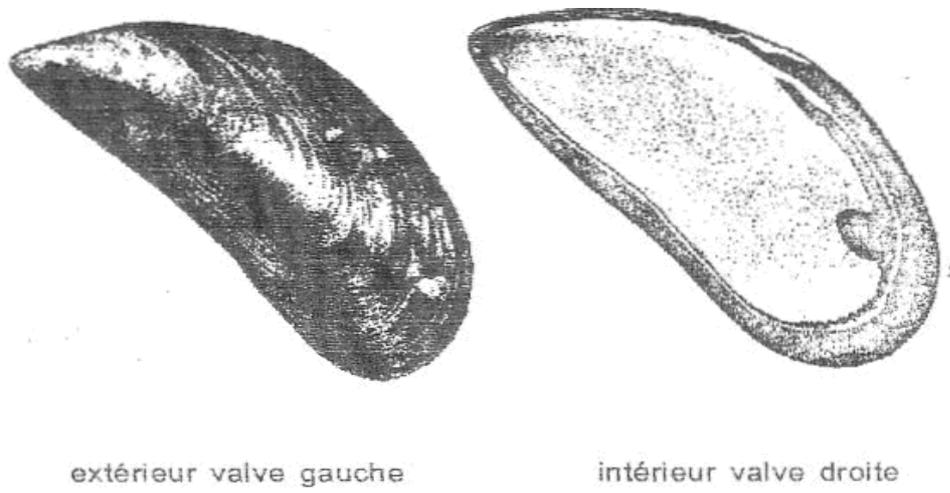
### 3. Récolte et Traitement des moules

Pour la réalisation de cette étude nous avons procédé à un échantillonnage aléatoire mensuel de mollusques bivalves de l'espèce *Perna perna*. La récolte de la moule *P.perna* est faite à la main à raison de 30 individus par mois et par site durant la période s'étalant de septembre 2005 à août 2006. Les Moules récoltées sont rapidement acheminées au laboratoire où elles sont triées et débarrassées de leurs épibiontes avant d'être traitées en vue d'une étude biométrique et d'une étude histologique.

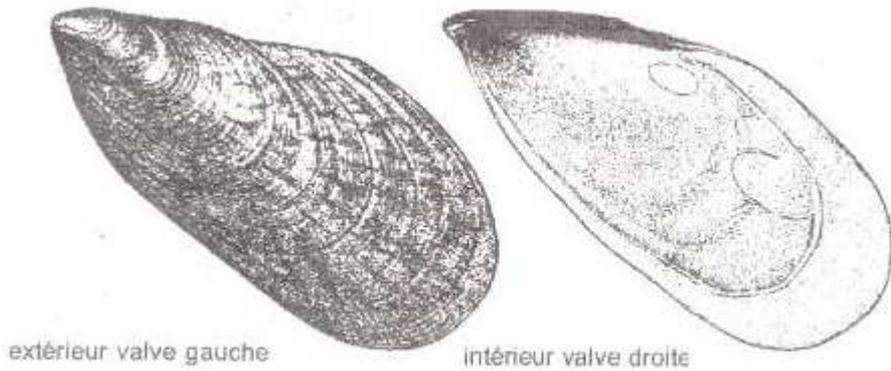
Cette opération est réalisée rapidement afin d'éviter tout stress, phénomène biologique pouvant être à l'origine d'une baisse de poids de la masse molle totale et par la suite de l'indice de condition comme le rapportent Beninger et al, (1984).



4.a

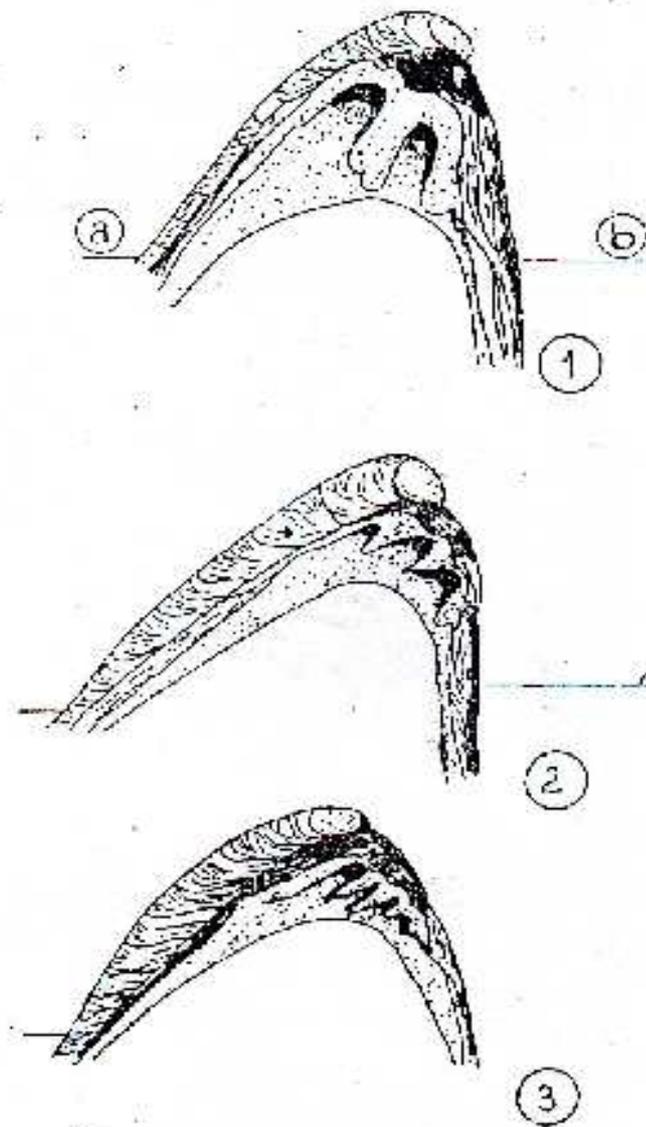


4.b



4.c

**Figure 4:** Formes et disposition des insertions musculaires de: *Mytilus galloprovincialis* (4.a); *Mytilus edulis* (4.b) et *Perna perna* (4.c).



**Figure 5:** Charnière de la valve gauche de: 1: *Perna perna*; 2: *Mytillus galloprovincialis*; 3: *Mytilus edulis*.(a-b: section transversale)

## 4. Etude biométrique

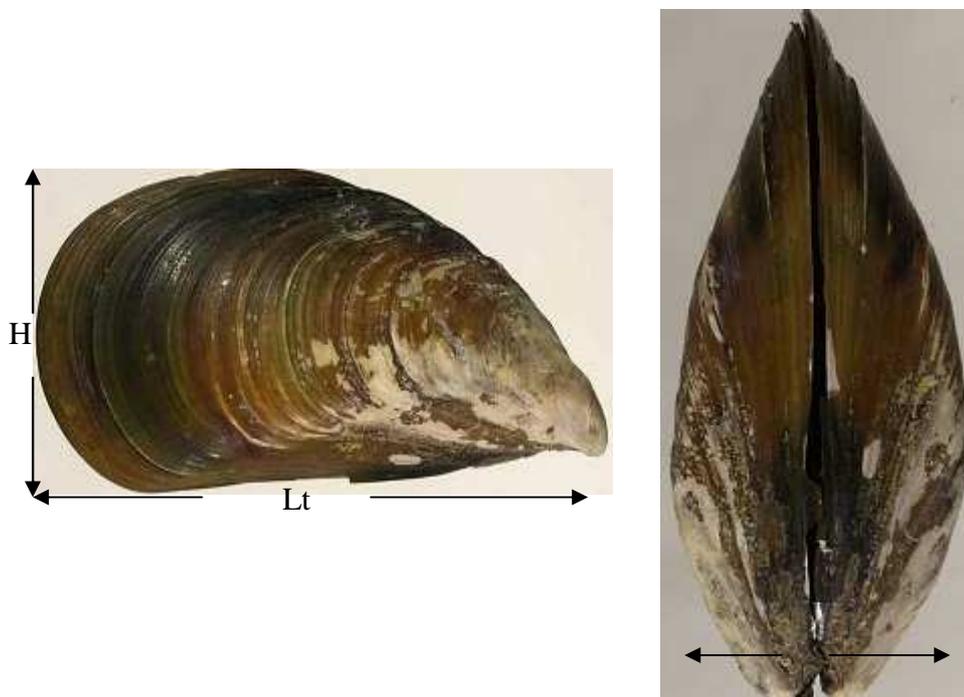
### 4. 1. Paramètres linéaires :

Les différentes mesures de la coquille sont effectuées à l'aide d'un pied à coulisse à 0.5 millimètres de précision ; les paramètres linéaires (Figure 9) retenus sont :

\*Longueur totale (Lt) : correspondant à la plus grande distance qui va de la charnière dorsale au bord ventral.

\*Hauteur (H) : correspondant à la distance séparant le bord dorsal du bord ventral de la coquille.

\*Epaisseur (E) : qui est la largeur maximale de la convexité des deux valves réunies.



**Figure 6:** Paramètres linéaires mesurés  
(H : hauteur, E : épaisseur et Lt : longueur totale).

## 4. 2. Paramètres pondéraux:

Les individus sont pesés à l'aide d'une balance de précision (KERN 440-33, précision 0.01 gr) ; afin de déterminer :

\*Poids total frais (**Pt**) : c'est le poids total de l'animal entier vivant dont les valves sont tamponnées avec du papier absorbant.

\*Poids de la coquille (**Pcoq**) : c'est le poids de la coquille vide égouttée.

\*Poids frais de la chair (**Pch-f**) : c'est le poids frais de la chair, représentant le poids de la masse viscérale fraîche égouttée.

\*Poids sec de la chair (**Pch-s**) : c'est le poids sec de la chair, obtenu après séchage de la masse molle de l'animal à l'étuve à 80°C pendant 24 heures au minimum jusqu'à complète dessiccation.

## 5. Croissance relative et analyse biométrique

L'étude de la croissance relative des bivalves a été faite par l'analyse biométrique qui établit la relation existante entre la taille et le poids par la loi d'allométrie simple qui s'exprime par l'équation suivante:

$$Y = a X^b$$

**Y**: dimension de l'organe ou proportion du corps étudié

**X**: longueur de l'organe de référence

**a**: indice à l'origine

**b**: coefficient d'allométrie

Cette équation peut également être exprimée sous sa forme logarithmique après transformation:

$$\log Y = \log a + b \log X$$

Le coefficient allométrique est exprimé par l'exposant "b" de l'équation linéaire de la régression. Pour déterminer le type d'allométrie, la pente a été comparée à une valeur théorique égale à 3, à l'aide du test *t* de Student; Selon Trigui, (1995), quand:

- $b = 3$  : il y a isométrie, le poids croît proportionnellement au cube de la longueur.
- $b > 3$  : l'allométrie est dite majorante, le poids croît plus vite que le cube de la longueur.
- $b < 3$  : l'allométrie est dite minorante, le poids croît moins vite que le cube de la longueur.

La croissance d'un paramètre étant alors proportionnellement inférieure ou supérieure à la croissance du paramètre de référence.

Le rapport des paramètres a et b est déterminé par la régression linéaire, tandis que le degré de corrélation entre les variables a été établi par le calcul du coefficient de détermination  $R^2$ .

Pour mieux décrire les différents paramètres linéaires et pondéraux qui caractérisent les données obtenues pour l'ensemble de mois et de saisons au niveau des deux sites, nous avons calculé certains paramètres statistiques tels que :

➤ **Matrices de corrélation:**

Afin de mesurer l'étendue de la relation linéaire entre tous les paramètres linéaires et pondéraux, nous avons effectué une matrice de corrélation par année et par site.

Les calculs sont réalisés à l'aide du logiciel Minitab (X, 2003) pour chacune des sept paramètres des deux stations.

➤ **L'analyse de la variance à un critère de classification (AV1) :**

Pour comparer, entre les deux stations, les moyennes de chacune des paramètres linéaires et pondéraux, nous avons utilisé le test d'analyse de la variance à un critère ou à un facteur de classification. Ce test consiste à comparer les moyennes de plusieurs populations à partir de données d'échantillons aléatoires, simples et indépendants (Dagnélie, 1970 et 2006).

La réalisation du test se fait, en comparant la valeur de « P » avec les différentes valeurs  $\alpha = 5\%$  ou  $1\%$  ou  $0.1\%$ .

Cette hypothèse d'égalité des moyennes est rejetée au niveau  $\alpha = 0.05$ ,  $0.01$  ou  $.001$ , on dit conventionnellement que l'écart observé entre les moyennes est significatif, hautement significatif ou très hautement significatif (Dagnélie, 1970 et 2006).

Ce test a été utilisé pour :

La comparaison entre mois concernant les mesures de chaque paramètre linéaire et pondéral est réalisée à l'aide de l'analyse de la variance à un facteur contrôlé (mois) (Dagnellie, 2000).

La comparaison entre saisons concernant les mesures de chaque paramètre linéaire et pondéral est réalisée à l'aide de l'analyse de la variance à un facteur contrôlé (saisons) (Dagnellie, 2000).

Les calculs sont réalisés à l'aide de la procédure GLM du logiciel Minitab (X, 2003) pour chacune des sept paramètres des deux stations.

➤ **L'analyse de la variance à plusieurs critères de classification (MANOVA) :**

La comparaison des deux stations, entre elles, pour l'ensemble des paramètres linéaires et pondéraux étudiés, a été réalisée à l'aide de l'analyse de la variance multivariée, en utilisant trois tests statistiques qui sont : Wilk's, Lawley-hotelling et Pillai's (Dagnellie, 1970, 1986 et 2006).

Cette méthode est une extension de l'analyse de la variance univariée, quand on a plusieurs variables qui ont été observées simultanément sur les mêmes individus (ou stations). Les trois tests cités précédemment et qui sont proposés par Palm (2000) et (Dagnellie, 1970 et 2006) sont tous asymptotiquement d'égale puissance et aucun test ne peut être recommandé de manière systématique, de préférence aux autres (Dagnellie, 1986). Selon Hubert (1994) le test de Wilk's est le plus populaire.

Nous avons utilisé la commande MANOVA du logiciel Minitab pour :

- La comparaison entre mois pour l'ensemble des paramètres linéaires et pondéraux est réalisée à l'aide de l'analyse de la variance à un facteur contrôlé (mois) et ceci par site (Dagnellie, 2000).
- La comparaison entre saison pour l'ensemble des paramètres linéaires et pondéraux est réalisée à l'aide de l'analyse de la variance à un facteur contrôlé (saison) et ceci par site et (Dagnellie, 2000).
- La comparaison entre sites pour l'ensemble des paramètres linéaires et pondéraux est réalisée à l'aide de l'analyse de la variance à un facteur contrôlé (site) (Dagnellie, 2000).

## **6. Croissance et analyse biométrique d'un « individu standard »**

Le terme « individu standard » correspond aux individus appartenant à la même classe de taille de 6 à 6.5 centimètres. La variation du poids sec d'un individu standard tient compte du principe selon lequel les fluctuations du poids de la chair sèche dépendent essentiellement du degré de maturité des organes génitaux.

L'étude de la croissance d'un animal de taille standard est basée sur l'analyse des résultats liant la longueur totale (Lt) et les différents poids (Pcoq, Pchf, Pchs) au niveau des deux sites à raison de 90 individus au niveau du site 1 (Mellah) et 142 individus au niveau du site 2 (Messida).

Ces relations allométriques permettent l'estimation du poids théorique qu'aurait une moule de la classe de taille [6- 6.5] . Le choix de cette longueur repose sur le fait qu'elle correspond à une période où l'individu destine l'essentiel des produits qu'il synthétise à la reproduction. En effet, chez l'individu jeune, la plus grande part de l'énergie est destinée à sa croissance somatique (Parache, 1983).

Pour mieux décrire les différents paramètres linéaires et pondéraux qui caractérisent les données obtenues pour l'ensembles de mois et de saisons au niveau des deux sites, de l'animal de taille standard, nous avons calculé certains paramètres statistiques tels que :

- Teste t de Student pour échantillon indépendant : consiste à comparer les moyennes de deux populations à l'aide des données de deux échantillons indépendant (Dagnélie, 1970 et 2006).
- Analyse de la variance à un critère de classification (AV1).
- Analyse de la variance à plusieurs critères de classification (MANOVA).
- Matrice de corrélation.

## **7. Indice de condition**

L'évolution des différents paramètres pondéraux d'un animal, permet le calcul de l'indice de condition qui reflète l'état physiologique des individus d'une population (Bodoy et Massé, 1979; Bodoy, 1980 ; Anssel *et al*, 1980 ; Lucas et Beninger, 1985) ; et d'autre part d'estimer la part de la matière organique émise lors de la reproduction (Bodoy et Massé, 1979). Pour caractériser l'état physiologique des animaux, les variations de l'indice de condition peuvent apporter d'appréciables renseignements et permettent de suivre les fluctuations des réserves énergétiques.

Dans cette étude, nous avons choisi de suivre l'évolution de l'indice de condition en chair qui laisse présumer qu'il y a eu une croissance lorsqu'il est plus élevé (Pellerin-Massicotte et *al*, 1989). Il est aussi un indicateur général de stress et de la santé des organismes (Pellerin-Massicotte et *al*, 1994). De plus, cet indice permet d'évaluer l'état physiologique des organismes en relation avec l'alimentation et la reproduction.

$$\text{IC} = (\text{poids de la chair fraîche} / \text{poids total}) \times 100$$

## 8. Histologie des gonades

### 8.1 Traitement des gonades

L'étude histologique des gonades a concerné les moules de taille supérieure à 3,5 cm (cette taille représente celle des moules qui arrivent à maturité sexuelle). Pour cela nous avons récolté mensuellement 4 individus de chaque station. Après dissection, les gonades femelles (qui se reconnaissent à leur couleur orangée) sont prélevées et conservées dans une solution de Bouin alcoolique (ce fixateur est utilisé en raison de sa pénétration rapide et de ses effets minimes de resserrement ou de distorsion (Bailey et *al.*, 1942; Baker, 1966). Les préparations histologiques menées au cours de cette étude sont conformes aux étapes de traitement moderne de l'appareillage automatique «*Tissu Tech 11* » utilisé par un laboratoire d'histologie. Le choix s'est porté sur cette technique pour ce qu'elle présente comme avantages : baisse de la quantité des produits utilisés et raccourcissement considérable du temps de pratique ; néanmoins les étapes techniques de base sont celle décrites par Martoja et Martoja Pierson (1967).

Les pièces prélevées sont plongées dans environ 20 fois leur volume de fixateur (Cheng, 1931; Pacha et Ordal, 1967) ;

- Au bout de 48 h au moins, les pièces sont plongées dans des bains d'alcool à degré croissant (de 70° à 100°) pendant 15 mn ; ceci dans le but d'éliminer l'excès de liquide de Bouin et de déshydrater les pièces ainsi fixées.

- Après déshydratation, les pièces sont plongées dans 3 bains de xylène afin de les rendre transparentes et pouvoir ainsi les inclure dans de la paraffine (car selon Headden et Williams, (1968), Bucke, (1972), l'alcool n'est pas miscible avec la paraffine).

Cette procédure est réalisée par un automate appelé : AUTOMATE (*Tissu-Tech Tissue Processor*) ; Ce dernier comporte différents bacs de réactifs dans lesquels les pièces à traiter (constamment agitées) passent automatiquement (selon un principe de rotation) durant 24 heures.

- Les pièces ainsi traitées sont inclus, à l'aide de moules appropriés, dans de la paraffine pour être ensuite coupées à l'aide d'un microtome rotatif (A S 500 *Semi-Thin* Microtome) ;

- Les coupes (de 2 microns d'épaisseur) obtenues sont récupérées et déposées sur des lames de verre propre contenant, au préalable, une goutte de gélatine ; les lames sont ensuite déposées sur une plaque chauffante (à 60°C) afin d'étaler les coupes et éliminer ainsi les plis.

- La coloration des coupes de tissu obtenues se fait par l'Azan de Heidenheim, colorant de base fréquemment utilisé dans l'histologie des gonades.

- les coupes ainsi colorées sont montées entre lame et lamelle à l'aide de baume du Canada avant leur observation, à l'aide d'un microscope photonique (Motic B SERIES), et la détermination des différents stades de maturité sexuelle.

## **8.2. Stades de maturité sexuelle :**

Chez la moule, les phénomènes sexuels sont subdivisés en plusieurs étapes définies par des caractères macroscopiques et histologiques de la gonade.

Pour la détermination des différents stades de maturité sexuelles des moules utilisées dans le cadre de cette étude nous avons choisi d'appliquer l'échelle de Wilson et Seed (1974), du fait des commodités qu'elle offre (simplicité et rapidité). Cette échelle comporte 7 stades :

a- Stade 0 : (repos sexuel) le sexe est indéterminé, cette phase est caractérisée par l'accumulation des réserves adipogranuleuses et des cellules vésiculeuses. Le manteau est alors homogène et transparent.

b- Stade I : (reprise de l'activité génitale), le développement commence par les premiers stades de la gamétogenèse, les jeunes groupes de cellules germinales étant éparpillés dans le manteau. Une lignée de spermatogonies et d'ovogonies apparaît sur le mur folliculaire.

c- Stade II : (gamétogenèse), on y trouve tous les stades de la gamétogenèse, une grande partie du manteau est occupée par des follicules. Dans ceux des femelles, les ovocytes continuent de croître en accumulant du vitellus. Dans les follicules mâles apparaît une large bande centripète de spermatogonies, spermatocytes et spermatides avec quelques spermatozoïdes libres dans le lumen.

d- Stade III : (Maturité génitale), le manteau est envahi par des follicules qui occupent presque toute la surface gonadique recouvrant ainsi le tissu conjonctif. Chez les mâles, une bande étroite des produits gamétogénétiques apparaît du côté de l'ouverture des follicules, les spermatozoïdes sont disposés en lamelles. Chez les femelles, les ovocytes sont bien développés et présentent une forme polygonale due à leur forte densité dans le follicule. À ce stade les animaux sont facilement « excitables » et libèrent leurs gamètes sous l'action des stimuli externes.

e- Stade III.B : (Emission des gamètes), la ponte et l'éjaculation peuvent être totales ou partielles. Un très grand nombre de follicules sont vidés et ne renferment que des gamètes résiduels. L'arrangement lamellaire des spermatozoïdes disparaît. Et la densité des follicules diminue, les ovocytes restants prennent une forme sphérique du moment que la pression dans les follicules diminue. On observe donc une réduction générale de la surface du manteau occupée par le tissu germinatif.

f- Stade III.C : (Restauration de la gonade) c'est le stade de redéveloppement, le renouvellement gamétique à lieu à partir de ce stade. La bande qui correspond aux premiers stades gamétiques est apparente dans les follicules mâles. Chez les femelles. Les jeunes ovocytes attachés au pourtour folliculaire sont abondants. Ce stade pourrait être confondu avec le stade II puisque dans le même follicule, on trouve des gamètes pondus et des gamètes en développement. Cependant, quand le redéveloppement est maximal (comme pour le stade III.A), le paquet de follicules n'occupe plus toute la surface disponible du manteau, alors le tissu conjonctif devient plus évident qu'avant la ponte (stade III.B).

g- Stade III.D : (Arrêt de l'activité germinale et reconstitution des réserves), au cours de ce stade l'activité germinale s'arrête complètement. D'importants phénomènes ont lieu dans le manteau. Les follicules s'écroulent et dégèrent. Les amœbocytes attaquent les gamètes non pondus. On observe souvent dans la lumière, des follicules et des débris cellulaires. L'animal se trouve de nouveau au stade de repos sexuel.

## **9. Détermination de la sex-ratio :**

La distinction des sexes est relativement aisée notamment durant la période de gaméto-genèse avancée. En effet elle est basée sur la couleur du manteau qui est blanchâtre chez les males et rose saumon à orangé chez les femelles.

La sex-ratio (SR) est définie par le rapport : nombre de males (M) sur nombre de femelle (F).

$$\mathbf{SR = M / F}$$

Après avoir déterminer une sex-ratio globale, nous avons déterminé l'évolution de cet indice au cours d'un cycle annuel en fonction des mois.

# RESULTATAS

## 1. Croissance relative et relations biométriques

### 1. 1. Embouchure du lac mellah

La croissance relative estimée par l'équation reliant la longueur totale au poids total de *Perna perna* à partir de 360 individus montre l'existence d'une allométrie minorante avec un coefficient de détermination  $R^2$  de 75.8% témoignant d'une différence très hautement significative ( $P = 0.000$ ) entre l'évolution du poids et la longueur totale des individus. Cette allométrie fait ressortir que chez les bivalves de l'embouchure du lac El Mellah le poids croit moins vite que la taille (Tableau 1, figure 7).

**Tableau 1 :** Equation de régression reliant la longueur (L), au poids total (Pt) de *Perna perna*, dans l'embouchure du lac Mellah. DDL: degrés de liberté, SC: somme des carrés, CM: carré moyen, a: pente, b: coefficient d'allométrie.

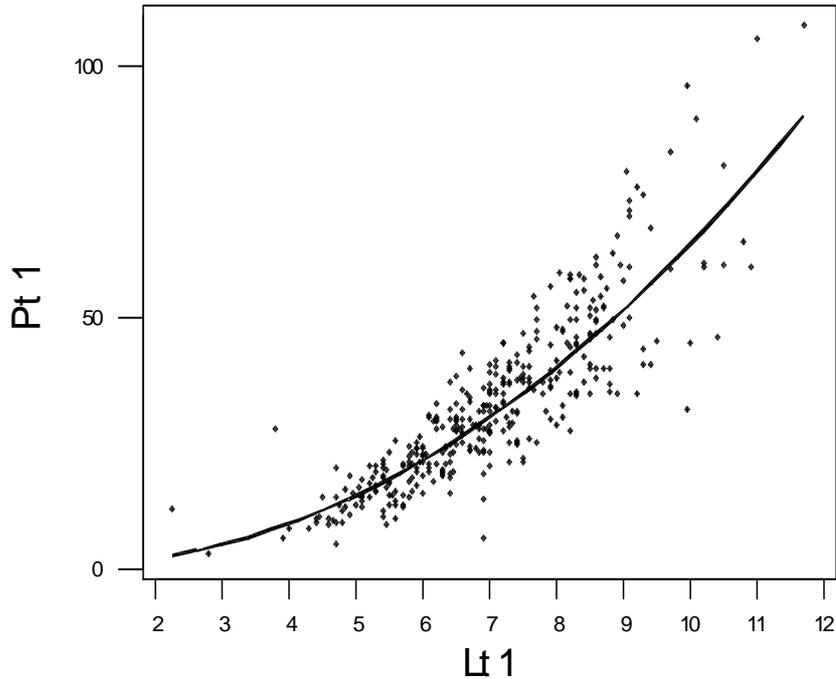
Paramètres	a	b	DDL	SC	CM	F	P
Régression	0.473	2,134	1	14,5195	14,5195	1118,92	0.000
Erreur			358	4,6455	0,0130		
Total			359	19,1651			

N	X	Y	Equation	$R^2$	Type de relation
360	Long.	Poids total	$Y = 0.473 L^{2.13}$	75,8 %	Allométrie minorante

## Graphique de la régression

$$\log(\text{Pt } 1) = -0,325676 + 2,13459 \log(\text{Lt } 1)$$

S=0,113914 R-carré=75,8 % R-carré(ajust) = 75,7 %



**Figure 7 :** Corrélation entre la longueur totale (Lt) et le poids total (Pt) chez *Perna perna* peuplant l'embouchure du lac Mellah.

La comparaison des différents paramètres linéaires et pondéraux (**Pchs; P chf; Pcoq; Pt; E; H; Lt**) entre eux au niveau de l'embouchure du lac El Mellah (S1) a été représentée par le coefficient de corrélation « **r** » et la valeur de probabilité « **P** » dans la matrice de corrélation suivante :

- **Corrélations de : Pchs; P chf; Pcoq; Pt; E; H; Lt au niveau de S1 (mellah)**

	Pchs	P chf	Pcoq	Pt	E	H
P chf	(0,665) 0,000					
Pcoq	(0,627) 0,000	(0,836) 0,000				
Pt	(0,641) 0,000	(0,803) 0,000	(0,896) 0,000			
E	(0,512) 0,000	(0,707) 0,000	(0,784) 0,000	(0,750) 0,000		
H	(0,521) 0,000	(0,688) 0,000	(0,691) 0,000	(0,709) 0,000	(0,793) 0,000	
Lt	(0,605) 0,000	(0,770) 0,000	(0,843) 0,000	(0,860) 0,000	(0,859) 0,000	(0,827) 0,000

La matrice de corrélation montre qu'il existe des différences très hautement significatives entre les différents paramètres linéaires et pondéraux (Lt, H, E, Pt, Pcoq, Pchf, Pchs) au niveau de S1 (mellah).

Les résultats de l'AV1 (tableau 2) montrent l'existence des différences très hautement significatives entre les douze mois, en ce qui concerne la distribution des paramètres linéaires et pondéraux des moules provenant du site 1 (Mellah).

**Tableau 2 :** Résultats de l'AV1 appliquée dans la comparaison entre mois des valeurs de chaque paramètre linéaire et pondéral (Lt, H, E, Pt, Pcoq, Pchf, Pchs) au niveau du site 1 (Mellah).

Variabes	DDL	SCE	CM	F <sub>obs</sub>	P
Lt	11	328.894	29.899	24.26	0.000***
H	11	57.5688	5.2335	31.83	0.000***
E	11	85.5228	7.7748	36.03	0.000***
Pt	11	34519.0	3138.1	16.82	0.000***
Pcoq	11	10718.27	974.39	15.20	0.000***
Pchf	11	1846.63	167.88	21.31	0.000***
Pchs	11	60.3462	5.4860	14.97	0.000***

Selon la valeur de P résultant de l'AV1 (tableau 3), on constate qu'il existe des différences très hautement significatives entre les quatre saisons pour toutes les variables mesurées au niveau du site S1 (mellah).

**Tableau 3 :** Résultats de l'AV1 appliquée dans la comparaison entre saison concernant la mesure de chaque paramètre linéaire et pondéral (Lt, H, E, Pt, Pcoq, Pchf, Pchs) au niveau du site 1 (Mellah).

Variabes	DDL	SCE	CM	F <sub>obs</sub>	P
Lt	3	207.788	69.263	44.83	0.000***
H	3	36.080	12.027	54.40	0.000***
E	3	52.648	17.549	57.87	0.000***
Pt	3	26306.4	8768.8	42.68	0.000***
Pcoq	3	8818.0	2939.3	43.22	0.000***
Pchf	3	1557.63	519.21	60.99	0.000***
Pchs	3	45.152	15.051	37.53	0.000***

La MANOVA (tableau 4) montre l'existence de différences très hautement significatives entre les douze mois du cycle d'étude pour les paramètres linéaires et pondéraux (Lt, H, E, Pt, Pcoq, Pchf, Pchs) des moules provenant du site 1 (Mellah).

**Tableau 4 :** Résultats de la MANOVA appliquée à l'ensemble des paramètres linéaires et pondéraux dans la comparaison entre les mois au niveau du site 1 (Mellah).

Test	Valeur du test	F <sub>obs</sub>	P
Wilk's	0.08340	13.721	0.000***
Lawley-hotelling	3.72302	16.453	0.000***
Pillai's	1.80977	11.031	0.000***

Selon la valeur P résultant de la MANOVA (tableau 5), on constate qu'il existe des différences très hautement significatives entre les quatre saisons pour l'ensemble des paramètres linéaires et pondéraux (Lt, H, E, Pt, Pcoq, Pchf, Pchs), mesurés chez les moules du site 1 (Mellah).

**Tableau 5 :** Résultats de la MANOVA appliquée à l'ensemble des paramètres linéaires et pondéraux (Lt, H, E, Pt, Pcoq, Pchf, Pchs) dans la comparaison entre les saisons au niveau du site 1 (Mellah).

Test	Valeur du test	F <sub>obs</sub>	P
Wilk's	0.42155	16.806	0.000***
Lawley-hotelling	1.05288	17.481	0.000***
Pillai's	0.72296	15.966	0.000***

## 1. 2. Embouchure de l'oued messida

Chez les 360 spécimens de l'espèce *Perna.perna* provenant de Messida la croissance relative estimée par l'équation reliant la longueur totale au poids total montre l'existence d'une allométrie minorante avec un coefficient de détermination R<sup>2</sup> de 81,6 % (tableau 6 et figure 8). Il est par ailleurs noté une différence très hautement significative (P = 0.000) entre l'évolution du poids et la longueur des individus.

Ces résultats mettent en évidence, chez les moules de l'embouchure de l'oued Messida une croissance du poids moins rapide que celle de la taille.

**Tableau 6:** Equation de régression reliant la longueur (L), au poids total (Pt) de *Perna perna*, dans l'embouchure de l'oued messida. DDL: degrés de liberté, SC: somme des carrés, CM: carré moyen, a: pente, b: coefficient d'allométrie.

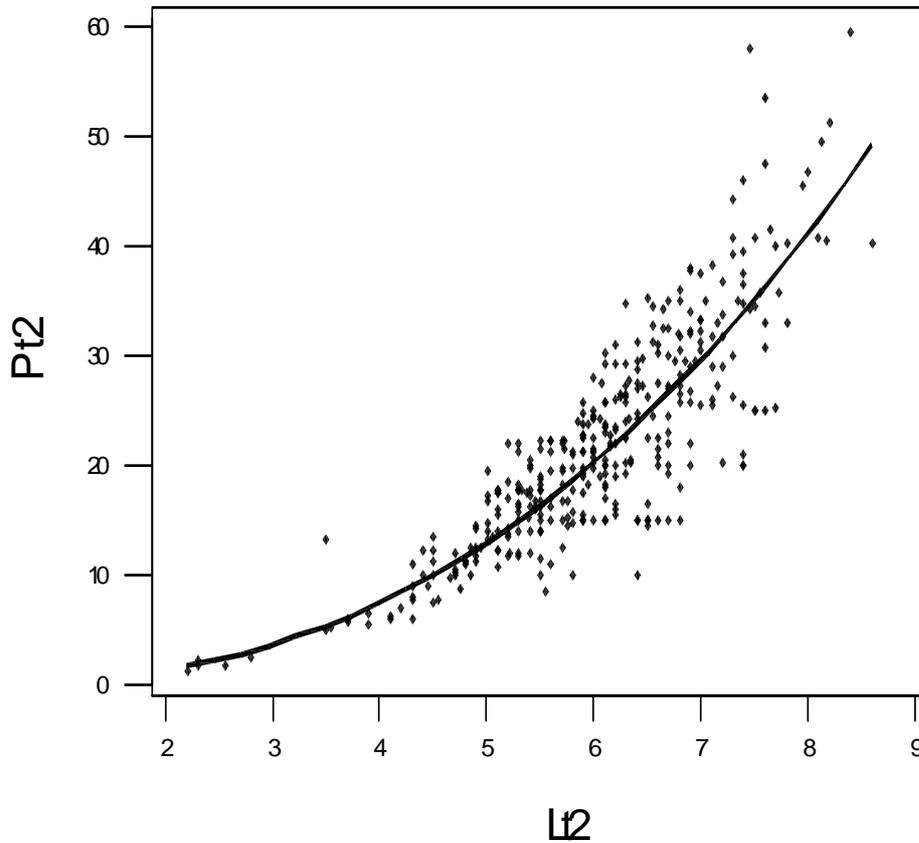
Paramètres	a	b	DDL	SC	CM	F	P
Régression	1.757	2.46	1	15.3641	15.3641	1584.79	0.000
Erreur			358	3.4707	0.0097		
Total			359	18.8349			

N	X	Y	Equation	R <sup>2</sup>	Type de relation
360	Long.	Poids total	$Y = 1.757 X^{2.46}$	81.6%	Allométrie minorante

# Graphique de la régression

$$\log(\text{poids total}) = -0.60888 + 2.46294 \log(\text{longueur})$$

$$S = 0.0884621 \quad R_{\text{caré}} = 81.6\% \quad R_{\text{caré}}(\text{ajust}) = 81.5\%$$



**Figure 8:** Corrélation entre la longueur totale et le poids total chez *Perna perna* peuplant l'embouchure de l'oued messida.

La comparaison des différents paramètres linéaires et pondéraux (**Pchs; P chf; Pcoq; Pt; E; H; Lt**) entre eux au niveau de l'embouchure de l'Oued Messida (S2) a été représentée par le coefficient de corrélation « **r** » et la valeur de probabilité « **P** » dans la matrice de corrélation suivante :

- **Corrélations de : Pchs; P chf ; Pcoq ; Pt ; E ; H ; Lt 2 au niveau de S2 (messida)**

	Pchs	P chf	Pcoq	Pt	E	H
P chf	(0,795) 0,000					
Pcoq	(0,653) 0,000	(0,830) 0,000				
Pt	(0,681) 0,000	(0,845) 0,000	(0,954) 0,000			
E	(0,519) 0,000	(0,576) 0,000	(0,632) 0,000	(0,604) 0,000		
H	(0,538) 0,000	(0,574) 0,000	(0,576) 0,000	(0,592) 0,000	(0,720) 0,000	
Lt	(0,707) 0,000	(0,797) 0,000	(0,851) 0,000	(0,838) 0,000	(0,767) 0,000	(0,746) 0,000

La matrice de corrélation montre qu'il existe des différences très hautement significatives entre les différents paramètres linéaires et pondéraux (Lt, H, E, Pt, Pcoq, Pchf, Pchs) au niveau de S2 (messida).

Les résultats de l'AV1 (tableau 7) montrent l'existence de différences très hautement significatives entre les douze mois, en ce qui concerne la distribution des paramètres linéaires et pondéraux des moules provenant du site 2 (Messida).

**Tableau 7 :** Résultats de l'AV1 appliquée dans la comparaison entre mois concernant la mesure de chaque paramètre linéaire et pondéral pondéraux (Lt, H, E, Pt, Pcoq, Pchf, Pchs) au niveau du site 2 (Messida).

Variables	DDL	SCE	CM	F <sub>obs</sub>	P
Lt	11	84.7208	7.7019	9.00	0.000***
H	11	12.6209	1.1474	8.18	0.000***
E	11	28.8445	2.6222	13.93	0.000***
Pt	11	14214.3	1292.2	23.03	0.000***
Pcoq	11	2630.87	239.17	19.24	0.000***
Pchf	11	495.292	45.027	24.58	0.000***
Pchs	11	16.2676	1.4789	18.61	0.000***

Les résultats de l'AV1 (tableau 8) montrent l'existence de différences très hautement significatives entre les quatre saisons pour toutes les variables mesurées au niveau du site S2 (Messida), sauf en ce qui concerne la hauteur (H) où seulement une différence hautement significative est relevée.

**Tableau 8:** Résultats de l'AV1 appliquée dans la comparaison entre saison concernant la mesure de chaque paramètre linéaire et pondéral pondéraux (Lt, H, E, Pt, Pcoq, Pchf, Pchs) au niveau du site 2 (Messida).

Variables	DDL	SCE	CM	F <sub>obs</sub>	P
Lt	3	26.9905	8.9968	9.01	0.000***
H	3	2.0643	0.6881	4.13	0.000**
E	3	5.9796	1.9932	8.03	0.000***
Pt	3	6383.5	2127.8	27.69	0.000***
Pcoq	3	789.92	263.31	15.20	0.000***
Pchf	3	323.35	107.75	47.38	0.000***
Pchs	3	13.0800	4.3600	50.34	0.000***

La MANOVA (tableau 9) montre l'existence de différences très hautement significatives entre les douze mois du cycle d'étude pour les paramètres linéaires et pondéraux (Lt, H, E, Pt, Pcoq, Pchf, Pchs) des moules provenant du site 2 (Messida).

**Tableau 9 :** Résultats de la MANOVA appliquée à l'ensemble des paramètres linéaires et pondéraux dans la comparaison entre les mois au niveau du deuxième site (Messida).

Test	Valeur du test	F <sub>obs</sub>	P
Wilk's	0.07083	14.839	0.000***
Lawley-hotelling	4.10309	18.133	0.000***
Pillai's	4.87644	11.586	0.000***

Selon la valeur P résultant de la MANOVA (tableau 10), on constate qu'il existe des différences très hautement significatives entre les quatre saisons pour l'ensemble des paramètres linéaires et pondéraux (Lt, H, E, Pt, Pcoq, Pchf, Pchs), mesurés chez les moules du site 2 (Messida).

**Tableau 10 :** Résultats de la MANOVA appliquée à l'ensemble des paramètres linéaires et pondéraux (Lt, H, E, Pt, Pcoq, Pchf, Pchs) dans la comparaison entre les saisons au niveau du deuxième site (Messida).

Test	Valeur du test	F <sub>obs</sub>	P
Wilk's	0.27540	27.144	0.000***
Lawley-hotelling	1.77534	29.476	0.000***
Pillai's	0.97653	24.268	0.000***

La MANOVA (tableau 11) montre qu'il existe des différences très hautement significatives entre les deux sites pour l'ensemble des paramètres linéaires et pondéraux (Lt, H, E, Pt, Pcoq, Pchf, Pchs) retenus.

**Tableau 11 :** Résultats de la MANOVA appliquée à l'ensemble des paramètres linéaires et pondéraux (Lt, H, E, Pt, Pcoq, Pchf, Pchs) dans la comparaison des deux sites.

Test	Valeur du test	F <sub>obs</sub>	P
Wilk's	0.80975	23.898	0.000***
Lawley-hotelling	0.23495	23.898	0.000***
Pillai's	0.19025	23.898	0.000***

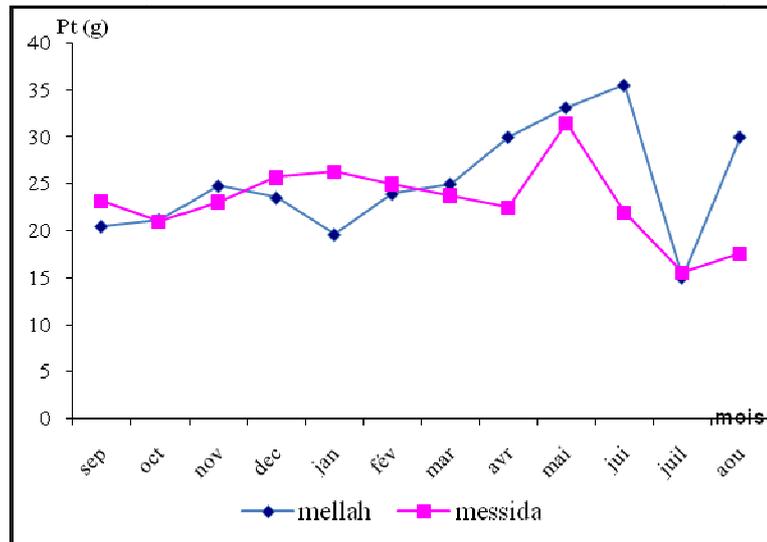
## 2. Croissance et analyses biométriques d'un « animal standard » :

Le poids total de l'individu standard (figure 9) est égale en septembre à 20 grammes en S1 (Mellah) et 23 grammes en S2 (Messida). Au mois d'Août de l'année d'après, l'animal standard montre dans S1 (Mellah) un gain de poids de plus de 10 grammes soit 50% du poids initial ; dans S2 (Messida) l'animal standard présente une perte de poids de 4 grammes ce qui équivaut à un taux de 18%.

Durant ce cycle d'étude le poids total de l'animal standard subit des fluctuations d'amplitude plus au moins importante et décalées dans le temps dans les deux stations.

Dans le site 1 (Mellah), le poids total montre un gain de 5 grammes en novembre jusqu'à atteindre 20 grammes en janvier pour ensuite augmenter progressivement et atteindre 35 grammes en juin et marquer une chute brutale en juillet (passent de 35 à 16 grammes, soit une perte de 50%) et remonter à 30 grammes en août.

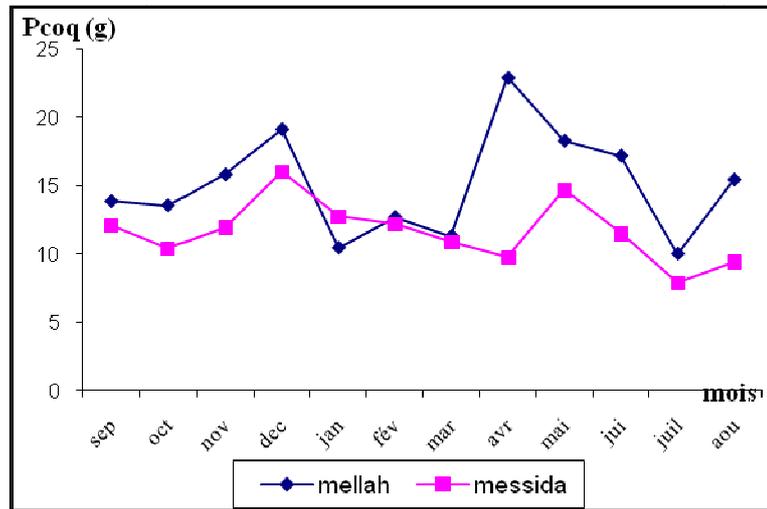
Dans S2 le poids total marque une légère baisse en octobre (de 23 grammes à 20 grammes) puis augmente progressivement jusqu'à 27 grammes en janvier pour ensuite entamer une baisse progressive et atteindre 22 grammes en avril pour présenter un pic de 31 grammes en mai suivi d'une chute brutale le menant à la valeur minimale de 15 grammes en juillet suivie d'une légère baisse en août (18 g).



**Figure 9 :** Evolution mensuelle du poids total de l'animal standard.

Le poids de la coquille subit des fluctuations du même ordre que le poids total (figure 10) ; nous notons dans S1 (Mellah) une augmentation progressive du poids de la coquille, qui passe de 14 grammes en septembre à 19 grammes en décembre puis chute de pratiquement 50% en janvier (11 grammes) ; durant la deuxième phase le poids de la coquille montre de faibles fluctuations en février - mars puis augmente pour atteindre la valeur maximale de 23 grammes en avril (soit le double de son poids de mars) et entamer par la suite une baisse progressive qui le mène à la valeur minimale de 10 grammes en juillet ; un gain de 5 grammes est par la suite relevé en août.

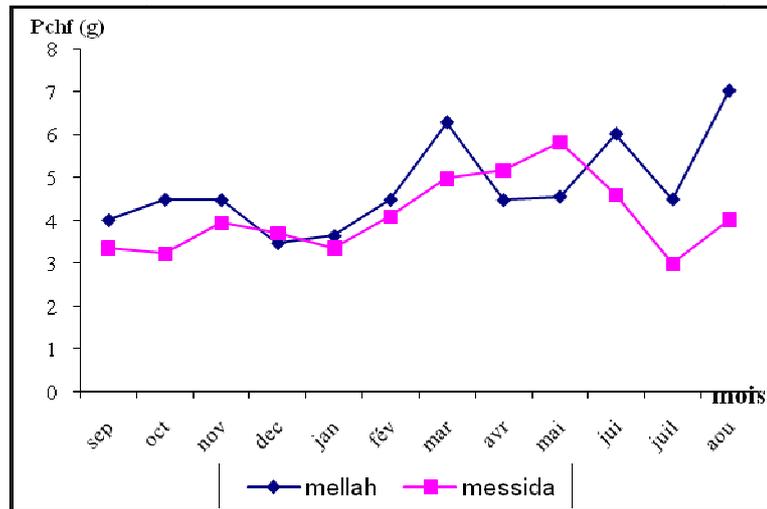
Dans le deuxième site (Messida) le poids de la coquille subit des fluctuations similaires à ceux relevés dans le premier site (Mellah) mais d'amplitude moins importante (7 grammes contre 13 grammes dans S1). De septembre à décembre le gain de poids est de 6 grammes puis une chute progressive le mène à la valeur de 10 grammes en avril ; alors que dans le site1 (Mellah) c'est en avril que le maximum de poids est atteint. En mai, un gain de poids de 5 grammes est relevé puis une perte progressive du poids le mène à sa valeur minimale de 8 grammes en juillet suivie d'une légère hausse à 10 grammes en août.



**Figure 10 :** Evolution mensuelle du poids de la coquille de l’animal standard.

Le poids de chair fraîche (figure 11) montre des variations saisonnières. Nous relevons de septembre à novembre un gain de poids de 0.5 grammes suivi d’une perte de 1 gramme en décembre et d’une augmentation progressive qui lui fait atteindre la valeur maximale de 6.3 grammes en mars (soit un gain de poids de 3 grammes en trois mois). En avril–mai le poids de la chair fraîche baisse à 4.5 grammes puis remonte à 6g en juin pour rebaisser à 4.5 grammes en juillet et atteindre le maximum de 7 grammes en août.

Dans le deuxième site (Messida) l’amplitude de variation du poids de chair fraîche est la même ( $\approx 3$  g) mais les variations mensuelles montrent un décalage par rapport à celles relevées dans S1 (Mellah). De septembre à janvier l’amplitude de variation de chair fraîche est de 1 gramme ; le poids de la chair fraîche montre durant cette phase, un minimum de 3 grammes en octobre et un maximum de 4 grammes en novembre. A partir de janvier le poids de la chair fraîche entame une progression qui le fait passer de 4 grammes en février à 6 grammes en mai ; une perte de poids importante (3 g) est notée en mai et en juillet où la valeur minimale est atteinte (3 g) ; cette dernière est suivie d’une hausse de 1 gramme en août.

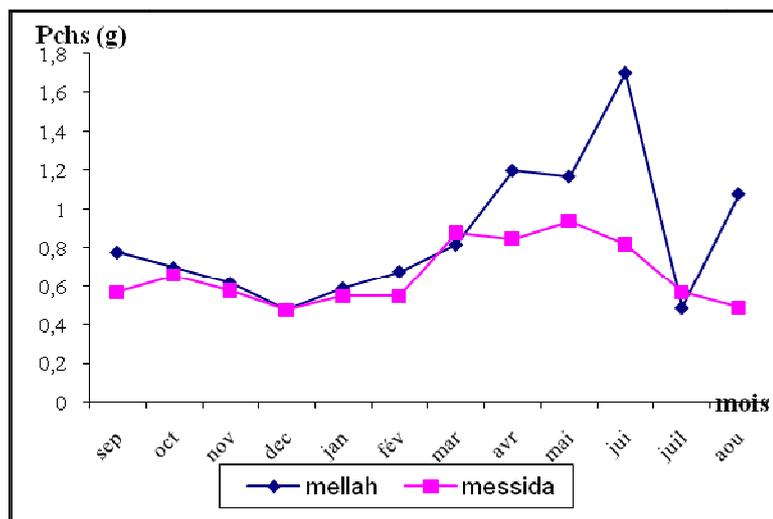


**Figure 11** : Evolution mensuelle du poids de chair fraîche de l’animal standard.

Le poids de chair sèche évolue avec similitude dans les deux sites (figure 12); nous notons, en effet, une chute du poids de chair sèche en décembre et en juillet ; l’amplitude de variation du poids de chair sèche est, cependant, plus importante dans le site 1 (0.8 grammes du gain de poids de mars à juin, le poids de chair sèche double en trois mois).

Dans le premier site (Mellah), le poids de chair sèche varie de 0.5 grammes en décembre à 0.8 grammes en septembre et en mars ; l’amplitude de variation n’excède pas 0.4 grammes durant cette période, de mars à juin le poids de chair sèche augmente jusqu’à atteindre plus du double de la valeur relevée en mars. Cette phase est suivie d’une perte de poids de 1.2 grammes en juillet (le poids de chair sèche passe de 1.7 grammes à 0.5 grammes) à laquelle fait suite un gain de poids de 0.6 en août (1.1 g).

Dans le deuxième site (Messida), l’amplitude de variation du poids de chair sèche est faible (0.2 g) ; le poids de chair sèche varie de 0.6 grammes en septembre à 0.5 grammes en décembre puis marque une légère baisse en février. C’est de février à juillet que l’amplitude de variation du poids de chair sèche est relativement importante ; un gain de poids de 0.4 grammes est relevé en mai (0.9 g) puis un amaigrissement progressif des moules est noté de juin à août où la valeur minimale du poids de chair sèche (0.5 g) est atteinte.



**Figure 12 :** Evolution du poids de chair sèche de l'animal standard.

La comparaison des différents variables entre les deux sites, effectuée à l'aide du test t de Student (tableau 12) montre qu'il n'existe pas de différences significatives entre les deux sites (S1 : mellah et S2 : messida) pour les variables (Lt, Pt, Pchf et Pchs). Nous notons une différence significative entre les deux sites, pour seulement le poids coquille (Pcoq).

**Tableau 12 :** Résultats du test t de Student pour échantillon indépendant appliqué pour les variables : Lt, Pt, Pcoq, Pchf et Pchs dans la comparaison entre site.

Variables	Moyennes $\pm$ écart type		Paramètre du test	
	S 1	S 2	T obs	P
Lt	6.28 $\pm$ 0.15	6.21 $\pm$ 0.06	1.53	0.147 NS
Pt	25.16 $\pm$ 5.98	23.00 $\pm$ 4.10	1.03	0.315 NS
Pcoq	15.06 $\pm$ 3.87	11.63 $\pm$ 2.22	2.66	0.017*
Pchf	4.79 $\pm$ 1.09	4.10 $\pm$ 0.87	1.69	0.106 NS
Pchs	0.85 $\pm$ 0.36	0.66 $\pm$ 0.16	1.72	0.106 NS

Le test t de Student (Tableau 13) est aussi utilisé afin de comparer différentes variables entre les deux sites, au cours de la même saison. Cette comparaison montre qu'il n'existe pas de différence significative entre les deux sites (S1 : mellah et S2 : messida) pour toutes les variables (Lt, Pt, Pcoq, Pchf et Pchs) durant l'hiver et le printemps. En automne, nous notons une différence significative entre les deux sites en ce qui concerne seulement le poids de la coquille. L'existence d'une différence significative entre la longueur totale des moules des deux sites est notée en période estivale.

**Tableau 13 :** Résultats du test t de Student pour échantillon indépendant appliqué pour les variables : Lt, Pt, Pcoq, Pchf et Pchs dans la comparaison entre site pour la même saison.

Saisons	Variables	Moyennes $\pm$ écart type		Paramètre du test	
		S 1	S 2	T obs	P
Automne	Lt	6.18 $\pm$ 0.01	6.15 $\pm$ 0.07	0.70	0.555 NS
	Pt	22.12 $\pm$ 2.31	22.32 $\pm$ 1.24	0.13	0.905 NS
	Pcoq	14.41 $\pm$ 1.23	11.49 $\pm$ 0.91	3.29	0.046*
	Pchf	4.32 $\pm$ 0.27	3.51 $\pm$ 0.37	3.03	0.056 NS
	Pchs	0.70 $\pm$ 0.08	0.60 $\pm$ 0.04	1.78	0.173 NS
Hiver	Lt	6.25 $\pm$ 0.16	6.23 $\pm$ 0.03	0.14	0.900 NS
	Pt	22.33 $\pm$ 2.39	25.59 $\pm$ 0.64	2.28	0.150 NS
	Pcoq	14.09 $\pm$ 4.52	13.64 $\pm$ 2.06	0.16	0.890 NS
	Pchf	3.86 $\pm$ 0.54	3.72 $\pm$ 0.36	0.38	0.730 NS
	Pchs	0.58 $\pm$ 0.10	0.52 $\pm$ 0.04	0.91	0.459 NS
Printemps	Lt	6.27 $\pm$ 0.20	6.22 $\pm$ 0.10	0.35	0.760 NS
	Pt	29.36 $\pm$ 4.11	25.82 $\pm$ 4.87	0.96	0.408 NS
	Pcoq	17.51 $\pm$ 5.85	11.77 $\pm$ 2.57	1.56	0.260 NS
	Pchf	5.11 $\pm$ 1.03	5.32 $\pm$ 0.44	0.33	0.770 NS
	Pchs	1.06 $\pm$ 0.21	0.89 $\pm$ 0.04	1.39	0.290 NS
Eté	Lt	6.44 $\pm$ 0.05	6.24 $\pm$ 0.04	5.12	0.014*
	Pt	26.8 $\pm$ 10.6	18.26 $\pm$ 3.26	1.34	0.313 NS
	Pcoq	14.21 $\pm$ 3.75	9.62 $\pm$ 1.80	1.91	0.196 NS
	Pchf	5.86 $\pm$ 1.28	3.87 $\pm$ 0.81	2.26	0.109 NS
	Pchs	1.09 $\pm$ 0.60	0.62 $\pm$ 0.17	1.28	0.330 NS

Selon la valeur de P résultant de l'AV1 (tableau 14), on constate qu'il n'existe pas de différences significatives entre les saisons au niveau du site 1 (Mellah) pour tous les paramètres (Lt, Pt, Pcoq, Pchf, Pchs).

**Tableau 14 :** Résultats de l'AV1 appliquée dans la comparaison entre saison concernant la mesure de chaque paramètre linéaire et pondéral (Lt, Pt, Pcoq, Pchf, Pchs) au niveau du site 1 (Mellah).

Variabes	DDL	SCE	CM	F <sub>obs</sub>	P
Lt	3	0.10849	0.03616	2.03	0.188 NS
Pt	3	112.90	37.63	1.07	0.414 NS
Pcoq	3	24.25	8.08	0.46	0.717 NS
Pchf	3	6.9286	2.3095	3.01	0.094 NS
Pchs	3	0.5892	0.1964	1.84	0.218 NS

L'AV1 montre l'existence d'une différence significative du poids total (Pt) et du poids de chair fraîche (Pchf) des moules provenant du deuxième site (Messida).

En ce qui concerne le poids de chair sèche, l'AV1 montre l'existence d'une différence hautement significative entre les saisons (tableau 15).

**Tableau 15 :** Résultats de l'AV1 appliquée dans la comparaison entre saison concernant la mesure de chaque paramètre linéaire et pondéral (Lt, Pt, Pcoq, Pchf, Pchs) au niveau du site 2 (Messida).

Variabes	DDL	SCE	CM	F <sub>obs</sub>	P
Lt	3	0.013692	0.004564	0.96	0.459 NS
Pt	3	112.799	37.600	4.15	0.048 *
Pcoq	3	24.433	8.144	2.18	0.168 NS
Pchf	3	6.0964	2.0321	7.20	0.012 *
Pchs	3	0.224967	0.074989	8.38	0.008 **

Selon la valeur P résultant de l'application de la MANOVA (tableau 16), on constate qu'il n'existe pas de différences significatives entre les quatre saisons pour l'ensemble des paramètres linéaires et pondéraux (Lt, Pt, Pcoq, Pchf, Pchs), au niveau du site 1 (mellah).

**Tableau 16 :** Résultats de la MANOVA appliquée pour l'ensemble des paramètres linéaires et pondéraux (Lt, Pt, Pcoq, Pchf, Pchs) dans la comparaison entre les saisons au niveau du site 1 (Mellah).

Critère	Statistique test	Fapprox	P
Wilk's	0.08302	1.116	0.435 NS
Lawley-hotelling	6.91125	1.229	0.398 NS
Pillai's	1.29624	0.913	0.566 NS

Selon la valeur P résultant de l'application de la MANOVA (tableau 17), on constate que pour le deuxième site, la MANOVA affiche deux cas où il existe des différences significatives entre les quatre saisons (et ceci d'après les tests de : Wilk's et Pillai's) au niveau du site 2 (Messida).

**Tableau 17 :** Résultats de la MANOVA appliquée pour l'ensemble des paramètres linéaires et pondéraux (Lt, Pt, Pcoq, Pchf, Pchs) dans la comparaison entre les saisons au niveau du site 2 (Messida).

Critère	Statistique test	Fapprox	P
Wilk's	0.01313	2.903	0.040*
Lawley-hotelling	12.71222	2.260	0.123 NS
Pillai's	2.12193	2.900	0.017*

La comparaison des paramètres linéaires et pondéraux (Lt, Pt, Pcoq, Pchf, Pchs) entre eux au niveau des deux sites est représentée par le coefficient de corrélation « r » et la valeur de probabilité « P » dans les deux matrices de corrélation suivantes :

- **Corrélations de : Lt 1; Pt 1; Pcoq 1; Pchf 1; Pchs 1 au niveau du site 1 (Mellah)**

	Lt 1	Pt 1	Pcoq 1	Pchf 1
Pt 1	(0,445) 0,147			
Pcoq 1	(0,000) 0,999	(0,680) 0,015		
Pchf 1	(0,364) 0,245	(0,516) 0,086	(- 0,045) 0,890	
Pchs 1	(0,540) 0,070	(0,885) 0,000	(0,510) 0,090	(0,566) 0,055

- **Corrélations : Lt 2; Pt 2; Pcoq 2; Pchf 2; Pchs 2 au niveau du site 2 (Messida)**

	Lt 2	Pt 2	Pcoq 2	Pchf 2
Pt 2	(0,243) 0,446			
Pcoq 2	(0,139) 0,667	(0,848) 0,000		
Pchf 2	(0,147) 0,649	(0,532) 0,075	(0,229) 0,474	
Pchs 2	(0,225) 0,482	(0,374) 0,231	(-0,005) 0,987	(0,828) 0,001

La matrice de corrélation montre qu'il n'existe pas de différences significatives dans la relation entre la longueur totale (Lt) avec les différents paramètres pondéraux (Pt, Pcoq, Pchf, Pchs) et entre le poids de la coquille (Pcoq) avec les poids de chair fraîche et sèche (Pchf et Pchs) au niveau des deux sites.

Le poids total montre des différences hautement significatives à très hautement significatives avec le poids de la coquille (Pcoq) au niveau du site 1 (Mellah) et du site 2 (Messida) respectivement.

Nous notons, par ailleurs, l'existence d'une différence significative entre le poids total (Pt) et le poids de la chair sèche seulement dans le site 1 (Mellah).

En ce qui concerne le poids de la chair fraîche et le poids de la chair sèche la matrice de corrélation fait apparaître l'existence de différences très hautement significatives au niveau du deuxième site (S2 : Messida).

### **3. Indice de condition**

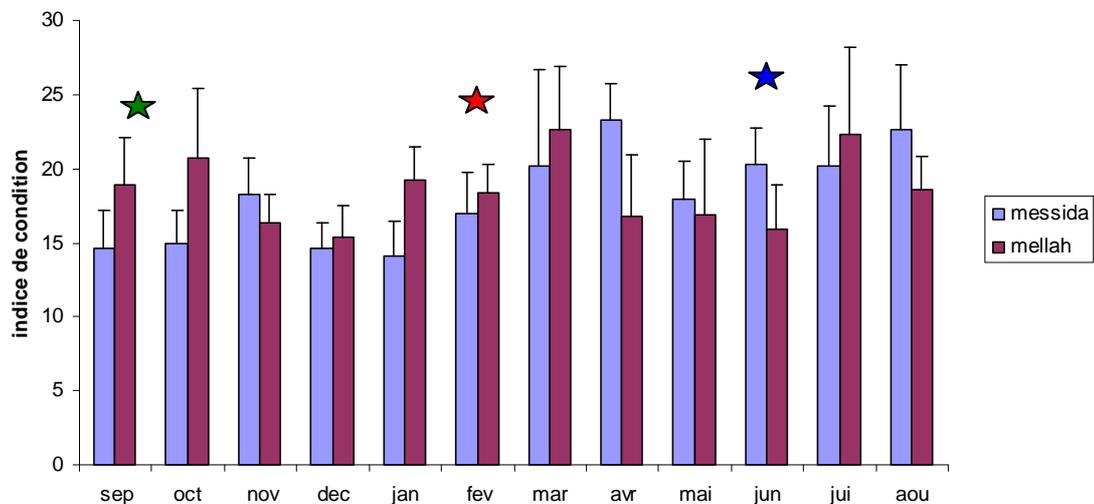
L'indice de condition (**I.C**) reflète la condition physiologique des organismes vivants. La variation annuelle de cet indice pourrait nous donner une idée sur l'état de la gonade et sur le déroulement du cycle reproducteur chez *Perna perna* et éventuellement déterminer la période d'émission des gamètes (la ponte).

Les résultats obtenus (tableau 18 et figure 13) montrent l'existence de trois pics chez les individus prélevés dans l'embouchure du lac Mellah et ceux de l'embouchure de l'oued Messida : l'un en période automnale ( $20.73 \pm 4.63$  à El mellah et  $18.256 \pm 2.45$  à Messida), le deuxième en période printanière ( $23.582 \pm 4.28$  à El mellah et  $23.241 \pm 2.53$  à Messida) et le troisième en période estivale ( $22.990 \pm 5.3$  à El mellah et  $22.663 \pm 4.28$  à Messida) avec un décalage d'un mois par rapport aux sites de prélèvement.

L'analyse statistique, utilisant le model linéaire général le GML (voir annexe), a montré une différence significative intrinsèque de l'indice de condition par rapport aux mois dans le même site ( $P= 0.019^{**}$ ) mais pas de différences de celui ci entre les deux sites Messida et El Mellah.

**Tableau 18** : Variations mensuelles de l'indice de condition chez *P.perna* échantillonnée dans l'embouchure du lac Mellah et l'embouchure de l'oued Messida ( $m \pm s$ ,  $n = 30$ )

Mois	Site	
	S1 (Mellah)	S2 (Messida)
Septembre	18.881 $\pm$ 3,18	14.600 $\pm$ 2,57
Octobre	20.730 $\pm$ 4,63	14.946 $\pm$ 2,22
Novembre	16.352 $\pm$ 1,94	18.256 $\pm$ 2,45
Décembre	15.414 $\pm$ 2,12	14.675 $\pm$ 1,66
Janvier	19.165 $\pm$ 2,31	14.073 $\pm$ 2,37
Février	18.337 $\pm$ 1,98	16.947 $\pm$ 2,74
Mars	23.582 $\pm$ 4,28	20.207 $\pm$ 6,47
Avril	16.711 $\pm$ 6,62	23.241 $\pm$ 2,53
Mai	16.908 $\pm$ 5,12	17.883 $\pm$ 2,64
Juin	15.933 $\pm$ 2,74	19.942 $\pm$ 2,51
Juillet	22.990 $\pm$ 5,91	20.227 $\pm$ 4,02
Août	18.618 $\pm$ 2,21	22.663 $\pm$ 4,36

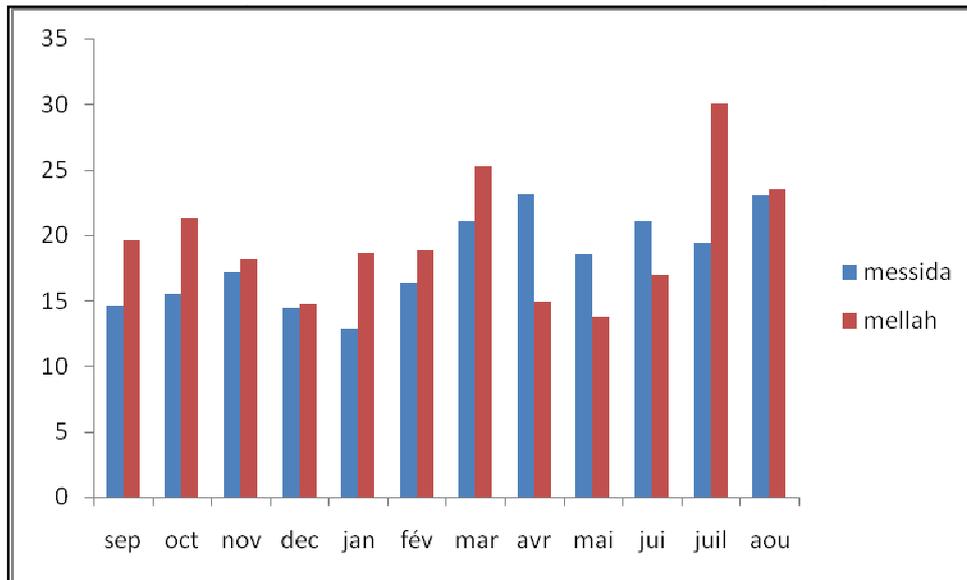


**Figure 13** : Variations mensuelles de l'indice de condition chez *P.perna* échantillonnée l'embouchure du lac Mellah et l'embouchure de l'oued Messida ( $m \pm s$ ,  $n = 30$ ).

En ce qui concerne l'indice de condition de « l'individu standard », nous obtenons des variations similaires à celles notées pour l'ensemble des individus ( 360) (tableau 19 et figure 14). Nous obtenons, en effet, trois pics, aussi bien dans la moulière de l'embouchure du lac Mellah que dans celle de l'embouchure de l'oued Messida ; les valeurs enregistrées sont toutefois différentes : en période automnale (21,23 à El mellah et 17,12 à Messida), en période printanière (25,23 à El mellah et 23,1 à Messida) et en période estivale (30,00 à El mellah et 23,02 à Messida) ; mais le décalage d'un mois est relevé entre les 2 sites.

**Tableau 19** : Variations mensuelles de l'indice de condition de « l'individu standard », chez *P.perna* de l'embouchure du lac Mellah et de l'embouchure de l'oued Messida.

Site Mois	S1 (Mellah)	S2 (Messida)
Septembre	19,61	14,61
Octobre	21,23	15,46
Novembre	18,09	17,12
Décembre	14,76	14,47
Janvier	18,59	12,85
Février	18,77	16,41
Mars	25,23	21,01
Avril	14,94	23,1
Mai	13,77	18,54
Juin	16,99	21,1
Juillet	30,00	19,38
août	23,47	23,02



**Figure 14 :** Variations mensuelles de l'indice de condition de «l'individu standard », chez *P.perna* de l'embouchure du lac Mellah et de l'embouchure de l'oued Messida.

#### 4. Cycle de reproduction et détermination des stades de maturation:

La gamétogenèse montre des variations similaires entre les deux sites ; toutefois un décalage des périodes de ponte est relevé.

Dans les deux sites nous notons trois périodes de pontes ; ces dernières ont lieu en automne, au printemps et en été.

En période automnale, la ponte a lieu en novembre et en décembre respectivement dans le site 1 (Mellah) et le site 2 (Messida).

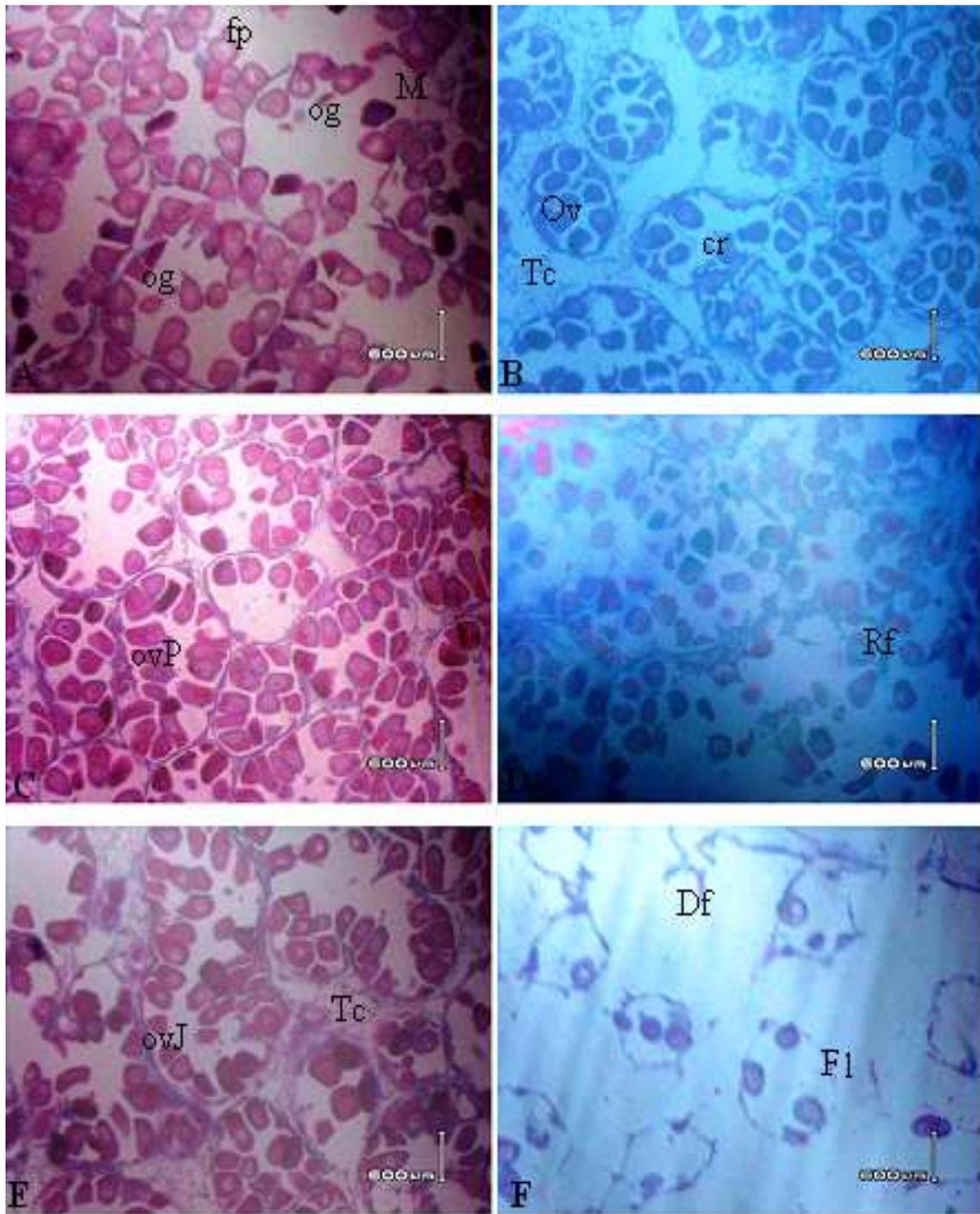
Au printemps, c'est en avril et en mai que les pontes ont lieu respectivement dans le site 1 (Mellah) et le site 2 (Messida).

En ce qui concerne l'été, l'émission des gamètes a lieu en août et septembre dans le site 1 et 2 respectivement.

En ce qui concerne la gamétogenèse, elle s'étale sur des périodes similaires dans les deux sites ; elle dure deux mois, après la ponte estivale ; mais s'étale sur quatre mois et trois mois après la ponte automnale et printanière respectivement.

Le suivi histologique des gonades femelles fait apparaître une restauration des gonades en novembre, avril et août dans le site 2 (Messida), et en octobre, mars et juillet dans le site 1 (Mellah).

L'évolution de la structure ovarienne montre que le cycle de cette espèce est étendu sur six stades de développement, stade I et II reprise de l'activité génitale et amorce de la gamétogenèse (**PI1 : a et b**) stade IIIA et B : maturité génitale et émission des gamètes (**PI1 : c et d**) ; stade IIID et C restructuration de la gonade et arrêt de l'activité génitale (**PI1 : e et f**).



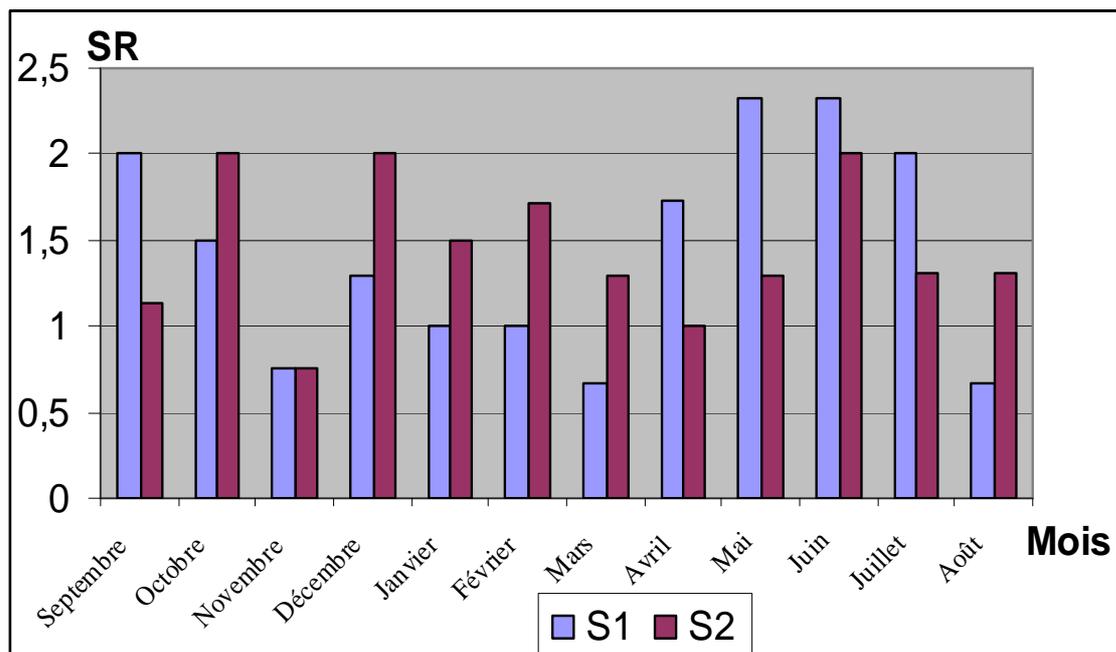
**Planche 1:** Coupe histologiques montrant les différents stades du développement de la gonade femelle chez *Perna perna*. a: stade I reprise de l'activité génitale, b : Stade II Gamétogenèse, c : Stade IIIA Maturité sexuelle, d : Stade IIIB Emission des gamètes, e stade IIIC restructuration de la gonade, f : Stade IIID Arrêt de l'activité génitale et reconstitution des réserves. (fp : follicule primaire, M : mur folliculaire, og : ovogonie, ov : ovocyte, Tc tissu conjonctif, cr : croissance folliculaire, ovP : ovocytes polygonales, Rf : rupture du mur folliculaire et émission des gamètes, Df : dégénérescence folliculaire et présence des débris cellulaires.

## 5. Sex – ratio :

Dans le site 1 (l'embouchure du lac mellah), les valeurs mensuelle de la sex-ratio montrent une prédominance des males (car  $SR > 1$ ) sauf en novembre, mars et août où les femelles prédominent ( $SR < 1$ ). En ce qui concerne le site 2 (l'embouchure de l'oued messida), les males prédominent du fait que les valeurs mensuelles de la sex-ratio dépassent généralement la valeur 1 sauf en novembre où une valeur de 0,76 est relevée; (tableau 13, figure 12).

**Tableau 20 :** Evolution mensuelle de la valeur de la sex-ratio.

	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
S 1	2	1,5	0,76	1,3	1	1	0,67	1,73	2,33	2,33	2	0,67
S 2	1,14	2	0,76	2	1,5	1,72	1,3	1	1,3	2	1,31	1,31



**Figure 15 :** Variation mensuelle du sex-ratio chez *P. perna* échantillonnée dans le littoral d'El-kala au niveau de deux stations ; S1 : l'embouchure du lac Mellah et S2 : l'embouchure de l'oued Messida.

# DISCUSSION

L'estimation de la croissance relative par l'application de l'équation reliant la longueur totale au poids total de la moule montre l'existence d'une allométrie minorante chez les individus de cette espèce prélevés dans les deux sites ; ce qui revient à dire que le poids des individus croît moins vite que la taille.

Parache et Massé (1986) souligne en particulier l'influence dominante de la valeur nutritive du seston sur la croissance linéaire et la production de tissus chez les moules. Ces mêmes auteurs (en 1987), montrent que les teneurs du matériel particulaire en protéines, glucides où la somme des constituants biochimiques élémentaires (protéines, glucides, lipides) favorise l'accroissement linéaire en période de prégrossissement et de grossissement (plus de 50% de la variance totale expliquée), alors que les teneurs en glucides et lipides du matériel particulaire jouent un rôle positif dans le grossissement (37 à 94% de la variance expliquée).

Les courbes de fluctuations des variables pondérales (poids total : Pt, poids coquille : Pcoq, poids de la chair fraîche : Pchf, poids de la chair sèche : Pchs), observées dans l'étude de la croissance de l'animal de taille standard, montrent deux phases de variations du poids : l'une à faible amplitude (de septembre à janvier) et l'autre à amplitude plus importante (de janvier à juin). Cette croissance liée à l'accumulation des réserves constitue une réponse directe aux conditions du milieu ; elle coïncide avec l'augmentation de la température et la prolifération de la biomasse phytoplanctonique qui ont lieu à cette période.

Aloui Bejaoui et *al* (2002) démontrent, par analyse des associations, que la température et la biomasse phytoplanctonique jouent un rôle important dans l'explication de la croissance pondérale de l'animal standard. Ces auteurs rapportent toutefois que la relation existant entre la chlorophylle et les paramètres biométriques n'est significative qu'en ce qui concerne le poids de chair fraîche et sèche ; mais en ce qui concerne la relation existant entre la température et l'accroissement des différents poids (total, coquille, chair fraîche et chair sèche), elle est plus significative du fait de l'obtention d'un coefficient de corrélation plus important.

Selon Krichène (1981), la température explique pour la ponte, la majorité des variables de croissance, aussi bien linéaire que pondérales. Acrier (1977) rapporte que la moule *Perna perna* du Venezuela présente de forte croissance durant les périodes de fortes température et de forte production primaire ; par ailleurs, Tomolin (1995) signale que la *Perna perna* d'Afrique du sud montre une faible croissance en hiver.

Par ailleurs, la température relativement forte, combinée à la vitesse trophique du milieu, agirait en faveur de la croissance gonadique.

Selon Shafee (1980) la croissance chez les bivalves obéit à des processus complexes : en plus de la température, de la nourriture et des périodes de reproduction, divers autres facteurs, tels que le substrat, la profondeur et la turbidité de l'eau ne manquent pas d'influencer la croissance de ces invertébrés. Les principaux facteurs retenus par Heral et al (1987) et Seed et Sucluauch (1992) sont la température, la charge sestonique, la matière organique particulaire et la biomasse phytoplanctonique.

Les moules du littoral d'El kala montrent trois périodes d'émissions des gamètes : la première en octobre – mars, la deuxième en mars – avril et la troisième en juillet – août. Des données identiques ont été rapportées par Idhalla et al (1997) et Benomar et al (2006) dans la baie d'Agadir au Maroc. Nos résultats concordent avec ceux de Schwint et Griffiths (1991) et ceux de Gochet et Hiches (1999) sur les saisons et le nombre de période de pontes.

Nous notons, en revanche, des discordances avec les observations de Berry (1978), de Cayre (1981) ou de Lasiak (1986) sur les populations sud-africaines de la moule *Perna perna*. Ces différences trouvent leurs explications dans le fait que la moule *Perna perna* possède un cycle sexuel long pouvant comporter ou ne pas comporter de courte période de repos sexuel ; cette espèce présente par ailleurs un asynchronisme, des émissions intermittentes et une activité génitale qui varie selon les conditions climatiques et la latitude géographique (Schwint et Griffiths, 1991).

Selon Lasiak (1986) ces émissions asynchrones et intermittentes représenteraient une adaptation de l'espèce pour survivre aux caractéristiques imprévisibles des courants d'upwiling ; mais en revanche, les pontes principales seraient provoquées par l'augmentation de la température chez les espèces des mers froides ou par une baisse de cette dernière (Lubet et Aloui, 1987 ; Lubet, 1986) chez celles vivants dans les eaux tempérée et subtropicales.

Dans le Cap Ghir (de la baie d'Agadir) l'apport important en substances nutritives, provoqué par l'upwiling, et la forte production primaire de phytoplancton viennent appuyer l'hypothèse portant sur l'explication des pontes successives et asynchrones de l'espèce *Perna perna* de la Baie d'Aghadir.

Toutefois, d'autres paramètres biotiques et abiotiques, autres que la température, sont également à l'origine de ces émissions épisodiques chez les populations asynchrones (Velez et Epifanie, 1981), tel est le cas des blooms phytoplanctoniques imprévisibles (Griffith et Griffith, 1987).

Le facteur nutritionnel est, en effet, essentiel pour assurer un bon équilibre entre les réserves et les besoins énergétiques de la gamétogenèse (Lubet et al, 1986) d'autant plus que l'effort de reproduction chez les populations maximums de *Perna perna* a été évalué à 75% de la production totale (Hiches et al, 1993).

# CONCLUSION ET PERSPECTIVES

## Il ressort de cette étude que :

La croissance relative estimée par l'équation reliant la longueur totale au poids total de *Perna perna*, dans les deux sites, montre l'existence d'une allométrie minorante faisant ressortir que chez les bivalves le poids croît moins vite que la taille ;

L'évolution mensuelle de l'indice de condition des moules de chaque site montre l'existence de 3 pics (en automne, au printemps et en été) suivis d'une baisse importante des valeurs de l'indice; un décalage d'un mois est, par ailleurs, noté entre l'apparition du pic de chaque période entre les 2 sites ;

L'évaluation de l'indice de condition de « l'individu standard », fait apparaître que les valeurs présentées par les moules du site 1 (Mellah) sont plus élevées que celles des moules du site 2 (Messida) ;

L'étude histologique des gonades femelles révèle que la gamétogenèse montre des variations similaires dans les 2 sites ;

## En perspectives :

Il serait judicieux :

- D'étudier l'impact de certains paramètres physico chimiques (température, salinité, MES, chlorophylle a, matière organique...) sur la croissance des bivalves ;
- D'augmenter l'échantillon mensuel de l'animal standard et de mesurer l'ensemble des paramètres linéaires et pondéraux des spécimens ;
- D'étaler l'étude de la gamétogenèse à celle des mâles et approfondir l'étude histologique par une numération des différents types d'ovocytes qui caractérisent les différents stades de maturation ;
- D'étudier la dynamique des populations de moules de différentes moulières naturelles ;
- De constituer une base de données sur le cycle sexuel, la croissance, la dynamique des populations, la composition biochimique de la chair afin de pouvoir mieux interpréter les variations pouvant être engendrées par divers contaminants présents dans le milieu...

# BIBLIOGRAPHIE

**Abada-Boudjema, Y.M. 1983.** *Etude dynamique de deux populations de moules Mytilus galloprovincialis (Lmk) et Perna perna (L) de Bordj-El-Kiffan (Baie d'Alger). Thèse Doctorat 3ème cycle, Univ. Sci. et Technol. Houari Boumediène, Alger, 115 p.*

**Abada-Boudjema, Y.M. 1992.** Variations de l'index de condition chez deux espèces de moules *Mytilus galloprovincialis* Lmk. et *Perna perna* L. de la côte algéroise (Mollusca, Bivalvia, Mytilidae). *Proc. 9th Intern. Malacol. Congr.*, pp. 11-18.

**Abdellah Bouhaimi, Mohamed ID Halla, Abderrazak Kaaya, Michel Mathieu et Abdellatif Moukrim. 2000.** Etude comparative de deux population naturelles de moules *Perna perna* (L) et *Mytilus galloprovincialis* (LmK), dans la baie d'Agadir (Sud de Maroc) : Suivi de la croissance et de la dynamique de population. *Haliotis* 29 :27-41 (2000).

**Acuña A. C., 1976.** Crecimiento e indice de engorde del mejillon *Perna perna* L. Cultivado en el golfo de Cariaco, Venezuela. FAO. Fish Reprints, n°200.

**Acuña A. 1977.** Crecimiento e indice de engorde del mejillon *Perna perna* (L.) cultivado en el Golfo de Cariaco, Venezuela. *In* : Cooperative investigations of the Caribbean and adjacent regions. II., by Steward, H.B.Jr., ed. Symposium on progress in marine research in the Caribbean and adjacent regions, Caracas, Venezuela, 12-16 July 1976. Papers on fisheries, aquaculture and marine biology. *FAO Fish. Rep.*; 1977, 200: 1-10.

**Almada- Villela P.C., Davenport J. & Gruffydd L.L.D., 1982.** The effects of temperature on the shell growth of young *Mytilus edulis*. *Journal of experimental Marine Biology de Ecology* 59 :275-288

**Aloui-Bejaoui N., 1998.** Ecobiology de la population de moule *Mytilus galloprovincialis* (LmK, 1819) du lac de Bizerte. Thèse de doctorat d'université, Faculté des sciences de Tunis, 263 pp.

**Aloui – Bejaoui Nejla, Le pennec Marcel, Rezghi Salah, Maamouri Fadila. 2002.** Influence du cycle de reproduction et des conditions du milieu sur la croissance pondérale de

*Mytilus galloprovincialis* basée sur l'illustration d'un animal standard. Mar.Life 2002 – Vol 12 (1-2) : 47-57.

**Anderlini V.C., 1990.** The effet of sewadge on. trace metal concentrations and scope for growth in *Mytilus edulis aoteanus* and *Perna perna* from Wellington Horbour, New Zeland. Paper presented at the international conference on trace metals in the environment. G.E.Batley., 125:263-288.

**Ansell A. D.,& Bodoy A.,1979.** Comparison of events in the seasonal cycle for, *Donax vittatus* and *D.truculus*. Dans : Cyclic phenomena, in marine plants and animals, Proc. Europ. Mar. Bisl. Symp.,Naylor, E. et Hartno, R.G (eds). Pergamon Press, Oxford et New York, pp.191-198

**Ansell A.D.,Frenkiel L., et Moueza.M. 1980.** Seasonal changes in biochemical composition for the bivalve *Donax trunculus* (L) on the Algerian Coast.J. Exp. Mar. Biol. Ecol.,45 :105-116.

**Aouiden Assia. 2003.** Evaluation spatio-temporelle de quelques paramètres biométrique chez *Donax trunculus* (Mollusca bivalvia) dans un environnement pollué (Golfe d'Annaba).Thèse de Magistère. Université Annaba.

**Arnaud P., 1966.** Croissance comparée de *Mytilus galloprovincialis* LmK, de l'étang de Thau et de Salses – Leucate. Revue des travaux de l'institut des pêches Maritime, 30,357-374.

**Bailey, B., Koran, P. and Bradley, H. C., 1942.** The autolysis of muscle of highly active and less active fish.

**Baird R. H, 1958.** Measurement of condition in mussels and Oysters. J.Cons. Int. Explor.Mer 23 : 249 –257.

**Baird R. H,1966.**Factors affecting the growth and condition of mussels (*Mytilus edulis* L.).Fishery Investigations, Ministry of Agriculture Fisheries and food, London, Ser.II.,25 (2) :1-32.

**Baker, 1966.** Cytological technique. Methuen, London : 280p.

**Barkati S. et Ahmed M., 1989.** Reproduction of the mussel *Mytilus edulis* (L). From Lindaspollene, Western Norway. Pubbl. Oebalia 1989 –1990, Vol.XVI ,N.S :1 -14

**Bayne B.L., Sclerk P.N. & Worrall C.M., 1983.** Reproductive effort and value in different populations of the marine mussel, *Mytilus edulis* L. *Oecologia* (Berlin) 59 :18-26.

**Bayed A., & Guillou J., 1985.** Contribution à l'étude des populations du genre *Donax* : la population de *D.trunculus* L.(Mollusca, Bivalvia) de Mehdiya (Maroc). *Ann. Inst. Océanogr.*, Paris, 61(2) :139 - 147.

**Benbrahim M., 1982.** La reproduction chez la moule africaine *Perna picta* (Born., 1780). Mémoire de fin d'étude, I.A.V. Hassan II. 32 p.

**Beninger P. G., 1981.** Etude biochimique comparée de deux populations de bivalves : *Ruditapes decussatus* (L) et *Ruditapes philippinarum* (A. et R). Thèse 3ème cycle océanol., Univ. Bretagne Occident., Fr., 1-191.

**Benomar et al, 2006.** Cycle de reproduction de la moule africaine *Perna perna* (Mollusca, Bivalvia) dans la baie d'Agadir : Impact des rejets d'eaux usées domestiques et industrielles.

**Benzohra, M. 1993.** Les structures hydrodynamiques le long des côtes Algériennes. Workshop sur la circulation des eaux et pollution des côtes méditerranéennes du Maghreb, 9-11 novembre 1992, INOC : 33-44.

**Berry, P.F. 1978.** Reproduction, croissance, et production de la moule *Perna perna*, sur la côte Est de l'Afrique du Sud. Rapport d'investigation de l'Institut de Recherche d'Océanographie, Durban 48 :1 - 28.

**Beukema J.J., 1974.** Seasonal changes in the biomass of the macrobenthos of a tidal flat area in the Dutch Wadden sea. *Neth. J. Sea Res.*, 8(1) :94 - 107.

**Beukema J.J et de Bruin., 1977.** Seasonal changes in dry weight and chemical composition of soft parts of the tellinid *Macoma baltica* in the Dutch Wadden sea. *Neth. J. Sea Res.*, 11(1) :42 – 55.

**Bitar G. & Hannach, A., 1987.** Morphométrie et relations pondérales d'une moulière (*M.galloprovincialis* et *P.perna*) dans la région de Sidi R'bat (Maroc Atlantique). *Bulletin de l'Institut Scientifique*, Rabat, 11 :141 – 146.

**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 *Spisula subtruntata* (Da Costa) dans le golfe de Marseille (Méditerranée occidentale). *Tethys*, **11** (1) : 57-66.

**Boubezari, K. 1988.** Variations de l'index de condition chez *Perna perna* (L.) et *Mytilus galloprovincialis* (Lmk.) de la moulière naturelle de Bordj-El-Kiffan. Mém. DES, Institut des Sciences de la nature, Université des Sciences et de Technologie Houari Boumediène, Alger, 39 p.

**Boudarel W., 1948.** Les richesses de la mer : Technologie – Biologie et Océanographique. Edition : PAUL LECHEVALIER.

**Bougie P., 1976-.** Océanographie biologique appliquée l'exploitation de la vie marine. Edition : Masson. P17 – 23.

**Bouhaimi A.** Etude de la biologie des moules *Mytilus galloprovincialis* et *Perna perna* et validation de certains biomarqueurs (acétylcholinestérase et peroxydation lipidique) pour l'évaluation de l'état de santé de la baie d'Agadir. Thèse d'Etat., Univ. Ibn Zohr, Faculté des Sciences, Agadir, 2002, 187 p.

**Boukroufa. F., 1987-.** Reproduction et structure des populations de la moule *Perna perna* (Lubet, 1973) sur la côte Algéroise. Thèse de Magistère, U.S.T.H.B. Alger .140 p.

**Bourcart C. & Lubet P., 1965.** Cycle sexuel et évolution des réserves chez *Mytilus galloprovincialis* Lmk. 5Mollusque Bivalve). Rapport de la commission internationale pour l'exploration scientifique de la mer méditerranée, 18,155 – 158.

**Boyer A., 1986.** Les coquillages comestibles. Edition que sais-je? N°416, Presse Universitaire de France.125 p.

**Brake Jhon, Davidson Jeffrey, Davis Jonathan. 2004.** Field observation on growth, gametogenesis, and sex ratio of triploid and diploid. *Mytilus edulis*. *Aquaculture* 236 (2004) 179 – 191.

**Brown R. A, R Seed, R. J. O'Connor, 1976.** A comparison of relative growth in *Cerastoderma* (= *Cardium*) *edulis*, *Modiolus modiolus* and *Mytilus edulis* (Mollusca: Bivalvia). *J. Zool.* , 179: 297 – 315.

**Bucke D. 1972.** Some histological technique applicable to fish tissues. In: Diseases of fish, proceeding of symposium. (L.E. MAWDESLEY – THOMAS, ed). Acad . Press and Zool. Soc., New York and London, 30:135 – 189.

**Cayre P., 1978.** Etude de la moule *Perna perna* (L) et des possibilités de mytiliculture en République populaire du Congo. Cahiers ORSTOM série océanographique, 16 (1), 9 – 17.

**Cayre P. 1981.** Stocks de mollusques bivalves. In: Milieu et ressources halieutiques de la République Populaire du Congo, par Fontana, A., ed. Paros, Editions de l'ORSTOM, 1981, 313-322.

**Ceccherilli V. U., R. Rossi, 1984.** Settlement, growth and production of the mussel *Mytilus galloprovincialis*. Mar. Ecol . Prog . Ser., 16: 173 – 184.

**Cheng, L. T. 1931.** A preliminary note on the epithelium an dits adjascent structures of the fish's stomach in Spring and Winter. Contr. Biol. Lab. Sci. Soc., China, 7 : 305 – 313.

**Dagnelie P. 1986.** Analyse statistique à plusieurs variables. Gembloux, presses agronomiques, 362p.

**Dagnelie P. 1970.** Theories et méthodes statistiques: applications agronomiques (Vol. 2). Gembloux, presses agronomiques, 451 p.

**Dagnelie P. 2006.** Statistique théorique et appliqué. Tome 2: Inférences à une et à deux dimensions dimensions. Bruxelles- université DE BOECK et LARCIER: 659 p.

**Ficher. R. W. & Schneider. M. & Bauchot. M. L., 1987.** Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche en méditerranée et mer noire. Zone de pêche 37 –Révision 1:Végétaux et invertébrés. Publication préparée par le FAO. (Projet. GCP/JNT/422/EEC) Rome 1987. Vol 7. p317-714.

**Freon P., 197-.** Relations, tailles, poids, facteurs de condition et indice de maturité sexuelle. Doc. Sci. Cont .Rech. Oceanogr. Dakar – Thiorage. 68: 144 – 171.

**Gosling E., 1992.** The mussel *Mytilus*. Ecology, physiology, genetics and culture. Developments in aquaculture and fisheries Science 25. Elsevier, Amesterdam, 565 pp.

**Griffiths C.L., Griffiths R.J. 1987.** Bivalvia. In: Animal energetics, Vol. 2. Bivalvia through Reptilia, by Pandian, T.J. and Vernberg, F.J., eds. New York, Academic Press, 1987, 1-88.

**Headden, G.F. and MC Williams, E.1968.** A comparison of embedding waxes. J.Med. Lab. Technol., 25:250 – 262.

**Héral M., J. M. Deslous – Paoli, J. Prou, D. Razet., 1987.** Relations entre la nourriture disponible et la production de Mollusques en milieu estuarien: variabilité temporelle de la colonne d'eau. Haliotis, 16:149 – 158.

**Hicks D.W., Tunnellj. W., McMahon R.F. 1993.** Population dynamics of the nonindigenous brown mussel *Perna perna* in the Gulf of Mexico compared to other worldwide populations. *Mar. Ecol. Prog Ser.*; 1993, 211: 181-192.

**Hilbish T. J., 1986.** growth trajectories of shell and soft tissue in bivalves: seasonal variation in *Mytilus edulis* L. J. expl. Mar. Boil. Ecol., 96:103 – 113.

**Huberty C.J., 1994.** Applied discriminate analysis. New York, Wiley, 466p.

**Huxley J. S& Teissier G. 1936.** Terminologie et notation dans la description de la croissance relative.C. R. Société Biologie, 121 :934.

**Idhalla Mohamed, Bouhaimi Abdallah, Zekhnini Abderrahman, Narbonne Jean François, Mathieu Michel et Moukrim Abdellatif. 1997.** Etude du cycle de reproduction de deux espèces de moules *Perna perna* (Linné, 1758) et *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) dans la baie d'Agadir (Sud du Maroc). Haliotis 26 :51 –62.

**Jorge Caceres – Martinez, Antonio Figueras. 1998.** Long – term survey on wild and cultured mussels (*Mytilus galloprovincialis* LmK) reproductive cycles in the Ria de Vigo (NW Spain). *Aquaculture* 162 (1998) 141 – 156.

**Kautsky N., 1982.** Quantitative studies on the gonad cycle, fecondity, reproductive and recrutement in a Baltic *Mytilus edulis* L. Population. *Mar. Biol.*, 68 :143 – 160.

**Kaoubai Z., 1983.** Contribution à l'étude de reproduction chez *Mytilus galloprovincialis* (LmK.1819) de la région de Tamara – Maroc. Mémoire de fin d'étude, I.A.V.Hassan II. : 20p.

**Krichène Y., 1981.** Contribution à l'étude de la conchyliculture en mer : biologie comparée avec celle du milieu lagunaire et technique d'élevage. Thèse de doctorat. Institut National Agronomique de Tunis, 222 pp.

**Lamia Chaoui. 1993.** Etude de la reproduction de *Perna perna* (L) (*Mytilidae*) dans le golf de Annaba ; aspects écologique, histologique et biochimique. Thèse de Magistère (88 p). Université Annaba.

**Lasiak, T. 1986.** Les cycles reproducteurs de *Crassostrea intertidal* de Bivalves Cucullata (Soutenu, 1778) et *Perna perna* (Linnaeus,1758) de la côte de Transkei, Afrique Australe. Le Veliger 29(2) :226 – 230.

**Le Pennec M., 1981.** Les méthodes expérimentales induisant la ponte chez les mollusques bivalves marins. Haliotis, 11 :139 – 155.

**Loo L. O. & Rosenberg R.m. 1983.** *Mytilus edulis* culture, growth and production in Western Sweden. Aquaculture 35 :137 – 150.

**Lubet, P. 1959.** Recherches sur le cycle sexuel et l'émission des gamètes chez les mytilidés et les pectinidés (Moll. Bival). *Rev. Trav. Inst. Pêche Marit.* 23, 4, pp. 389-548.

**Lubet, P. 1963.** Physiologie des moules. *Bull. Soc.Sci. Vét. Med. Comp.* Lyon, 65, 1, pp. 31-62.

**Lubet P. 1970.** Cycles et rythmes sexuels chez les mollusques pélicypodes. Influence de milieu et étude expérimentale. *Annales de l'institut Michel Pacha*, 3 :24 –50.

**Lubet, P. 1973.** Exposé synoptique des données biologiques sur la moule *Mytilus galloprovincialis* (Lmk., 1819). *Synop. F.A.O. Pêche* 88.

**Lubet, P. 1981.** Action de la température sur le cycle de reproduction des lamellibranches. *Extrait Bull. Soc.Zool. France* 106, 3, pp. 283-291.

**Lubet P. & Aloui N. 1987.** Limites létales thermique et action de la température sur la gamétogenèse et l'activité neurosecrétrice chez la moule (*Mytilus edulis* et *Mytilus galloprovincialis*). Mollusques Bivalves. Haliotis, 16 :309 – 316.

**Lubet P., Aloui N., Karanaukhovan. 1986.** Etude expérimentale de l'action de la température sur le cycle de reproduction de *Mytilus galloprovincialis* Lmk. Comparaison avec *Mytilus edulis* L. *C.R. Acad.Sci. Paris*; 1986, 303: 507-512.

**Lucas A., 1965.** Recherche sur la sexualité des Mollusques Bivalves. Thèse Univ. Rennes, Fr : 1 – 35.

**Lucas A. et Beninger P.G., 1985.** the use of physiological condition indices in marine bivalve aquaculture. *Aquaculture*, 44 :187 – 200.

**Lunetta J. E., 1969.** Reproduction physiology of the mussel *Mytilus perna* (Mollusca lamellibrachia). *Zool : Biol. Mar. Sci Paul.* 0,26 : 33 – 111.

**Marques H.L.de A., Pereira R.T.L., Correa B.C. 1998.** Seasonal variation in growth and yield of the brown mussel *Perna perna* (L.) cultured in Ubatiba, Brazil. *Aquaculture* 169 (1998) 263 – 273.

**Martoja, R. and Martoja Pierson, M. 1967.** Initiation aux techniques de l'histologie animale. Masson : 345 p.

**Millot, C. 1987.** The circulation of the levantine intermediate water in the Algerian basin. *Journal of geophysical research*, 92(C8): 8265-8276.

**Millot, C. 1993.** La circulation générale en Méditerranée occidentale. Workshop sur la circulation des eaux et pollution des côtes Méditerranéennes du Maghreb. 9-11 novembre 1992, INOC. 29-30.

**Morchid A., 1987.** La reproduction des moules *Mytilus galloprovincialis* (LmK) en élevage dans le golf de Fos. Aspects biologiques, biochimiques et bioénergétiques. Thèse Univ. Aix - Marseille II faculté des sciences de Luminy. 110 p.

**Pallary P., 1921.** Histoire de la moule d'Afrique. *Bull. de la société d'histoire naturelle de l'Afrique du nord.* 5 : 105 – 115.

**Palm R., 2000.** L'analyse de la variance multivariée et l'analyse canonique discriminante : principes et applications. *Note stat. Inform. (Gembloux)* 2000/1, 40p.

**Poutiers. J. M.** Bivalves (Acéphales, Lamellibranches, Pélécy-podes). Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche en méditerranée et en mer noire. Zone de pêche 37. Révision 1. Volume 1.

**Refes Wahid. 1994.** Contribution à la connaissance de *Ruditapes decussatus* (Linnaeus, 1758) du lac Mellah (El-Kala, Algérie) : Ecologie, reproduction, dynamique de la population et exploitation. Thèse de Magistère. ISMAL (Insttit des Science de la Mer et de l'Aménagement du Littoral).

**Shafee M.S., 1992.** Production estimate of a mussel population *Perna picta* (Born) on the atlantic Coast of Morocco. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology.163 :183-197.

**Siddall, S. E. 1978.** Le développement de Hingeline dans les larves tropicales de moule du genre *Perna*. Démarche de l'association nationale 68 :86 de mollusques ey crustacés.

**Thompson R. J., 1984.** Production, reproductive effort, reproduction value and reproduction cost in a population of the blue mussel *Mytilus edulis* from a subantic environment. Marine Ecology Progress Series 16 :249 – 257.

**Tortell P., Orano C. E.,and Tabbu M., 1978.** World Fish. 27 :50.In. Chad W.and De La Cruz., 1980. Studies on the reproductive cycle of *Modiolus philippinarum* (Bivalvia :Mytilidae). KALIKASAN, philip. J. Biol. 9(2-3) :121 –136(1980).

**Ugateburu, G. C.et C.D. McQiaid. 1998.** Parasitisme et espèces présentées : épidémiologie des trématodes dans les moules intertidales *Perna perna* et *Mytilus galloprovincialis*. Journal de la biologie marine expérimentale 220 :47 – 65.

**Valli G .,Cerneca F.& Ferraantelli N., 1975.** Caracteritiche dell'accrescimento e del periodo riproduttivo in un allevamento sperimentale di *Mytilus galloprovincialis* Lam., Bolletino di Pesca. Piscicoltura e Idrobiologia, 30, 2, 299-313.

**Velez A.R., Epifanio C.E. 1981.** Effects of temperature and ration on gametogenesis and growth in the tropical mussel *Perna perna* (L). *Aquaculture*; 1981, 22: 21-26.

**Walne P.R., et Mann.R., 1975.** Growth and biochemical composition in *Ostre edulis* and *Crassostrea gigas*. In Proc.9th EUROP.Mar. Biol. Sym., ed.H.Barnes, Aberdeen University. Press, Aberdeen. Pp 587 - 607.

**Widdows, J. 1991.** Physiological ecology of mussel larvae. *Aquaculture*, 94, pp. 147-163.

**Wild DE. P.A.W.J., 1975.** Influence of temperature on behaviour, energy metabolism and growth of *Macoma balthica* L, Proc.9th Europ. Mar. Biol. Symp. ? M. Barnes Ed., Aberdeen Univ. Press : 239 – 256.

**Wilson J.H., 1977.** the growth of *Mytilus edulis* from Calingford Lough. Fisheries Investigations. Series B : Marine 17 :1 – 15.

**Wilson J.h & Seed R. 1974.** Reproduction in *Mytilus galloprovincialis* LmK (Mollusca :Bivalvia) in Carlinh Ford Lough, Northern Ireland. Irish Ficheriers Investigation, Series B (Marine), 15 :30 p.

**Wong W. H., Gheung S. G.. 2001.** Feeding rates and scope for growth of mussel *Perna viridis* (L.) and relation ship with food availability. In Kat O, Hong Kong. *Aquaculture* 193. (2001)123 – 137.

**X., 2003.** Minitab software statistique, version 14.1 pour windows.

**Yamada S. B., 1989.** *Mytilus californianus*, a new aquaculture species. *Aquaculture* 81 :275 – 284.

# ANNEXES

## ANNEXES DE LA PARTIE MATERIELS ET METHODES

### 1. Autres synonymes :

*Africains* (Favart, D'Herdingy, 1775) ;

*Mytilus leavigattus* (Gmelin, 1789) ;

*Mytilus afer* (Gmelin, 1789) ;

*Perna algerica* (Schumacher, 1817) ;

*Perna picta* (Born, 1780) ;

*Mya perna*, *Mytilus pictus* (Soutenu, 1780) ;

*Mytilus africanus* (Chemnitz, 1785) ;

*Mytilus elongatus* (Lamarck, 1817) ;

*Mytilus perna*, *Chloromya perna*, *Mytilus venezolanus* (Andreu, 1965) ;

### 2. Noms vernaculaires :

An : *Africain mussel* ;

Es : *Mejillon africano* ;

Fr. : *Moule d'Afrique* ;

Ma : *Bouzroug* ;

Us : *Brown mussel (moule brune)*.

### 3. Développement :

Lasiak (1986) a rapporté que *P.perna* se compose de deux sexes séparés qui peuvent être distingués surtout pendant la gamétogénèse par la couleur du manteau. Les moules se reproduisent par la fertilisation externe en déchargeant les spermatozoïdes et les œufs dans la colonne d'eau. Après fertilisation, des larves d'un véligère sont formées. Pendant quinze heures après fertilisation, des dents de la charnière sont bien développées et augmentent en nombre. La période critique pour le développement est pendant et après la métamorphose (Siddall, 1978b). La métamorphose de la moule brune est marquée par la sécrétion du byssus (filaments pour la fixation au substrat) entre le dixième et

le douzième jours (Siddall, 1979). La survie des larves dépend principalement de l'arrangement sur un substrat dur, habituellement une roche.

La phase initiale de la métamorphose se produit à des températures optimales comprises entre 10-30°C et des salinités variant de 30.9 à 32.1 ppt (Siddall, 1978b). La température optimale et les salinités retardent l'accomplissement de cette première étape accordant une plus grande quantité d'heure pour permettre aux larves de s'arranger sur un substrat (Siddall, 1979). Les larves s'arrangent en forme d'agrégats denses sur les rivages rocheux (Berry, 1978).

Salomao et autres (1980) ont rapporté que la tolérance de salinité chez les adultes de *P.perna* est entre 19-44 ppt. Alors que, les véligères ont une gamme de tolérance de salinité entre 15-55 ppt (Romero et Moreira, 1980).

La température à un effet plus néfaste que la salinité sur la survie des moules.

Pour *P.perna* la température durant la métamorphose des véligères est limitée entre 18°C à 30°C (Siddall, 1979). La tolérance de la température pour l'étape de véligère s'étend de 10°C à 30°C (Romero et Moreira, 1980).

#### **4. Taille maximale:**

La taille maximale de la coquille de *Perna perna* est influencée par la distribution verticale. Dans des zones intertidales, la moule atteint 90 mm ; et une taille maximale de 120mm est atteinte dans des zones sublittorales (Schurink et Griffiths, 1990).

La coquille de *Mytilus galloprovincialis* atteint une taille commune de 5 et 8 centimètres quant à la taille maximale elle peut atteindre 15 centimètres et plus,.

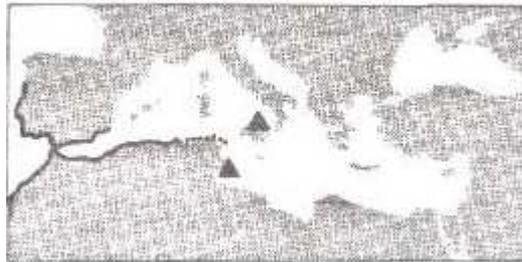
#### **5. Habitat des moules:**

Espèces **sessiles** (fixées à demeure), elles résistent aux courants, aux chocs des vagues et à l'arrachement grâce aux solides filaments du **byssus** qui sont soudés au rocher. Elles sont pourtant capables de se déplacer après avoir rompu une partie des filaments du byssus et avoir déposé un peu plus loin sur le rocher une substance protéique qui s'écoule dans le sillon postérieur du pied et se solidifie au contact de l'eau en formant des filaments; elle se hale ensuite sur ces nouveaux filaments.

La moule *Perna perna* habite un substrat dur de l'étage infralittoral, elle peut vivre jusque vers 100 mètres de profondeur (Ficher et *al*, 1987).

## 6. Répartition géographique :

*Perna perna* est une espèce à vaste répartition géographique dans le monde (Figure 1), (Boukroufa, 1987) : Le genre *Mytilus* est extrêmement répandu ; on en rencontre depuis les régions tropicales jusque dans les mers polaires.



**Figure 1:** Répartition géographique de *P.perna* (Lubet, 1973)

Le genre *Perna* se cantonne en atlantique tropicale et subtropicale : Maroc, Mauritanie, Sénégal, côtes de l'Amérique du Sud. Dans le bassin méditerranéen, elle est largement rependue sur les côtes d'Afrique du Nord, et particulièrement sur le littoral Algérois (Pérès et Picard, 1964). La présence de cette espèce a été signalée en méditerranée pour la première fois par Pallary (1921) et confirmée par Gruvel (1926). Son aire va de Gibraltar au Golf de Tunisie en méditerranée.

Au Maroc, pêche artisanale à la main ; 235 t/an (statistiques considérées comme nettement sous estimées) ; apparaît régulièrement sur les marchés. Rare et non exploitée en Tunisie et en Sicile (fiche FAO d'identification des espèces).

La récolte peut se faire aussi par chaluts de fond, dragues, râteaux ou à la main.

## 7. Espèces semblables dans la méditerranée

Dans la méditerranée on distingue deux espèces de moules semblables: *Mytilus edulis* et *Mytilus galloprovincialis*.

Tableau 1 : tableau descriptif de *Mytilus edulis* et *Mytilus galloprovincialis*.

	<i>Mytilus galloprovincialis</i> (Lamarck 18191)	<i>Mytilus edulis</i> (Linnaeus, 1758)
Taxonomie	<p>Embranchement : <i>mollusque</i></p> <p>Classe : <i>bivalve</i> ou <i>lamellibranche</i></p> <p>Ordre : <i>filibranche</i></p> <p>Famille : <i>mytilidae</i></p> <p>Genre : <i>Mytilus</i></p> <p>Espèce : <i>galloprovinsialis</i> (Lamarck, 18191)</p>	<p>Embranchement : <i>mollusque</i></p> <p>Classe : <i>bivalve</i> ou <i>lamellibranche</i></p> <p>Ordre : <i>filibranche</i></p> <p>Famille : <i>mytilidae</i></p> <p>Genre : <i>Mytilus</i></p> <p>Espèce : <i>edulis</i> (Linnaeus, 1758)</p>
Noms vernaculaires	<p><b>An:</b> Common mussel</p> <p><b>Es:</b> Mejillon</p> <p><b>Fr:</b> Moule commune</p>	<p><b>An:</b> Mediterranean mussel</p> <p><b>Es:</b> Mejillon mediterraneo</p> <p><b>Fr:</b> Moule mediterrannée</p>
Clé d'identification	<p>Deux valves symétriques, oblongues, noir-bleuâtre, parfois brunes</p> <p>Stries de croissance visibles à l'extérieur</p> <p>Intérieur blanc nacré, aux bords bleu foncé.</p> <p>Manteau orange, aux bords brun-jaune, festonnés</p> <p>Filaments de fixation qui sortent de la coquille : le byssus</p>	<p>Coquille large et arrondie, deux bords droits de part et d'autre de la charnière et le sommet des valves crochu. Coloration en général noir violacé extérieurement; intérieur gris bleuté à violacé.</p> <p>Son manteau est violacé sur les bords. Elle est aussi élevée à grande échelle, surtout en Méditerranée.</p>

<p>Forme</p>	<p>Zone postériodorsale des valves ne formant pas d'expansion aplatie; bord ligamentaire peu saillant; crochet peu aigu et non incurver; bord du manteau généralement brun jaunâtre.</p>	<p>Zone postériodorsale des valves tendant à former une expansion aplatie qui rend le bord ligamentaire plus saillant; crochet assez aigu et incurvé; bord du manteau généralement violet sombre.</p>
--------------	--	---



2. a



2. b

**Figure 2:** Répartition géographique de *Mytilus* (6a: *Mytilus galloprovincialis*, 6b: *Mytilus edulis*. (Fiche FAO d'identification des espèces)

## **8. Détermination des différentes échelles de maturité sexuelle :**

### **8. 1. Détermination de l'échelle de LUBET (1959) :**

Comporte trois stades :

STADE 1 : de période très courte, ce stade correspond à une reprise de l'ovogenèse ainsi qu'à la restauration des tubules gonadiques qui redeviennent apparente.

STADE 2 : le volume du manteau augmente histologiquement, on y trouve tous les stades de la gamétogenèse.

STADE 3. A. 1 : la gamétogenèse est très avancée et les gonades sont remplies de produits sexuels murs. Les ovocytes sont de formes polygonales.

STADE 3. A. 2 : la gamétogenèse est achevée, le volume des follicules est maximal, les ovocytes ont perdu leurs formes polygonales.

STADE 3. B : émission des gamètes. L'émission peut être totale ou partielle, il ne reste plus que les gamètes résiduels.

STADE 3. C : restauration de la gonade. Ce stade conduit à une nouvelle maturité.

STADE 3. D : il correspond à la période de repos sexuel, les gamètes résiduels sont phagocytés dans les tubules et on a prolifération du tissu de réserve.

### **8. 2. Détermination de l'échelle de QUAYLE (1969) :**

STADE 1 : ce stade comporte la phase de développement des gamètes dans des follicules ovariens jusqu'à leur maturité.

STADE 2 : ce stade est subdivisé en deux sous stades :

a. PONTE : les gamètes sont présent dans des conduits génitaux.

b. PONTE PARTIELLE HORS CONDITION : les follicules sont partiellement vides.

STADE 3 : ce stade est caractérisé par la vidange des follicules et la résorption des gamètes non émis. C'est l'émission.

## ANNEXES DE LA PARTIE RESULTATS

### 1. Analyses statistiques

#### 1. 1. Statistiques descriptives : Pchs; P chf; ... par mois

Variable	mois	N	Moyenne	EcarType	Minimum	Maximum
Pchs 1	1	30	0,6850	0,4547	0,2200	2,6400
	2	30	0,7547	0,2841	0,2100	1,3700
	3	30	0,4877	0,2150	0,1800	1,0500
	4	30	0,6620	0,2146	0,2300	1,1500
	5	30	1,1000	0,3203	0,5500	1,6900
	6	30	0,7833	0,1416	0,5800	1,0900
	7	30	0,9287	0,3241	0,0900	1,7100
	8	30	0,9740	0,2608	0,5900	1,6000
	9	30	1,549	1,604	0,090	9,230
	10	30	1,839	0,581	0,190	3,280
	11	30	1,577	0,763	0,130	3,080
	12	30	1,3357	0,4785	0,5100	2,6400
P chf 1	1	30	3,552	1,109	1,510	5,840
	2	30	4,788	1,762	1,630	8,230
	3	30	3,551	1,686	1,390	8,330
	4	30	4,677	1,394	1,830	7,090
	5	30	7,192	2,189	3,260	10,330
	6	30	5,261	1,020	3,390	7,530
	7	30	6,717	2,200	2,130	10,660
	8	30	3,919	1,010	2,050	6,110
	9	30	5,605	3,158	0,310	11,560
	10	30	8,697	3,020	0,630	17,050
	11	30	10,006	4,483	1,200	20,030
	12	30	10,05	5,88	3,01	28,70
Pcoq 1	1	30	11,673	3,796	4,940	19,910
	2	30	14,92	5,49	4,70	27,88
	3	30	11,85	5,76	4,05	29,57
	4	30	15,165	4,509	6,410	22,460
	5	30	20,07	6,08	9,58	32,34
	6	30	14,937	2,851	10,480	20,080
	7	30	14,26	5,53	3,84	28,74
	8	30	13,077	4,275	5,370	21,890
	9	30	17,98	9,20	1,74	36,61
	10	30	25,47	7,37	3,42	44,57
	11	30	29,69	18,73	3,10	85,90
	12	30	22,40	9,36	8,94	44,10
Pt 1	1	30	18,89	5,69	9,43	32,60
	2	30	23,36	8,78	9,37	40,75
	3	30	22,14	11,68	8,16	57,65
	4	30	30,91	10,08	12,77	46,94
	5	30	38,24	13,09	18,27	66,16
	6	30	28,94	6,29	19,35	40,82
	7	30	31,11	12,48	8,16	60,31
	8	30	26,12	9,79	9,30	46,70

	9	30	38,23	21,08	3,12	89,28
	10	30	54,22	17,01	6,19	96,08
	11	30	44,99	22,83	5,00	107,80
	12	30	37,46	13,17	19,38	74,29
E 1	1	30	2,0243	0,3133	1,3500	2,8500
	2	30	2,2683	0,3865	1,4000	3,0000
	3	30	2,0317	0,4473	1,4000	3,1000
	4	30	2,2970	0,3448	1,6500	3,2000
	5	30	3,057	0,555	1,400	4,100
	6	30	2,6917	0,2701	2,1000	3,3000
	7	30	2,2200	0,4074	1,4000	3,0000
	8	30	2,1950	0,4457	1,4500	2,9500
	9	30	2,372	0,694	0,800	3,600
	10	30	2,9133	0,4627	1,2000	3,6000
	11	30	3,770	0,661	2,000	4,600
	12	30	2,5833	0,3795	2,0000	3,4000
H1	1	30	2,5300	0,2635	2,0500	3,1500
	2	30	2,6917	0,3730	2,0500	3,8000
	3	30	2,4133	0,3486	1,8000	3,5000
	4	30	2,8047	0,2938	2,1000	3,5000
	5	30	3,4850	0,2795	2,8000	4,0000
	6	30	2,990	0,591	0,050	3,500
	7	30	2,6790	0,3713	2,0000	3,7500
	8	30	2,4247	0,2348	2,0000	2,8000
	9	30	2,902	0,621	1,250	3,950
	10	30	3,3010	0,4210	2,0000	4,2000
	11	30	3,7400	0,5157	2,3000	4,5000
	12	30	2,9467	0,3280	2,3000	3,5000
Lt 1	1	30	5,830	0,968	2,250	6,950
	2	30	6,585	0,932	4,400	8,500
	3	30	5,717	0,984	4,000	8,400
	4	30	6,948	0,899	5,050	8,500
	5	30	8,023	0,929	6,100	10,400
	6	30	6,927	0,747	6,050	9,950
	7	30	6,683	1,168	4,300	8,950
	8	30	5,908	0,782	4,500	7,500
	9	30	7,385	1,747	2,800	10,100
	10	30	8,282	1,084	3,900	9,950
	11	30	8,907	1,649	4,700	11,700
	12	30	7,085	0,932	5,300	9,300
Pchs 2	1	30	0,3633	0,1996	0,1000	0,8800
	2	30	0,6630	0,3269	0,2100	1,6300
	3	30	0,5747	0,2412	0,2200	1,3300
	4	30	0,4410	0,1214	0,1700	0,6600
	5	30	0,4487	0,1900	0,0400	0,8300
	6	30	0,4723	0,1599	0,0500	0,8400
	7	30	0,9287	0,3241	0,0900	1,7100
	8	30	0,8230	0,2551	0,0900	1,3900
	9	30	1,1143	0,2396	0,8000	1,9200
	10	30	0,7440	0,2360	0,3100	1,4500
	11	30	0,6717	0,4293	0,1000	1,8800
	12	30	0,5727	0,4524	0,1200	1,9000
P chf 2	1	30	2,230	1,196	0,560	5,780

	2	30	3,881	1,783	1,230	9,520
	3	30	3,851	1,246	1,790	6,160
	4	30	3,378	0,919	1,560	5,660
	5	30	2,823	1,198	0,190	5,350
	6	30	3,337	1,136	0,260	5,620
	7	30	4,718	1,705	0,410	8,920
	8	30	4,915	1,472	0,570	8,140
	9	30	6,959	1,285	5,040	10,350
	10	30	4,285	1,329	2,150	7,110
	11	30	3,191	0,877	2,060	6,050
	12	30	3,388	1,729	0,830	7,070
Pcoq 2	1	30	7,727	4,520	2,310	22,470
	2	30	12,508	4,644	4,890	24,380
	3	30	11,338	3,486	4,770	17,240
	4	30	11,250	2,693	6,280	16,040
	5	30	10,113	4,197	0,630	17,240
	6	30	9,814	3,287	0,940	15,160
	7	30	11,528	4,479	0,980	19,700
	8	30	9,261	3,083	1,110	18,600
	9	30	17,942	3,131	13,300	25,340
	10	30	10,916	2,884	5,730	15,510
	11	30	8,032	1,373	4,990	10,300
	12	30	7,321	3,132	2,330	14,010
Pt 2	1	30	14,98	7,19	4,95	30,75
	2	30	25,67	10,37	10,11	51,18
	3	30	21,39	6,90	9,00	34,97
	4	30	23,06	6,11	12,32	34,94
	5	30	20,65	9,16	1,23	37,59
	6	30	19,71	6,75	1,67	30,94
	7	30	25,14	9,98	1,63	46,82
	8	30	21,41	7,14	2,51	41,53
	9	30	39,29	7,85	27,96	59,57
	10	30	20,54	6,01	9,98	33,05
	11	30	15,917	3,379	10,000	25,000
	12	30	14,61	6,32	5,61	26,68
E 2	1	30	1,7407	0,4178	1,1000	3,1500
	2	30	2,1080	0,4104	1,4000	3,0000
	3	30	2,0383	0,3261	1,3500	2,9000
	4	30	2,1250	0,3349	1,5000	2,7300
	5	30	1,9343	0,4264	0,5500	2,5000
	6	30	2,2600	0,4438	0,8000	3,1000
	7	30	2,1187	0,5192	0,7000	2,9000
	8	30	1,9067	0,3884	0,7000	2,5500
	9	30	2,6167	0,3534	2,1000	3,6000
	10	30	2,0550	0,4223	0,7000	2,7000
	11	30	2,8033	0,2883	2,3000	3,7000
	12	30	2,068	0,716	1,050	3,500
H 2	1	30	2,3463	0,3204	1,7000	2,9000
	2	30	2,7243	0,3559	1,9900	3,5000
	3	30	2,5000	0,2889	1,9000	3,0500
	4	30	2,6100	0,2245	2,1500	3,0000
	5	30	2,4693	0,3291	1,7000	2,9000
	6	30	2,6933	0,3850	1,4000	3,2000

	7	30	2,5403	0,5282	1,3000	3,7000
	8	30	2,5333	0,2811	1,4000	2,9000
	9	30	2,9440	0,3539	2,3000	3,8000
	10	30	2,6267	0,4512	1,1000	3,3000
	11	30	3,0233	0,2079	2,6000	3,4000
	12	30	2,513	0,577	1,500	3,500
Lt 2	1	30	5,223	0,918	3,500	7,600
	2	30	6,496	0,975	4,850	8,200
	3	30	5,885	0,893	4,300	7,350
	4	30	5,901	0,645	4,500	7,200
	5	30	5,613	1,082	2,200	7,400
	6	30	5,630	0,921	2,300	6,800
	7	30	6,196	1,227	2,300	8,000
	8	30	5,967	0,842	2,800	7,650
	9	30	7,183	0,641	6,000	8,600
	10	30	5,980	1,005	3,500	7,800
	11	30	6,3433	0,5224	5,5000	7,5000
	12	30	5,672	1,155	3,700	7,700

## 1. 2. Statistiques descriptives : Pchs; P chf; ... par saison

Variable	saison	N	Moyenne	EcarType	Minimum	Maximum
Pchs 1	1	90	0,6424	0,3488	0,1800	2,6400
	2	90	0,8484	0,2991	0,2300	1,6900
	3	90	1,150	0,988	0,090	9,230
	4	90	1,5839	0,6461	0,1300	3,2800
P chf 1	1	90	3,964	1,638	1,390	8,330
	2	90	5,710	1,924	1,830	10,330
	3	90	5,413	2,549	0,310	11,560
	4	90	9,584	4,601	0,630	28,700
Pcoq 1	1	90	12,816	5,253	4,050	29,570
	2	90	16,723	5,196	6,410	32,340
	3	90	15,104	6,923	1,740	36,610
	4	90	25,85	13,02	3,10	85,90
Pt 1	1	90	21,463	9,150	8,160	57,650
	2	90	32,69	10,86	12,77	66,16
	3	90	31,82	15,87	3,12	89,28
	4	90	45,56	19,19	5,00	107,80
E 1	1	90	2,1081	0,3986	1,3500	3,1000
	2	90	2,6818	0,5101	1,4000	4,1000
	3	90	2,2622	0,5309	0,8000	3,6000
	4	90	3,0889	0,7156	1,2000	4,6000
H 1	1	90	2,5450	0,3475	1,8000	3,8000
	2	90	3,0932	0,5008	0,0500	4,0000
	3	90	2,6684	0,4763	1,2500	3,9500
	4	90	3,3292	0,5347	2,0000	4,5000
Lt 1	1	90	6,044	1,027	2,250	8,500
	2	90	7,299	0,996	5,050	10,400
	3	90	6,659	1,416	2,800	10,100
	4	90	8,091	1,459	3,900	11,700
Pchs 2	1	90	0,5337	0,2876	0,1000	1,6300

	2	90	0,4540	0,1584	0,0400	0,8400
	3	90	0,9553	0,2980	0,0900	1,9200
	4	90	0,6628	0,3871	0,1000	1,9000
P chf 2	1	90	3,321	1,615	0,560	9,520
	2	90	3,179	1,108	0,190	5,660
	3	90	5,531	1,797	0,410	10,350
	4	90	3,621	1,425	0,830	7,110
Pcoq 2	1	90	10,524	4,672	2,310	24,380
	2	90	10,393	3,466	0,630	17,240
	3	90	12,910	5,147	0,980	25,340
	4	90	8,756	2,994	2,330	15,510
Pt 2	1	90	20,680	9,322	4,950	51,180
	2	90	21,139	7,507	1,230	37,590
	3	90	28,61	11,36	1,63	59,57
	4	90	17,023	5,920	5,610	33,050
E 2	1	90	1,9623	0,4148	1,1000	3,1500
	2	90	2,1064	0,4219	0,5500	3,1000
	3	90	2,2140	0,5169	0,7000	3,6000
	4	90	2,3089	0,6130	0,7000	3,7000
H 2	1	90	2,5236	0,3553	1,7000	3,5000
	2	90	2,5909	0,3296	1,4000	3,2000
	3	90	2,6726	0,4413	1,3000	3,8000
	4	90	2,7211	0,4871	1,1000	3,5000
Lt 2	1	90	5,868	1,057	3,500	8,200
	2	90	5,7148	0,9004	2,2000	7,4000
	3	90	6,449	1,066	2,300	8,600
	4	90	5,998	0,964	3,500	7,800

## 2. Analyses statistiques d'un animal standard

### 2. 1. Statistiques descriptives : Lt; Pt; ... par saison

Variable	saison	N	Moyenne	EcarType	Minimum	Maximum
Lt 1	1	3	6,1867	0,0153	6,1700	6,2000
	2	3	6,2500	0,1600	6,0900	6,4100
	3	3	6,270	0,207	6,100	6,500
	4	3	6,4433	0,0513	6,4000	6,5000
Pt 1	1	3	22,12	2,31	20,45	24,76
	2	3	22,33	2,39	19,58	23,92
	3	3	29,36	4,11	24,97	33,12
	4	3	26,83	10,61	15,00	35,50
Pcoq 1	1	3	14,410	1,231	13,550	15,820
	2	3	14,09	4,52	10,44	19,14
	3	3	17,51	5,85	11,31	22,92
	4	3	14,21	3,75	10,00	17,20
Pchf 1	1	3	4,327	0,274	4,010	4,490
	2	3	3,867	0,546	3,470	4,490
	3	3	5,113	1,028	4,480	6,300
	4	3	5,857	1,279	4,500	7,040
Pchs 1	1	3	0,7000	0,0800	0,6200	0,7800

	2	3	0,5833	0,1002	0,4800	0,6800
	3	3	1,063	0,211	0,820	1,200
	4	3	1,090	0,605	0,490	1,700
Lt 2	1	3	6,1567	0,0723	6,1100	6,2400
	2	3	6,2367	0,0306	6,2100	6,2700
	3	3	6,2233	0,1041	6,1400	6,3400
	4	3	6,2400	0,0458	6,1900	6,2800
Pt 2	1	3	22,317	1,244	20,880	23,060
	2	3	25,593	0,646	24,930	26,220
	3	3	25,82	4,87	22,38	31,39
	4	3	18,26	3,26	15,48	21,85
Pcoq 2	1	3	11,497	0,918	10,440	12,100
	2	3	13,64	2,06	12,18	16,00
	3	3	11,77	2,57	9,77	14,67
	4	3	9,62	1,80	7,92	11,50
Pchf 2	1	3	3,513	0,376	3,230	3,940
	2	3	3,723	0,360	3,370	4,090
	3	3	5,323	0,440	4,980	5,820
	4	3	3,877	0,815	3,000	4,610
Pchs 2	1	3	0,6033	0,0493	0,5700	0,6600
	2	3	0,5267	0,0404	0,4800	0,5500
	3	3	0,8900	0,0458	0,8500	0,9400
	4	3	0,6267	0,1721	0,4900	0,8200

### 3. Analyse de la variance de l'indice de condition en fonction des mois

Analyse de la variance pour IC, en utilisant la SC ajustée pour les tests

Source	DL	SC	CM	F	P
Régression	1	184770	184990	5,70	0,0019
Erreur résid	358	11620110	32459		
Total	359	115140			

### 4. Modèle linéaire généralisé : SR en fonction de site

Analyse de la variance pour SR, en utilisant la SC ajustée pour les tests

Source	DL	SC séq	SC ajust	CM ajust	F	P
site	1	0,0001	0,0001	0,0001	0,00	0,985
Erreur	22	6,1956	6,1956	0,2816		
Total	23	6,1957				