

Mémoire

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

Option : Synécologie fonctionnelle des communautés et parasitisme en milieu aquatique

Présente a

l'UNIVERSITE BADJI-MOKHTAR, ANNABA

Faculté des sciences

Département des sciences de la mer

Laboratoire d'écobiologie des milieux marins et littoraux

Thème

Etude de la croissance et du cycle de reproduction de la moule *Perna perna* dans le golfe d'Annaba et le littoral d'El Kala.

Présente : BENCHIKH Nadira

Devant le jury :

Président : M^{me} BOUSLAMA Zihad MC. Université Annaba

Promoteur : M. BENSOUILAH Mourad Pr. Université Annaba

Examineurs : M. OUALI Kheireddine MC. Université Annaba

M^{me} BELDI Hayette MC. Université Annaba

Année 2009

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION.....	1
2. MATERIEL ET METHODES.....	3
2.1. Zone d'études.....	3
2.1.1.Littoral d'El Kala.....	3
2.1.2.Golfe de Annaba.....	5
2.2. Matériel biologique.....	7
2.2.1. Position systématique et répartition géographique.....	7
2.2.2. Caractéristique de la moule <i>Perna.perna</i>	8
2.3. Stratégies d'échantillonnage.....	12
2.4. Mesure des paramètres physicochimiques de l'eau.....	12
2.5. Traitement des moules récoltées.....	15
2.6. Etude de la croissance.....	17
2.6.1. Distribution de fréquence de taille.....	17
2.6.2. Croissance linéaire.....	17
2.6.3. Croissance relative.....	18
2.6.4. Indice de condition.....	19
2.6.5. Sex-Ratio.....	19
2.7. Etude du cycle de reproduction.....	20
2.7.1 Maturation des gonades.....	20
2.7.2.Stades de la maturité sexuelle.....	21
2.7.3.Etude histologique.....	22
2.8.Analyse statistique.....	23

3.RESULTATS.....	24
3.1.Les paramètres physicochimique.....	24
3.1.1.La température.....	24
3.1.2.La salinité.....	24
3.1.3.L'oxygene dissous.....	25
3.1.4.Les matières en suspension.....	26
3.1.5.La chlorophylle a.....	26
3.2.Etude de la croissance.....	28
3.2.1. Distribution de fréquence de taille.....	28
3.2.2.Croissance linéaire.....	30
3.2.3.Croissance relative.....	37
3.2.4.Indice de condition.....	46
3.2.5.Sex-Ratio.....	49
3.3.Etude du cycle de reproduction.....	51
4.DISCUSSION.....	55
5.CONCLUSION ET PERSPECTIVE.....	64
Références bibliographique.....	65
Annexes.....	79

Liste des figures

Figure	Titres	pages
01	Carte montrant la situation géographique du littoral d'El kala	4
02	Carte montrant la situation géographique du site de l'Aouinate	4
03	Carte montrant la situation géographique du golfe Annaba.	6
04	Situation géographique site Cap de Garde au niveau du golfe Annaba.	6
05	Situation géographique du site H'naya au niveau du golfe Annaba.	6
06	<i>perna perna</i> (linne, 1758)	8
07	Disposition des insertions musculaires sur la coquille de <i>Perna perna</i> (A) et <i>Mytilus galoprovincialis</i> (B)	10
08	Charnière de la valve gauche	11
09	Radiomètres analytiques (Pionner 20 et Pionner 30)	12
10	Les différents paramètres linaires de <i>Perna perna</i>	16
11	Différenciation des gonades males et femelles chez la moule <i>Perna perna</i>	20
13	Variations spatio-temporelles de la température de l'eau	24
14	Variations spatio-temporelles de la salinité de l'eau	25
15	Variations spatio-temporelles des teneurs en oxygène dissous de l'eau	25
16	Variations spatio-temporelles des teneurs en M.E.S. dans l'eau	26
17	Variations spatio-temporelles des teneurs en Chlorophylle a	27
18	Distribution des fréquences de taille des moules récoltées dans le Cap de Garde	28
19	Distribution des fréquences de taille des moules récoltées à H'naya.	29
20	Distribution des fréquences de taille des moules récoltées à l'Aouinate.	30
21	Estimation de la longueur maximale de <i>P.perna</i> récoltée à H'naya	31
22	Estimation du coefficient de croissance (K) de <i>P. perna</i> récoltée à H'naya.	22

23	Tracé de la courbe de croissance de <i>P. perna</i> de H'naya réalisé à partir des paramètres de croissance calculés.	32
24	Distribution des fréquences de longueur restructurées et courbe de croissance chez <i>P. perna</i> provenant de Laouinette (données obtenues à l'aide du logiciel ELEFEN-I pour $L_{\infty}=105.33$ mm et $K=1.8$ ans ⁻¹).	33
25	Estimation de la longueur maximale de <i>P. perna</i> de l'Aouinate.	33
26	Estimation du coefficient de croissance (K) de <i>P. perna</i> de l'Aouinate.	34
27	Tracé de la courbe de croissance de <i>P. perna</i> récoltée à l'Aouinate réalisé à partir des paramètres de croissance calculés.	34
28	Distribution des fréquences de longueur restructurées et courbe de croissance chez <i>P. perna</i> provenant du Cap de Garde (données obtenues à l'aide du logiciel ELEFEN-I pour $L_{\infty}=91,82$ mm et $K=0,61$ ans ⁻¹).	35
29	Estimation de la longueur maximale de <i>P. perna</i> provenant du Cap de Garde	36
30	Estimation du coefficient de croissance (K) de <i>P. perna</i> du Cap de Garde	36
31	Tracé de la courbe de croissance de <i>P. perna</i> récoltée au Cap de Garde réalisé à partir des paramètres de croissance calculés.	37
32	Régression entre la longueur totale et la largeur chez la moule <i>P. perna</i> provenant du littoral Nord-Est algérien.	40
33	Régression entre la longueur totale et l'épaisseur chez la moule <i>P. perna</i> provenant du littoral Nord-Est algérien.	41
34	Régression entre la largeur et l'épaisseur chez la moule <i>P. perna</i> provenant du littoral Nord-Est algérien.	43
35	Régression entre la longueur totale et le poids total chez la moule <i>P. perna</i> récoltée à H'naya	44
36	Régression entre la longueur totale et le poids total chez la moule <i>P. perna</i> récoltée au Cap de Garde	45
37	Régression entre la longueur totale et le poids total chez la moule <i>P. perna</i> provenant de l'Aouinate.	45
38	Variations spatiotemporelles des valeurs de l'indice de condition des moules récoltées dans le littoral Nord-Est algérien.	48

39	Variations spatio-temporelles des valeurs du sexe ratio des moules récoltées dans le littoral Nord-Est algérien	50
40	Coupe histologiques montrant les différents stades du développement de la gonade male chez la moule <i>Perna perna</i> .	53
41	Coupe histologiques montrant les différents stades du développement de la gonade femelle chez la moule <i>Perna perna</i> .	54
42	Répartition géographique de <i>P.perna</i> (Linne, 1758).	79
43	Structure et anatomie d'une moule	80

Liste des symboles

Symboles	Définitions
T°C	Température (en degré Celsius)
h	Heure
mm	Minute
O ₂	Oxygène dissous
fig	Figure
tab	Tableau
g	Gramme
mg	Milligramme
ml	Millimètre
cm	Centimètre
<i>et al</i>	Et collaborateurs
SR	Sex-ratio
K	Coefficient de croissance
L _∞	Longueur asymptotique
Pt	Poids total
La	Largeur
Lt	Longueur total
Ep	Epaisseur

Liste des tableaux

Tableaux	Titres	pages
1	Modèle linéaire généralisé appliquée pour l'ensemble des sites en fonction de facteurs physicochimique (O ₂ dissous, MES, chlorophylle a, température, salinité) chez la moule <i>P. perna</i> du littoral Nord Est Algérien.	27
2	Paramètres de croissance de <i>Perna perna</i> au Cap de Garde, H'naya et l'Aouinate.	30
3	Équation de régressions reliant, deux à deux longueur totale (Lt), largeur (La) et épaisseur (Ep), chez la moule <i>P. perna</i> récoltée dans le littoral Nord-Est algérien.	38
4	Équation de régression reliant la longueur totale (Lt) et le poids total (Pt), chez <i>P. perna</i> provenant du littoral Nord-Est algérien.	43
5	Résultats de AV2 appliquée sur les paramètres linéaires et pondéral en fonction de sites et des mois chez la moule <i>P. perna</i> au niveau du littoral nord Est Algérien .	46
6	Variations mensuelles de l'indice de condition (m±s, n=10) chez <i>P. perna</i> récoltée dans le littoral Nord-Est algérien.	47
7	Résultats de AV2 applique dans la comparaison de l'indice de condition IC en fonction de sites et de mois pour la moule <i>P. perna</i> au littoral Nord Est Algérien.	48
8	Résultat de la GLM appliquée pour l'indice de condition en fonction des paramètres physicochimique chez la moule <i>P. perna</i> au littoral Nord Est Algérien	49
9	Résultats de AV2 appliquée pour la comparaison du sex-ratio (S/R) en fonction des mois et des sites	50
10	Résultats des différents stades sexuels de la moule <i>Perna perna</i> observe en histologie pour chaque site et par sexe	52
11	Répartition des périodes d'émission des gamètes, chez les bivalves, selon les différentes aires géographiques	61
12	Prametres de croissance de Von Bertalenffy de la moule <i>P. perna</i> et d'autres especes de moules dans la literature dans differentes regions .	62
13	Caractères distinctifs entre la musculature de <i>M. galloprovincialis</i> et de <i>Perna perna</i> (Linne, 1758)	80

14	Données météorologiques (Office National de la Météorologie, 2008)	81
15	Protocole pour l'histologie; d'hydratation et inclusion des tissu gonadique	81
16	Protocole pour l'histologie; d'hydratation et inclusion des tissu gonadique	82

Résumé

Ce travail vise à étudier l'impact de certains paramètres physico chimiques (température, oxygène dissous, salinité, MES et chlorophylle a) sur la croissance et le cycle sexuel de la Moule *P. perna* récoltée dans le Golfe d'Annaba et dans le littoral d'El Kala.

Les résultats de l'analyse des paramètres physicochimiques de l'eau nous ont permis de mettre en évidence des fluctuations saisonnières et des relations étroites entre certains paramètres mesurés. L'analyse statistique des données montre l'existence de corrélations positives entre la température et la salinité, entre la chlorophylle a et la température; mais, en revanche, une corrélation négative entre l'oxygène dissous et la salinité.

L'évaluation de l'intensité de la liaison entre les différents paramètres linéaires de la coquille (longueur, largeur et épaisseur de la moule *P. perna*) a permis de mettre en évidence que la croissance est plus rapide en longueur qu'en largeur et en épaisseur. En ce qui concerne la relation entre la largeur et l'épaisseur, les moules du Cap de Garde et de H'naya montrent une isométrie illustrée par une croissance proportionnelle de ces deux paramètres ; mais, en revanche, celles de l'Aouinate montrent une allométrie minorante témoignant d'une croissance lente de l'épaisseur par rapport à celle de la largeur.

L'évaluation de l'intensité de la relation entre la longueur totale et le poids total chez la moule *P. perna* provenant des l'ensemble des sites, révèle l'existence d'une allométrie minorante entre ces deux paramètres ($b < 3$) témoignant de l'augmentation de la taille des individus plus rapide que celle du poids.

L'évaluation des paramètres de croissance (par l'application de l'équation de Von Bertalanffy) nous a permis de déterminer que le coefficient de croissance le plus élevé est relevé à l'Aouinate (1.82 ans^{-1}) suivi du Cap de Garde ($0,61 \text{ ans}^{-1}$) et enfin de H'naya ($0,35 \text{ ans}^{-1}$). Les taux de croissance obtenus dans la présente étude seraient relativement très élevés quand on les compare à ceux rapportés pour la même espèce *P. perna* dans différentes régions.

Dans l'ensemble de nos sites d'étude, l'étude histologique des gonades montre que la moule *P. perna* présente un cycle sexuel étalé sur toute l'année avec deux périodes de ponte, l'une au printemps et l'autre en automne. Cette émission de gamètes coïncide avec la chute de l'indice de condition et la restauration des gonades.

Les différences relevées entre les trois sites concernant les divers paramètres mesurés dans le cadre de cette étude seraient liées aux paramètres physico chimiques tels que la température de l'eau, les MES et la chlorophylle a et éventuellement au stress environnemental.

Mots clés : Moule ; *Perna perna* ; Littoral d'El Kala ; Golfe d'Annaba ; Cycle sexuel ; croissance ;

Summary

This work aims at studying the impact of certain physico parameters - chemical (temperature, oxygen dissolved, salinity, MY and chlorophyl a) on the growth and the sexual cycle of the Mussel *P. perna* collected in the Gulf of Annaba and the littoral of El Kala.

The results of L`analyzes physico-chemical parameters of L`water enabled us to highlight seasonal fluctuations and close relationships between certain measured parameters. L`statistical analysis of the data shows the existence of positive correlations between the temperature and salinity, between chlorophyl has and the temperature; but, on the other hand, a negative correlation between L`dissolved oxygen and salinity.

The evaluation of L`intensity of the connection between the various linear parameters of the shell (length, width and thickness of the mussel *P. perna*) made it possible to highlight which the growth is faster in length than out of dispatcher and thickness. With regard to the relation between the width and the thickness, the moulds of the Cape de Garde and H`naya show a isometry illustrated by a growth proportional of these two parameters; but, on the other hand, those of Aouinate show an undervaluing allometry testifying to a slow growth thickness compared to that of the width.

L`evaluation of L`intensity of the relation between the overall length and the total weight in the mussel *P. perna* coming as of the whole of the sites, reveals L`existence D`an allometry undervaluing between these two parameters ($b < 3$) testifying to the increase in the size of the individuals faster than that of the weight.

The evaluation of the parameters of growth (by the application of the equation of Von Bertallanfy) enabled us to determine that the highest coefficient of growth is raised in Aouinate (1.82 years⁻¹) follow-up of the Cape de Garde (0,61ans⁻¹) and finally of H`naya (0,35 years⁻¹).

The growth rates obtained in the present study would be relatively very high when one compares them with those brought back for the same species *P. perna* in various areas. In the whole of our sites D`study, the histological study of the gonades watch that *P. perna* moulds it presents a sexual cycle spread out over any L`year with two periods of laying, one in spring and the other in autumn. This emission of gamètes coincides with the fall of the index of condition and the restoration of the gonades.

The differences raised between the three sites concerning the various parameters measured within the framework of this study would be related to the physico parameters - chemical such as the temperature of water, them MY and chlorophyl has and possibly with the environmental stress.

Key words: Mould; *Perna perna*; Littoral of El Kala; Gulf of Annaba; Sexual cycle; growth

ملخص

يهدف هذا العمل إلى دراسة أثر بعض المعايير الفيزيائية والكيميائية (درجة الحرارة والأكسجين المذاب ، والملوحة MES الكلوروفيل أ) على النمو الجنسي ، ودورة التكاثر الجنسي لبلح البحر *P. perna* جمعت في خليج عنابة وساحل القالة نتائج تحاليل المعايير الفيزيو كيميائية للمياه أتاحت لنا فرصة التعرف على التقلبات الموسمية ، والعلاقات الوثيقة لبعض المعايير.

التحليل الإحصائي للبيانات على وجود علاقة ايجابية متبادلة بين درجة الحرارة والكلوروفيل ا والملوحة ودرجة الحرارة وارتباط سلبي بين الأوكسجين والملوحة

تقيم شدة الارتباط بين مختلف معالم مختلف مقاييس القوقعة (الطول والعرض سمك لبلح البحر *P. perna* قد كشفت عن أن نمو أسرع في طولها وعرضها و في السمكها. وفيما يتعلق بالعلاقة بين العرض والسمك ، وبلح البحر *Hnaya cap de* تظهر isometrie يتضح من نمو نسبي لهذا المقسمان ، ولكن على الجانب آخر ، وتظهر في عينات تظهر *allometrie minorant* تظهر النمو البطيء للسمك مقابل عرض.تقيم شدة بين الطول الإجمالي والوزن الإجمالي لبلح البحر *P. perna* من جميع المواقع ، يكشف عن وجود مجموعة *allometrie minorant* بين هذين العاملين ب ($b < 3$) مما يعكس زيادة حجم الأفراد أسرع من وزنه . تقييم النمو *croissance linéaire* عن طريق تطبيق معادلة *Von Bertallafy* والتي بها استطعنا تقييم أعلى معامل للنمو للعينات ب 1.82 an^{-1} تليها *cap de garde* 0.61 an^{-1} واخيرا حنايا 0.35 an^{-1} .

معاملات النمو التي تحصلنا عليها في هذه الدراسة كانت عالية نسبيا بالمقارنة مع ذكرت لنفس النوع *P. perna* في مناطق مختلفة .

في جميع مواقع الراسية والنسيجية للغدد التناسلية اظهرت ان بلح تلك التي البحر *P. perna* تظهر دورة على طول العام مع فترتين من الإباظة واحدة في الربيع والاخرى في الخريف وافراز البويضات يتوافق مع انخفاض *condition et la restauration des gonades*. l'indice de الثلاثة بالنسبة لمختلف العوامل المقاسة في هذه الدراسة يكون متعلق بمختلف المعايير الفيزيو كيميائية مثل درجة الحرارة الماء ,MES, كلوروفيل او الاجهاد البيئي .

الكلمات الرئيسية :

بلح البحر *Perna perna* - ساحل القالة- خليج عنابة -دورةالجنسية - النمو

1. Introduction :

Les poissons et les fruits de mer sont la deuxième source de protéines animales derrière la viande (International Commission on Microbiological specifications for food, 2000). L'exploitation des statistiques sur les produits de la pêche dans le monde, montre que les mollusques et les crustacés constituent la principale ressource d'invertébrés marins (Laubier, 1987).

Les moules sont sans doute le moyen le plus efficace de convertir la matière organique produite par l'organisme marin autotrophe situé au premier niveau de la chaîne alimentaire (phytoplancton) en une nourriture humaine agréable et riche.

Sans oublier que les moules sont considérées comme des espèces sentinelles elles sont utilisées comme indicateurs biologiques d'écosystèmes anthropisés. Elles sont, en effet, utilisées comme indicateurs biologiques dans des programmes de biosurveillance afin de mesurer le degré de pollution environnementale.

La moule *Perna perna* est depuis longtemps signalée sur les côtes d'Afrique du Nord, sous les noms de *Mytilus africanus* (Chemnitz) ou *Mytilus pictus* (Born). Lubet (1973) n'a pu trouver de différences entre les espèces *Perna perna* d'Amérique du sud et *Mytilus Africanus* d'Afrique. Ces populations semblent donc appartenir à une seule espèce *Perna perna* (Linne, 1758) ; cette espèce est largement répandue dans le monde puisqu'on la rencontre sur les côtes Est et Ouest de l'Atlantique tropical et subtropical : Mauritanie, Sénégal, Congo, Angola, Amérique du Sud (Antilles, Guyanne, Brésil) et sur les bords de la Méditerranée (côtes d'Afrique du Nord : Tunisie, Maroc, Algérie).

Les espèces *M. edulis* et *M. galloprovincialis* sont des mollusques bien étudiés (Bayene, 1976 ; Lubet, 1959, 1963, 1973, 1981 ; Lubet & Alloule, 1987 ; Morcuid, 1987 ; Barkatis et Ahmed, 1989 ; Naciri, 1990 ; Macdonald & Koehn, 1991) ; mais, en revanche, l'espèce *Perna perna* n'a pas fait l'objet de beaucoup de travaux mis à part l'étude sur son écologie par Siddal, (1980), sur sa reproduction et la structure de ses populations à Bordj el kiffan par Boukroufa (1987) et dans le golfe d'Annaba par Chaoui (1993).

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), dans une population donnée de moules, la dynamique pondérale est étroitement liée à l'activité reproductrice des individus; elle est perturbée chez les bivalves par les processus liés à la reproduction (Le Pennec, 1981). L'accumulation temporaire de réserves qui sont ensuite converties en gamètes puis expulsés dans le milieu naturel pour assurer la fécondation, occasionne une perte brutale du poids et un ralentissement, voire un arrêt de la croissance (Barille, 1996). Cet auteur suggère de séparer ces deux processus afin de déterminer avec précision l'influence des contraintes du milieu sur la croissance ou sur la reproduction. D'ou

l'intérêt d'entreprendre une étude de la croissance de la moule associée à une étude de la reproduction.

Le littoral extrême Nord Est algérien héberge la moule africaine *P. perna* ; cette dernière est répartie tout le long du littoral d'El Kala et du Golfe d'Annaba ; elle est rencontrée dans des zones fortement anthropisées et des zones indemnes d'anthropisation.

L'étude de la biologie et de la dynamique des populations de bivalves de cette espèce présente un intérêt scientifique indéniable; Les connaissances de leur cycle de reproduction et des paramètres environnementaux pouvant l'influencer peuvent constituer des données de base nécessaires pour toute exploitation commerciale de ce mollusque, ainsi que pour son utilisation dans la biosurveillance du littoral. Ces espèces sont depuis longtemps considérées comme sentinelles, à cause de leur immobilité relative et de leur sédentarité qui leur fait acquérir un large spectre de sensibilités à la pollution (Carpenter, 1924).

L'étude de la biologie de ces bivalves est utile à plus d'un titre du fait qu'elle représente le reflet d'une réponse plus globale de l'organisme et rendrait mieux compte des effets de la contamination sur l'organisme et potentiellement sur la population (Amiard et Amiard-Triquet, 2008).

On comprend l'intérêt de telles études quand on sait les qualités nutritives et les possibilités économiques que représentent les élevages de ces bivalves à plus grande échelle sur le littoral algérien.

Cette étude comporte 3 volets :

- ❖ Un suivi des paramètres physicochimiques des eaux du littoral extrême Nord Est algérien
- ❖ Une étude de la croissance des moules de l'espèce *Perna perna* ayant différentes origines
- ❖ Une étude histologique des gonades des moules *Perna perna* et l'impact des paramètres physico chimiques sur le cycle de la reproduction.

2. Matériel et méthodes:

2.1 Zone d'étude :

2.1.1 Le littoral d'El kala:

Le littoral d'El kala est situé à l'extrême nord-est de la côte algérienne; il s'étend de Cap Segleb (la frontière tunisienne) à l'Est au cap Rosa à l'Ouest; le plateau continental d'El kala est relativement étroit à l'Est et s'élargit à l'ouest; les isobathes -20 et - 100 sont, en effet, situés à 7km et atteignent 30 km à l'ouest (fig.1).

Le littoral d'El kala est, selon Manzella et la Violette, (1990), le siège d'intense transport de l'eau atlantique modifiée, coulant en surface vers l'Est et de l'eau levantine intermédiaire qui coule en profondeur vers l'Ouest ; le volume d'accumulation des eaux levantine intermédiaire et atlantique modifiée s'alterne durant les saisons; c'est, en effet, durant la période s'étalant de février à juin que le volume de l'eau levantine atteint son minimum pendant que celui de l'eau atlantique modifiée atteint son maximum (Manzella et la Violette,1990).

Le littoral d'El Kala reçoit très peu d'extrusions continentales en raison des faibles apports d'eau douce (rivières); toutefois, le lac El mellah évacue dans le littoral 180 millions de m³ d'eau saumâtre d'une salinité comprise entre 25 et 35‰ ; de ce fait, ce plan d'eau, qui effectue des échanges hydrodynamiques avec le littoral, a tendance à fertiliser ce milieu en sels nutritifs tout en diminuant la salinité de la bande côtière (Retima, 1998).

C'est à l'est de la ville d'El kala et à l'ouest de la plage de la Messida que se situe le site Aouinate (fig.2).

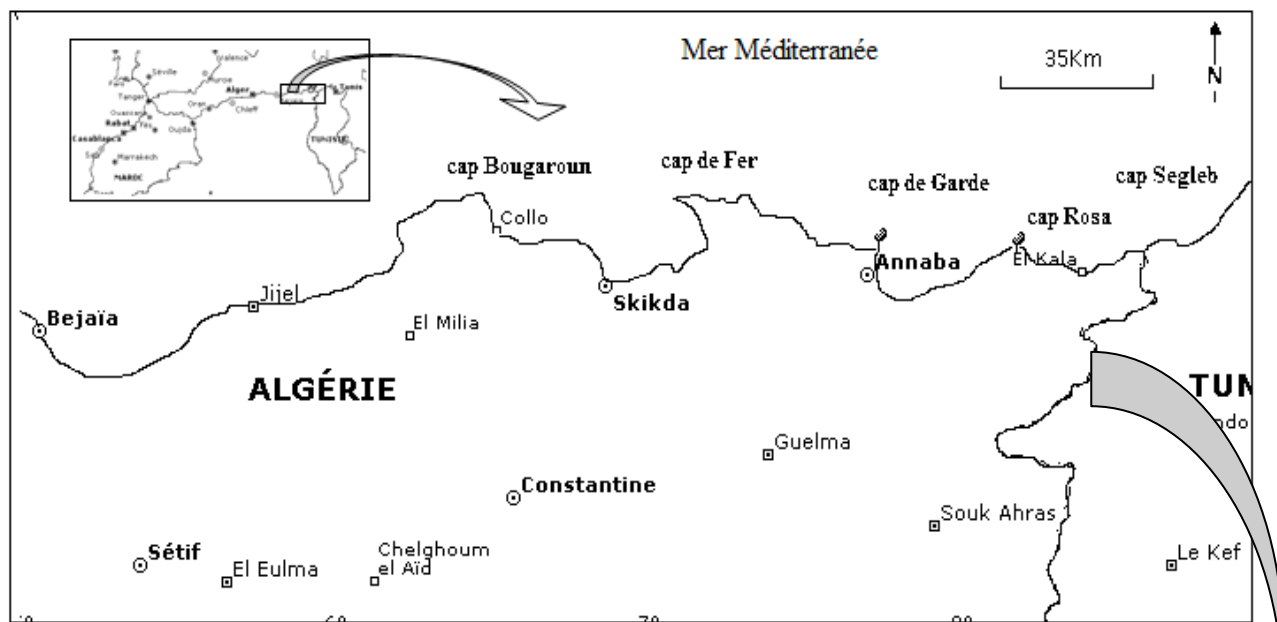


Figure 1: Carte montrant la situation géographique du littoral d'El kala.

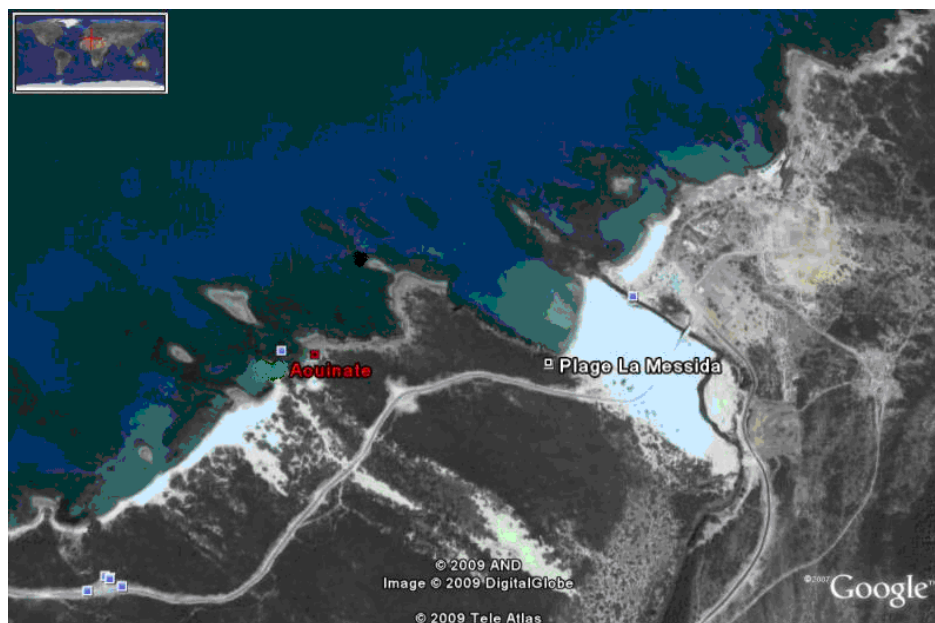


Figure 2 : Carte montrant la situation géographique du site de l'Aouinate

(Google, 2008 modifiée).

2.2.2 Le golfe d'Annaba:

Le golfe d'Annaba est limité à l'Est par le Cap Rosa ($8^{\circ} 15' E 36^{\circ} 58'N$) et à l'Ouest par le Cap de Garde ($57^{\circ} 16'E$ et $36^{\circ} 58'N$). La distance séparant les deux caps est d'environ 21.5 milles (40 Km) (fig .3).

La profondeur maximale des eaux est de 65 m. le plateau continental est accidenté et nettement restreint au nord du Cap de Garde (4.5 milles), puis s'élargit dans le golfe jusqu'à 1405 milles pour se rétrécir légèrement dans le Cap Rosa (Vaissiere et Fredj, 1963).

Du point de vue sédimentologie, il débute par du sable fin auquel succède une chaîne d'herbiers de posidonies, installées sur des substrats rocheux qui se continuent par des vases terrigènes molles mélangées à du sable ou des débris coquilliers (Maurin, 1961).

Selon Ghaidalia et Bourgeois (1961), la Méditerranée est une mer chaude où les écarts de la température entre les couches superficielles et les couches profondes sont relativement accentuées (jusqu'à moins de 400-500m). A cette profondeur la température se stabilise autour de 13° - $14^{\circ}C$. Par ailleurs, Ounissi *et al.*, (1998) rapportent que l'écart de la température, entre l'eau de surface et celle se trouvant à - 50 m, dépasse $4^{\circ}C$; quant à la salinité, la différence entre l'eau de surface et celle des profondeurs, elle n'excède pas 1‰.

Dans le golfe d'Annaba, il existe trois groupes de vents dominants: des vents de Nord-Ouest qui peuvent atteindre 9 nœuds et provoquer une hauteur de vague de l'ordre de 9 m ; des vents de Nord-Nord-Est, de 5 à 8 nœuds qui peuvent engendrer des tempêtes de courte durée ; Des vents d'Est, de 9 nœuds qui peuvent perturber la navigation et engendrer des avaries et des dégâts dans le port du fait de son ouverture orientée vers l'Est.

La baie d'Annaba reçoit des rejets de plusieurs industries installées sur le bassin versant de l'oued Seybouse en plus des rejets des produits phytosanitaires (FERTIAL) qui sont directement déversés dans le Golfe ; Elle reçoit également les eaux usées urbaines drainées par l'oued Bedjima et d'autres effluents répartis tout le long du littoral (rezgui Rachid, Rizi Amor, Lever de l'Aurore...).

Les deux sites retenus dans le cadre de cette étude sont localisés au niveau du Cap de Garde (fig.4) et au niveau de la plage H`naya (fig.5).

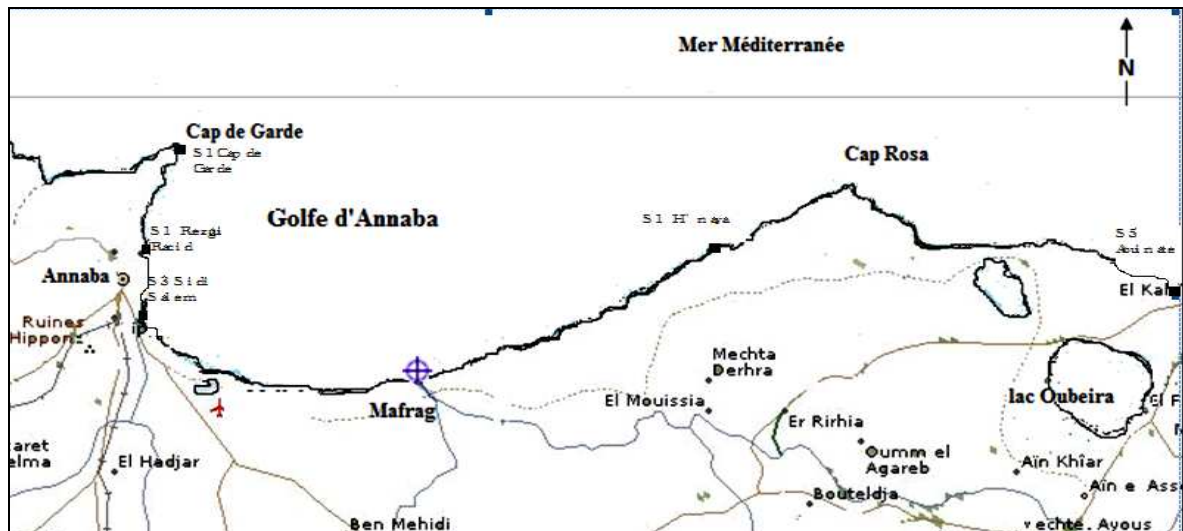


Figure 3: Carte montrant la situation géographique du golfe Annaba.

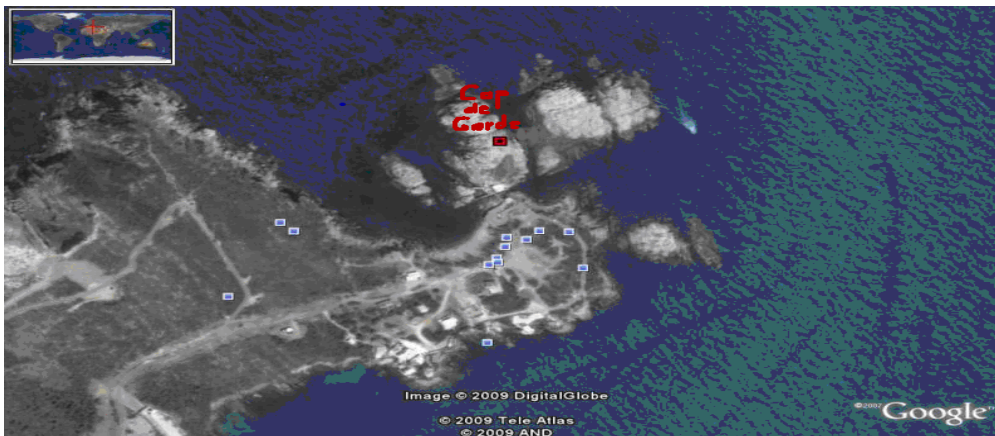


Figure 4: Situation géographique du site Cap de Garde au niveau du golfe Annaba.
(Google, 2008 modifiée)



Figure 5: situation géographique du site H'naya au niveau du golfe Annaba.
(Google, 2008 modifiée)

2.2. Matériel biologique:

2.2.1 Position systématique et répartition géographique

L'espèce *Perna perna* est un mollusque bivalve de la famille Mytilidae ;

- **Position systématique:**

Embranchement:	mollusque
Classe:	bivalve ou lamellibranche
Ordre:	filibranche
Famille:	Mytilidae
Genre:	<i>Perna</i>
Espèce:	<i>Perna perna</i> (Linne, 1758) (fig.6)

Autres synonymes: *Africans* (Favart, d'Herdigny, 1775); *Mytilus léavigattus* (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);

- **Répartition géographique**

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 répandue sur les côtes d'Afrique du nord, et particulièrement sur le littoral Algérois (Pérès et Picard, 1964) (Annexe 1). La présence de cette espèce a été signalée pour la première fois par Pallery (1921) et confirmée par Gruvel (1926). Son aire va de Gibraltar au golfe de Tunis en Méditerranée.

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



Figure 6: *Perna perna* (Linne, 1758)

2.2.2. Caractéristique de la moule *Perna perna*:

Chez la moule africaine *P. perna*, les composantes antérieures du muscle rétracteur s'attachent séparément sur la coquille laissant une empreinte de muscle discontinue, le muscle adducteur antérieure est absent chez toutes les espèces de *P. perna* (Siddall, 1980).

Les charnières consistent en une forte dent lamelliforme sur chaque valve. Périostracum brun fauve avec reflets verdâtre dans la région postérieure ; Intérieur des valves nacrés, blanc rosé (fig.8).

Le caractère principal permettant de séparer les genres *Perna* et *Mytilus* est le modèle d'empreinte laissé par le muscle sur la coquille (fig.7).

Laziak (1986) a rapporté que *P. perna* se compose de deux sexes séparés qui peuvent être distincts surtout pendant la saison de reproduction 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 des larves d'un véligère sont formées ; quinze heures après la fertilisation, des dents de la charnière sont bien développées et augmentent en nombre. La période critique pour le développement étant pendant et après la métamorphose (Siddall, 1978). La métamorphose de la moule brune est marquée par la sécrétion du byssus (filament pour la fixation au substrat) (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 et 30°C et des salinités variant de 30.9 à 32.1 ppt (Siddall, 1978). à température optimale et les salinités retardent l'accomplissement de cette première étape accordant plus de temps aux larves pour leur permettre de s'arranger sur un substrat (Siddall, 1979). Les larves s'arrangent en forme d'agrégats denses sur les rivages rocheux (Berry, 1987).

Selon Salamao et al., (1980), chez les adultes, la tolérance de salinité est comprise entre 19 et 44 ppt ; Les véligères ont une gamme de tolérance de salinité variant de 15 à 55 ppt (Roméo et Moreira, 1980).

La température à un effet plus néfaste, sur la survie des moules, que la salinité. 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 (Roméo et Moreira, 1980).

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

La moule *Perna perna* habite un substrat dur de l'étage infralittoral et peut être rencontrée jusqu'à 100 mètres de profondeur (Ficher et al, 1987).

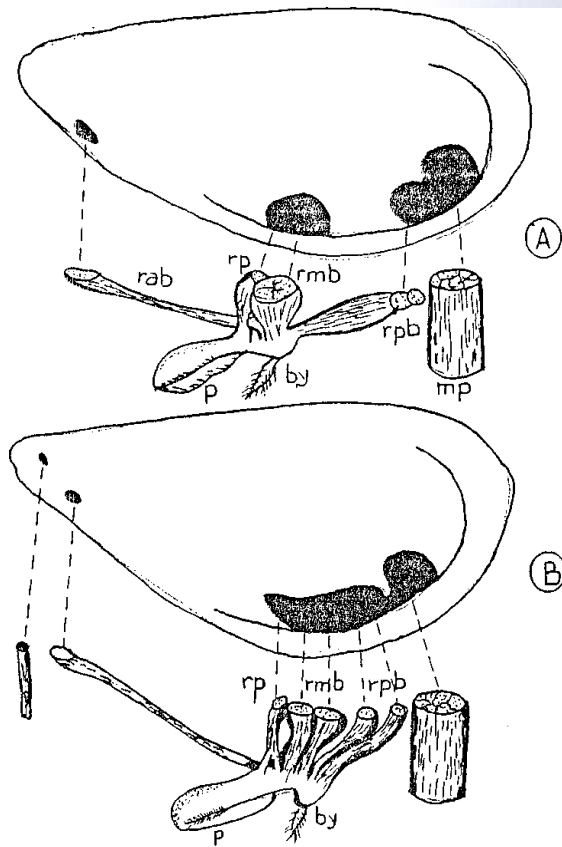
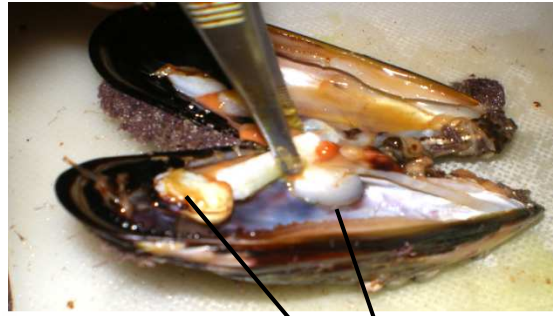


Figure 7 : Disposition des insertions musculaires sur la coquille de *Perna perna* (A) et *Mytilus galloprovincialis* (B)

- ma: muscle adducteur antérieur;
- mp: muscle adducteur postérieur;
- rad: rétracteur antérieur de byssus;
- rmb: rétracteur moyen de byssus;
- rpb: rétracteur postérieur de byssus;
- rp: rétracteur du pied.

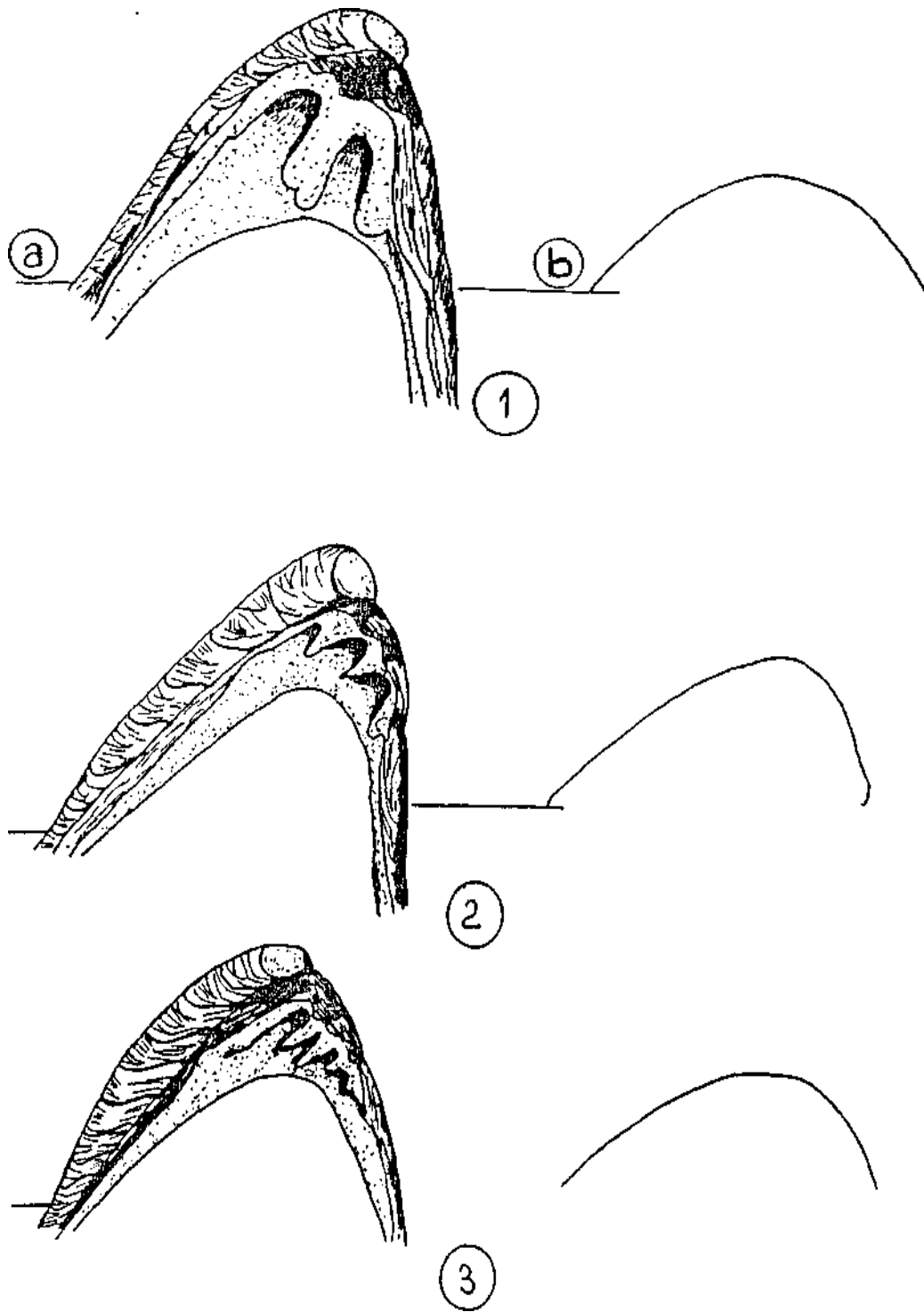


Figure 8:Charnière de la valve gauche.

1- *Perna perna*

2- *Mytilus galloprovincialis*

3- *Mytilus edulis*.

2.3 Stratégie d'échantillonnage:

Pour la réalisation de cette étude nous avons effectué un échantillonnage aléatoire mensuel de janvier 2008 jusqu'à décembre 2008.

La récolte de la moule *P. perna* est faite d'une façon artisanale à la main à raison de 50 individus/mois et par site.

Les moules sont transportées dans une glacière maintenue à basse température jusqu'au laboratoire ou elles sont triées, nettoyées et débarrassées de leurs épibiontes. Ensuite, elles sont pesées et mesurées.

Pour la réalisation de l'étude histologique des gonades nous avons prélevé, mensuellement et dans chaque site, les tissus ovariens de 5 à 6 moules de taille comprise entre 30 et 35 mm ; le tissu prélevé est conservé dans du Bouin alcoolique jusqu'à son traitement.

2.4 Mesure des paramètres physico-chimique de l'eau:

❖ Les paramètres physico chimiques mesurés sont : la température, la salinité, l'oxygène dissous, la matière en suspension et la chlorophylle a.

▪ Les mesures de la température (T°C), de la salinité et de l'oxygène dissous ont été réalisées «*in situ*» à l'aide de multi paramètres (Pionner 20 et pionner 30). Avant chaque mesure, l'appareil doit être calibré ; L'utilisation de cet appareil consiste à faire plonger la sonde dans l'eau, ensuite attendre quelques secondes la stabilisation de l'affichage sur l'écran avant de lire le résultat de la mesure sur l'écran.



Figure 9: Radiomètres analytiques (Pionner 20 et Pionner 30)

Les prélèvements d'eau destinés à l'analyse de la chlorophylle a et à la matière en suspension ont été effectués à l'aide d'une bouteille de 1.5 litres qui est conservée à l'abri de la lumière et maintenue à basse température dans une glacière.

Principe et méthode

La détermination de la matière en suspension dans l'eau a été réalisée par l'application de la méthode de pesée différentielle après filtration de l'échantillon sur un filtre en fibre de verre WHATMAN GF/C 47 µm de porosité.

Le filtre a été pesé avant et après filtration ; la différence de poids permet de connaître le poids sec total de la matière en suspension dans le volume filtré correspondant (Aminot et Chaussepied, 1983).

$$\text{MES (mg/l)} = \frac{p_2 - p_1}{V} \times 100$$

p_1 = poids du filtre avant filtration (mg).

p_2 = poids du filtre après filtration (mg).

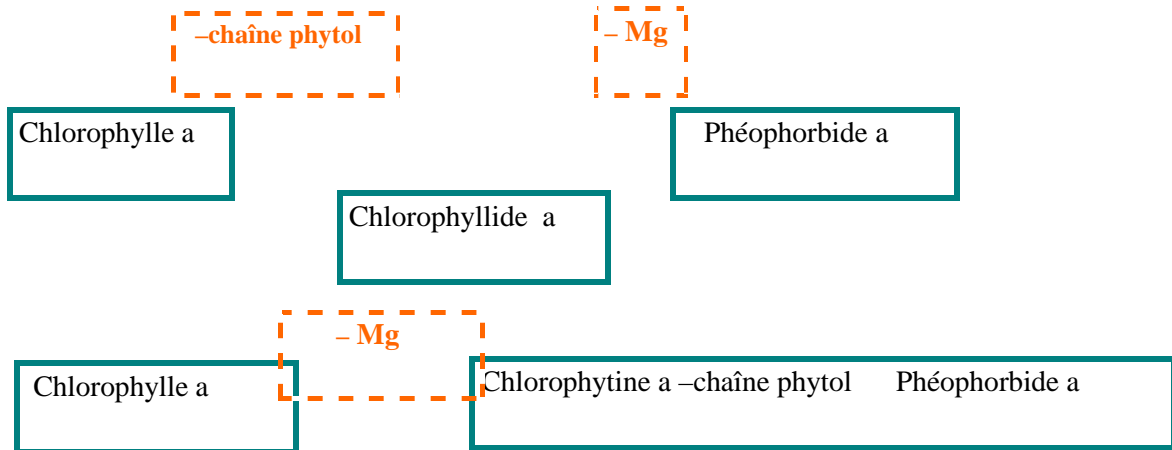
V = volume d'eau filtrée (litre).

- ❖ Dosage de la chlorophylle a dans l'eau se fait selon la Méthode monochromatique de LORENZEN (1967) à l'aide de solvant (acétone à 90%)

La détermination quantitative globale de la fraction particulière vivante dans les milieux aquatiques est importante pour l'étude et la compréhension des phénomènes écologiques pour cela, une estimation de la biomasse phytoplanctonique par voie chimique (par extraction et détermination des pigment photosynthétique) s'avère satisfaisante, plus simple et plus rapide que les méthodes basées, par exemple, sur le comptage des cellules. L'analyse des principaux

pigments chlorophylliens (chlorophylles a, b, c et leurs phéopigments) et celle des caroténoïdes nécessite l'extraction.

Pour la chlorophylle a, Yentsch (1967) résume la dégradation selon le schéma suivant:



L'acidification entraîne l'élimination des ions de magnésium et de la chaîne phytol.

☒ **Principe de la méthode**

La chlorophylle a est facilement et rapidement transformée en phéophytine par acidification, ce qui entraîne une diminution de l'absorption alors qu'aucune modification n'intervient pour la phéophytine acidifiée. La différence d'absorbance avant et après acidification permet donc de déterminer la teneur en chlorophylle a.

☒ **Mode opératoire**

- **Filtration:**

-filtrer l'échantillon d'eau brute à travers un filet ou un tamis de 200 à 250 µm de vide de maille ce qui permet l'élimination grossière du zooplancton.

-filtrer un volume connu d'échantillon (0.5 à 5 litres) sous vide, sur membrane en fibre de verre (WHATMAN GF/C 47 µm) recouverte au préalable d'une fine couche de carbonate de magnésium pour éviter l'altération de la chlorophylle.

- **Extraction:**

-Introduire la membrane filtrante dans un tube à centrifuger contenant 10ml d'acétone à 90%.

-déchiqueter le filtre à l'aide d'une baguette ou d'un tube en verre à embout coupant. Agiter vigoureusement pour disperser les fibres.

-Placer le tube à l'obscurité et au frais pendant une vingtaine d'heures de façon à permettre l'extraction de la chlorophylle.

-Après extraction centrifuger à 400 tr/min pendant 5 minutes.

-Transférer le surnageant dans la cuve du spectrophotomètre.

- **Mesure:**

- Effectuer les mesures d'absorbances des extraits aux longueurs d'ondes de 750 et 665 nm.

-acidifier par addition de 10µl d'acide chlorhydrique par ml d'extrait directement dans la cuve, agiter, attendre 6 min.

-mesurer les absorbances des extraits acidifiés à 750 et 665 nm.

- **Expression des résultats:**

Soustraire les absorbances lues à 750 nm avant et après acidification soit:

- **E1:** Absorbance corrigées avant acidification.

La teneur en Chlorophylle a se calcule ainsi:

$$\text{Chl a } (\mu\text{g / l}) = \frac{26.7 \times (E_1 - E_2) \times v}{V \times L}$$

V: volume d'eau filtrée (l).

v: volume d'acétone (ml).

L: longueur du trajet optique de la cuve de mesure (cm).

2.5. Traitement des moules récoltées:

Mesures et pesés de la moule

- La mesure des paramètres linéaires a été réalisée à l'aide d'un pied à coulisse à 1/20 mm de précision (fig.10):

- La longueur totale (L_t) correspondant à la plus grande distance; séparant le bord antérieur du bord postérieur de la coquille;
- La largeur (L_a) qui va de charnière dorsale au bord ventral;
- L'épaisseur maximale (E_p) qui est la largeur maximale de la convexité des deux valves réunies.

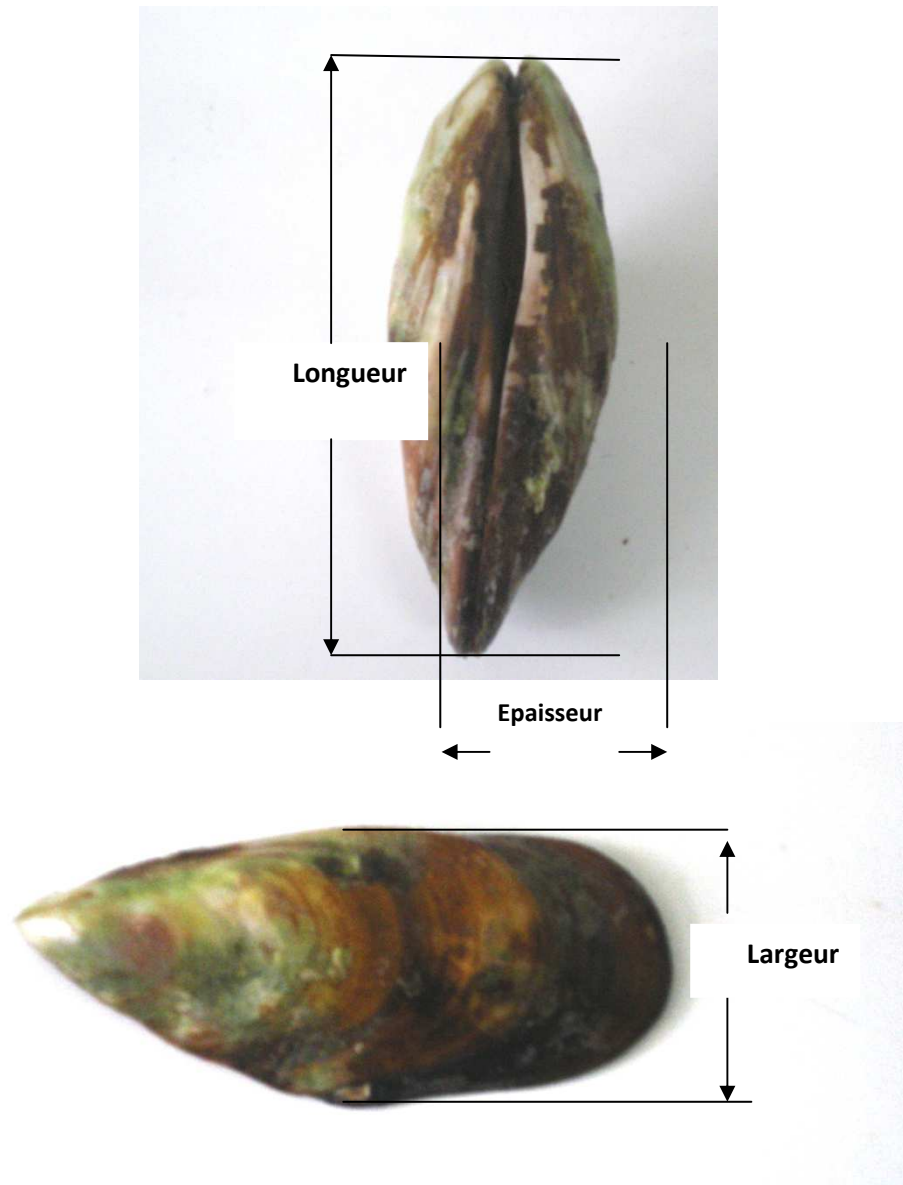


Figure 10: Les différents paramètres linéaires mesurés

- La pesée des moules a été effectuée à l'aide d'une balance de précision (KERN 440-33, précision 0.01gr) ; les paramètres pondéraux mesurés sont:

- Poids total (Pt): qui correspond au poids de la moule débarrassé de son épibionte,
- Poids de la chair (Ph): c'est le poids des parties molles de l'animal après les avoir détaché de la coquille et débarrasser de l'eau intervallaire subsistante ; l'ensemble de la masse viscérale fraîche égouttée est ensuite pesé.

2.6 Etude de la croissance:

2.6.1. Distribution des fréquences de taille :

Afin de déterminer la distribution des fréquences de taille par site, les moules récoltées et mesurées sont regroupées par classe de taille de 5 mm d'intervalle ; ceci a permis de déterminer le nombre d'individu de chaque sexe dans chaque classe de taille. Cette même distribution est utilisée pour l'étude des paramètres de croissance de Von Bertalanffy.

2.6.2. Croissance linéaire:

Les paramètres de croissance ont été déterminés par le logiciel FISAT II il est expliqué par Gayanilo et al. (1996). La longueur asymptotique L_{∞} et le coefficient de croissance K de l'équation de Von Bertalanffy (1938) ont été estimés par le biais d'ELEFEN 1 (Pauly et David 1981).

Pour Von Bertalanffy, la croissance est considérée comme étant l'action simultanée de facteurs anaboliques proportionnels à la surface et de facteurs cataboliques, proportionnels au niveau du volume du corps ; la loi de croissance linéaire s'exprime par la relation :

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)})$$

L_t : longueur à l'instant t (mm);

L_∞ : longueur asymptotique (mm);

K : coefficient de croissance de croissance (an^{-1})

t_0 : âge que la moule aurait eu à la taille 0 (mm).

2.6.3. Croissance relative :

La relation d'allométrie qui permet d'interpréter les changements de la forme des moules en fonction de la taille est exprimée par la formule suivante:

$$Y = a \cdot X^b$$

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:

$$\text{Log } Y = b \cdot \text{Log } X + \text{Log } a$$

A partir de cette équation les paramètres a et b sont déterminés, fixant, ainsi le type d'allométrie, à partir des relations entre:

-deux variables de dimension différentes (poids-taille):

$b < 3$: l'allométrie est minorante, le poids croît moins vite que le cube de la longueur;

$b = 3$: la croissance est dite isométrique, le poids croît proportionnellement au cube de la longueur et ;

$b > 3$: l'allométrie est majorante, le poids croît plus vite que le cube de la longueur.

-deux variables de même dimension (entre paramètres linéaire):

$b < 1$: l'allométrie est minorante, le poids croît moins vite que la longueur;

$b = 1$: la croissance est dite isométrique, le poids croît proportionnellement à la longueur

$b > 1$: l'allométrie est majorante, le poids croît plus vite que la longueur.

2.6.3 Indice de condition:

L'indice de condition nous donne une idée de l'état physiologique des individus d'une population (Bodoy et Massé, 1979; Bodoy, 1980; Lucas et Beninger, 1985) et permet d'estimer la part de la matière organique émise lors de la reproduction (Bodoy et Massé, 1979). Selon Pellerin–Massicotte (1994) il est aussi un indicateur général de stress et de la santé des organismes.

L'indice de condition (IC) choisi dans le cadre de cette étude est celui proposé par Pellerin-Massicotte et al, (1989) ; il va nous permettre de suivre les étapes de la gamétogénèse et les périodes des émissions de gamètes ; le calcul de l'indice de condition en chair a été calculé comme suit:

$$\text{IC} = \frac{\text{Poids de la masse molle}}{\text{Poids humide total}} \cdot 100$$

2.6.5. Sex- ratio:

La distinction des sexes est relativement aisée notamment durant la période de gamétogenèse avancée; en effet, elle est basée sur la couleur du manteau qui est blanchâtre chez les mâles et rose-saumon à orangé chez les femelles. Pour ce faire, les moules sont nettoyées, ouvertes et sexées d'après l'observation macroscopique de la coloration du manteau. Le sex- ratio ou (SR) défini par le rapport suivant:

$$\text{SR} = (\text{nombre de mâle} / \text{nombre de femelle})$$

2.7 Etude du cycle de reproduction:

2.7.1 Maturation des gonades:

Chez les moules en générale, la gonade est un tissu diffus dans le manteau et la masse viscéral (fig.11) ; elle est formée par des acini qui aboutissent à des gonoductes constitués par un épithélium cilié unistratifié.

Les gonoductes issus des différents follicules forment dans le manteau trois troncs principaux qui confluent dans la région dorsale du corps, au niveau de la partie inférieure du péricarde. Ce tronc commun reçoit alors un canal qui draine le côté correspondant de la masse viscérale. Le gonoducte terminal suit la paroi latérale du corps et aboutit au processus génital qui débouche un peu au dessus et en avant par rapport à l'orifice rénal.

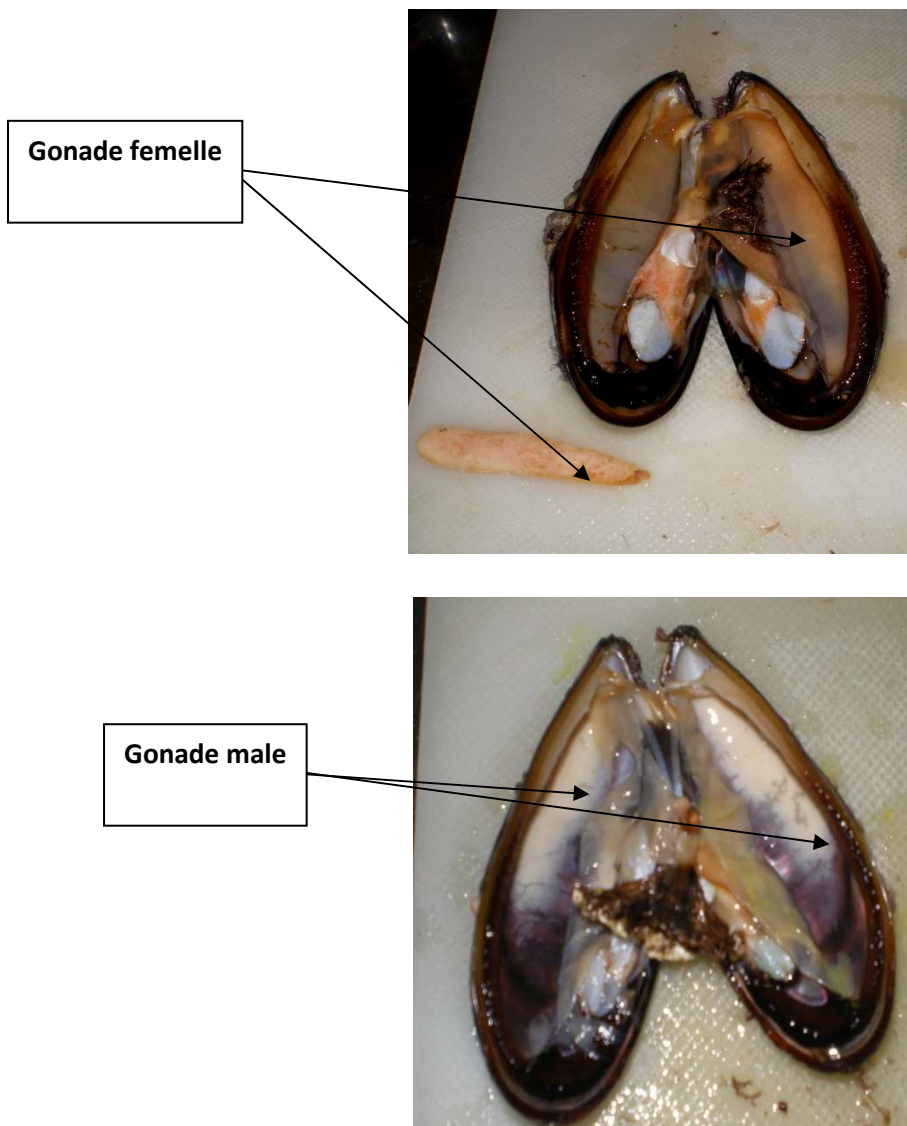


Figure 11 : Différenciation des gonades males et femelles chez la moule *Perna perna*.

2.7.2. Stades de maturité sexuelle:

Dans notre étude les stades du cycle sexuel sont identifiés selon la classification de Lubet (1959) reprise par Wilson et Seed (1975), qui comporte 7 stades:

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

-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 la manteau. Une lignée de spermatogonies et d'ovogonies apparaît sur le mur folliculaire.

-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 spermatogonie, spermatocytes et spermatides avec quelques spermatozoïdes libres dans le lumen.

-Stade IIIA : (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 gamétogéniques 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. A ce stade, les animaux sont facilement "excitables" et libèrent leurs gamètes sous l'action des stimuli externes.

-Stade IIIB : (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, on observe donc une réduction générale de la surface du manteau occupée par le tissu germinatif.

-Stade IIIC : (Restauration de la gonade) .C'est le stade de redéveloppement, le renouvellement gamétogénétique a lieu à partir de ce stade. La bande qui correspond aux premiers stades gamétiques est apparent 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 dans le stade IIIA), le paquet de follicules n'occupe plus toute la surface disponible du manteau, alors le tissu conjonctif devient plus qu'avant la ponte (stadeIIIB).

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

2.7.3. Etude histologique:

Les étapes de préparation histologiques faite au cours de cette étude restent a la base les même décrite par Martoja et Martoja (1967) (Annexe) mais notre choix s'est porté sur une technique plus moderne utilisant un appareillage automatique "*Tissu Tech 11*" :

- ❖ les pièces subissent une déshydratation dans une série de six bains d'alcool de concentration croissante (80°-100°) dans un appareil automatique à rotation appelé AUTOMATE "*Tissu Tech Tissu Processor*" ;
- ❖ L'éclaircissement se fait par immersion dans trois bains de xylène afin de rendre les pièces transparentes (Headden et Williams, 1968 ; Buck, 1972).
- ❖ Imprégnation et inclusion dans deux bains de paraffine à 60°;

- ❖ La coupe qui consiste à découper les blocs obtenus à une épaisseur de 2 à 3µm à l'aide d'un microtome puis à monter les coupes sur lames maintenues dans une petite goutte de gélatine et mises sur une platine chauffante à 60°C pour éliminer les plis.
- ❖ les coupes sont déparaffinées pour hydrater les tissus. ainsi elles subissent différentes baignades de xylène puis l'éthanol de degré décroissant (100°,95 puis 70) et enfin d'eau distillée.
- ❖ Elles sont ensuite colorées par l'hématoxyline de Harris et l'éosine, avant d'être à nouveau déshydratées par des baignades d'éthanol à degrés croissant et de xylène (tab.2).cette coloration est reconnue comme standard chez les bivalves, car elle contraste clairement les différents tissus.
- ❖ Enfin les coupes différenciées sont prêtes pour l'observation au microscope.

2.8 Analyse statistique:

- Les calculs de la croissance ont été réalisés à l'aide d'un logiciel d'analyse et de traitement des données « FiSAT.II ».

- Les différentes relations de régression de croissance faite lors de notre étude ont été traitées par le logiciel MINITAB.

☒ **Modèle linéaire généralisé (GLM).**

- Le modèle linéaire généralisé (GLM) est une technique descriptive permettant d'analyser la variance, la covariance et la régression ; il repose sur la réponse et la comparaison des différents paramètres choisis au cours d'une expérimentation (Dagneli,2000).

P: c'est la probabilité qui met en évidence les différences significatives entre la valeur du coefficient de corrélation " r" et la valeur zéro.

-si $P \leq 0.05$: il y a une corrélation significatives entre les deux caractères.

-si $P \geq 0.05$: il n'y pas une corrélation significatives entre les deux caractères.

Les résultats obtenus ont été exprimés par la moyenne plus au moins l'écart type ($m \pm s$).

▪ Pour les comparaisons des effets mois, sites, paramètres physico-chimique et paramètres de croissance, nous procédons à une analyse de la variance à deux critères de classification (ANOVA).

3. Résultat :

3.1. Les paramètres physico-chimiques de l'eau :

3.1.1 La Température:

La température présente des variations similaires dans l'ensemble des sites. Les valeurs les plus élevées sont enregistrées durant la saison estivale avec un maximum en juillet à H`naya et L`Aouinate et en août au niveau du Cap de Garde.

Dés le mois de septembre, la température de l'eau entame une baisse progressive qui se prolonge jusqu'à la période hivernale où elle atteint une valeur minimale en février (fig.12).



Figure 12: Variations spatio-temporelles de la température de l'eau

3.1.2. La salinité:

Ce paramètre montre des variations similaires dans l'ensemble des sites (fig.13). Des salinités inférieures à 39 g/l sont enregistrées en période hivernale et printanière; mais, c'est en revanche, en période estivale et automnale que la salinité dépasse 39 g/l. Des pics de 41.8 g/l et

41,5 g/l sont atteints respectivement en septembre (dans le Cap de Garde) et en octobre (à L`Aouinate et H`naya).

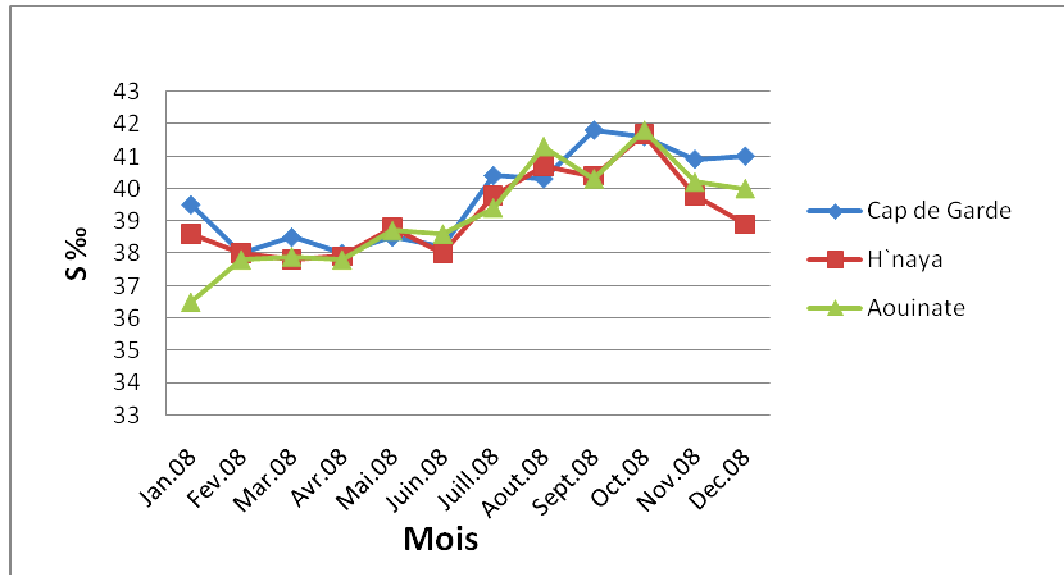


Figure 13: Variations spatio-temporelles de la salinité de l'eau

3.1.3. L'oxygène dissous :

Les teneurs en oxygène dissous montrent des fluctuations saisonnières illustrées par des valeurs assez élevées en période hivernale et printanière et des valeurs basses surtout en été (fig.14). Des pics de 11.79 et 11 mg/l sont respectivement relevés à L`Aouinate en janvier et H`naya en mars. La teneur minimale (1.9 mg/l) étant atteinte, dans l'ensemble des sites, au mois d'août.

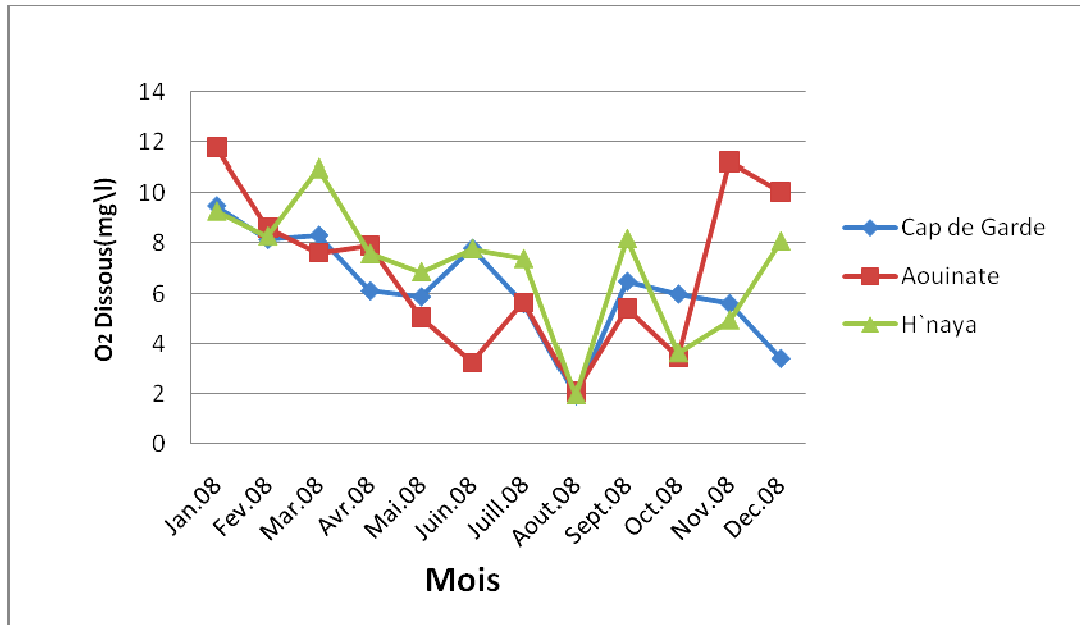


Figure14 : Variations spatio-temporelles des teneurs en oxygène dissous de l'eau

3.1.4. Les matières en suspensions :

C'est en période automnale, que sont enregistrées, à H'naya et l'Aouinate, les teneurs en MES les plus élevées (fig.15); nous notons, en effet, des pics en octobre (proches de 0,35 g/l) et en décembre (proche de 0,4 g/l) respectivement à H'naya et L'Aouinate. Les teneurs les plus basses sont notées au mois de juin dans l'ensemble des sites; mais c'est toutefois dans le Cap de Garde que les teneurs en MES les plus basses (variant de 0,12 à 0,26 g/l) sont enregistrées.

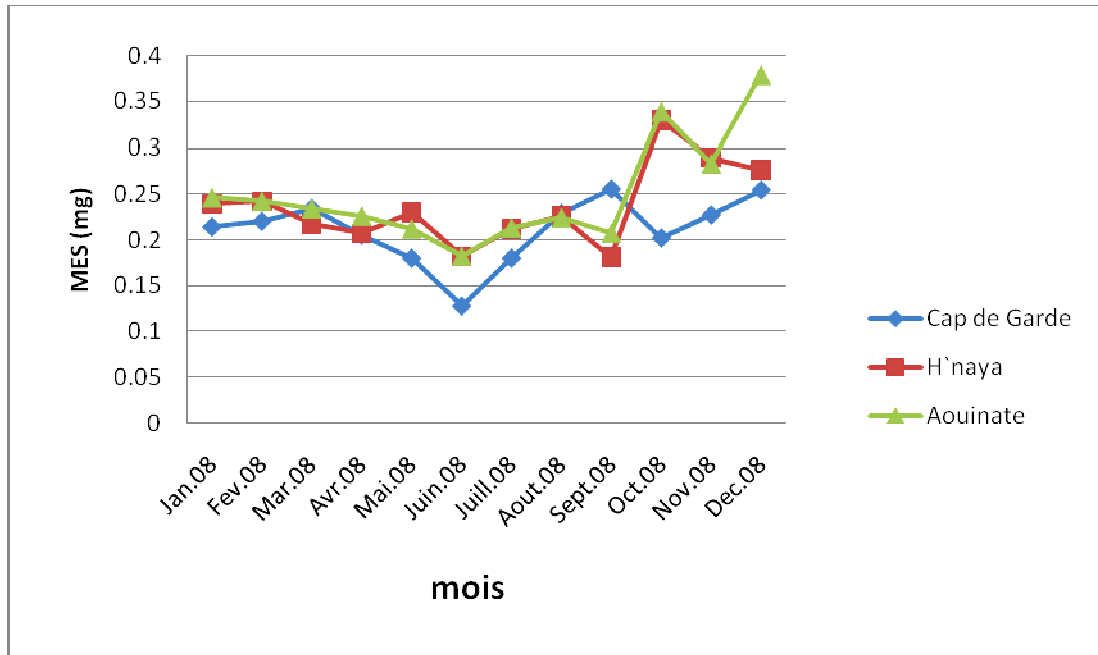


Figure 15 : Variations spatio-temporelles des teneurs en M.E.S. dans l'eau

3.1.5. La chlorophylle a (chl a):

Les teneurs en chlorophylle a montrent, dans l'ensemble des sites, des variations similaires illustrées par des valeurs, basses en hiver, qui augmentent progressivement pour atteindre un pic en septembre et baisser de manière progressive en automne (fig. 16).

Dans le Cap de Garde, les teneurs en Chl a relevées, varient de 1,2 µg/l (en février) à 55µg/l (en septembre). A H'naya, les teneurs en Chl a dépassent la valeur de 60 µg/l (en juillet) pour atteindre un pic de 85.44µg/l en septembre. C'est à l'Aouinate que les teneurs en Chl a les plus élevées (comprises entre 25 et 195 µg/l) sont enregistrées ; des teneurs de plus de 90 µg/l sont, par ailleurs, notées d'avril à octobre.

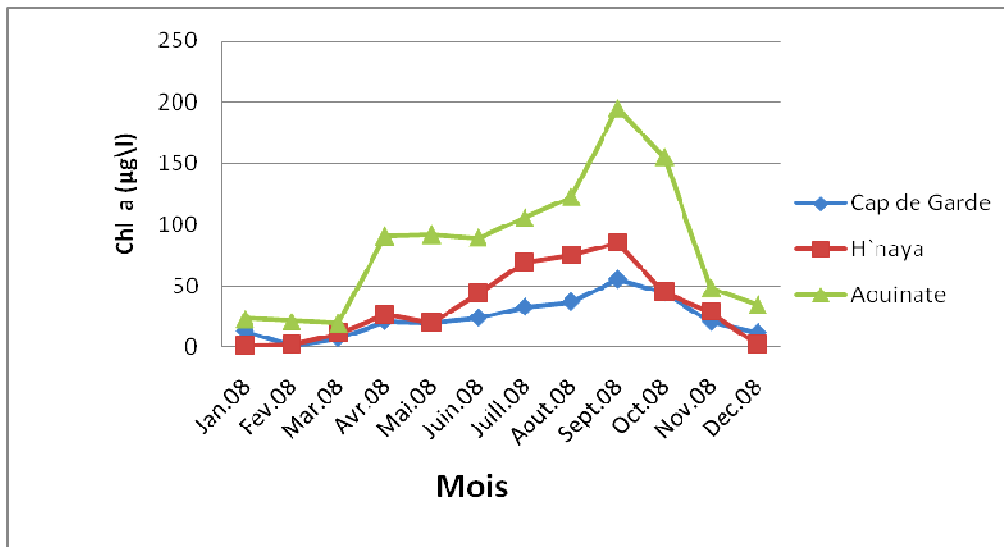


Figure 16 : Variations spatio-temporelles des teneurs en Chlorophylle a

Tableau 1:Modèle linéaire généralisé appliquée pour l'ensemble des sites en fonction de facteurs physicochimique (O₂ dissous, MES, chlorophylle a, température, salinité) chez la moule *P. perna* du littoral Nord Est Algérien.

Source	DDL	SC SEQ	SC ajust	CM	F	P
O₂ D	1	0.0703	0.0903	0.0903	0.42	0.522 NS
MES	1	2.5825	3.1798	3.1798	14.8	0.001**
Chl a	1	8.2669	6.552	6.552	30.49	0.000***
T°	1	2.476	0.011	0.011	0.06	0.816 NS
S‰	1	4.117	3.979	3.979	18.52	0.000***

NS:non significatif (p<0.05)*: hautement significatif (p<0.01)**;

très hautement significatif (p<0.001)***.

Le modèle linéaire généralisé, sites en fonction de paramètres physicochimique, montre l'existence d'une différence très hautement significatifs pour de la chlorophylle a et la

salinité entre sites et une différence hautement significatifs pour l'effet de la matière en suspension pour l'ensemble des sites (tab1).

L'analyse statistique des données montre ainsi l'existence de corrélations positives entre la température, la salinité et entre la chlorophylle a et la température (Annexe.2).

3.2. Etude de la croissance :

3.2.1. Distribution des fréquences de taille :

🚩 Cap de Garde

Les individus récoltés dans le cap de Garde montrent des tailles variant de 10 à 85 mm. Les effectifs les plus faibles (moins de 20 spécimens) sont enregistrés dans les classes de taille inférieures à 35 mm et supérieures à 75 mm. Les individus dont la taille est comprise entre 40 et 55 mm représentent le plus gros des effectifs (de 60 à 100 spécimens/ classe) de la population de moules récoltées dans le Cap de Garde (fig.17).

En ce qui concerne le sexe des individus récoltés, nous notons une nette prédominance des femelles dans les classes de taille de 35 à 65 mm ; les individus de sexe male montrent une légère prédominance seulement dans les classes de taille de 70 et 75 mm. Les individus de sexe indéterminé sont rencontrés dans les classes de taille de moins de 35 mm.

Cap de Garde

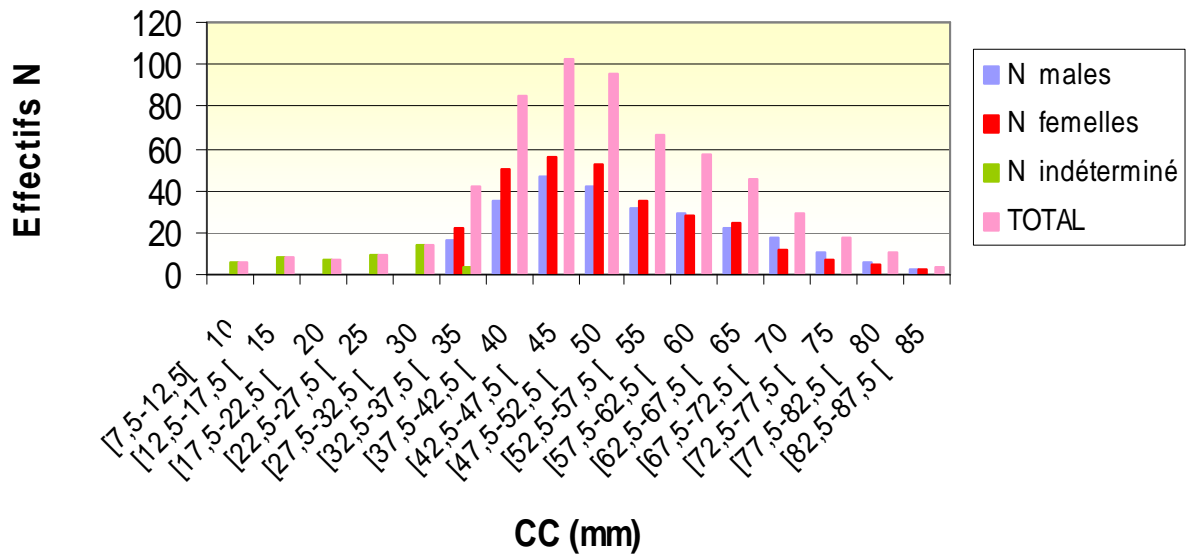


Figure 17: Distribution des fréquences de taille des moules récoltées dans le Cap de Garde

H'naya

La moulière de H'naya abrite des moules présentant une large fréquence de taille ; les tailles relevées sont comprises entre 15 mm et 120 mm (fig.).

Les stades immatures sont enregistrés dans les classes de taille de moins de 30 mm ; ces dernières représentent de faibles effectifs (moins de 20 spécimens/classe). En ce qui concerne le stade de maturation, nous notons l'apparition d'individus matures de sexe mâle à partir de la classe de taille 27,5-32,5 mm (fig. 18). Nous relevons, par ailleurs, une nette prédominance des mâles dans l'ensemble des classes de taille (de 35 à 120 mm). Ce sont les classes de taille 50 à 80 mm qui abritent des effectifs de plus de 40 spécimens ; mais les effectifs de plus de 60 spécimens sont, surtout, rencontrés dans les classes de taille variant de 50 à 65 mm.

H'naya

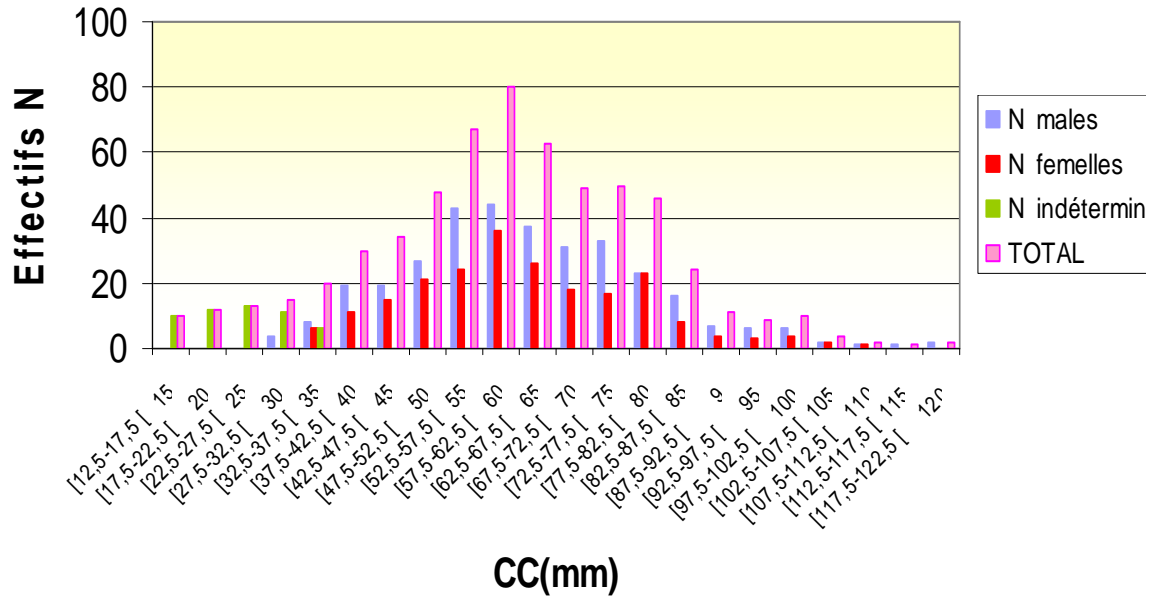


Figure 18: Distribution des fréquences de taille des moules récoltées à H'naya.

Aouinate

La moulière de l'Aouinate héberge des moules dont les tailles sont comprises entre 15 et 100 mm ; ce qui représente une assez large gamme de fréquence de taille (fig.19).

Les effectifs de moins de 20 spécimens sont rencontrés dans les classes de taille de moins de 40 mm et de plus de 85 mm. Le plus gros des effectifs est représenté par les moules dont la taille est comprise entre 55 et 65 mm ; nous relevons, en effet, des effectifs de 90 spécimens dans les classes de taille 55 et 65 mm et des effectifs proche de 120 individus dans les classes de taille 60 mm. Dans ce site les individus matures apparaissent dans la classe de taille 35 mm ; nous notons, par ailleurs, que ce sont les individus de sexe mâle qui prédominent le plus souvent.

Aouinate

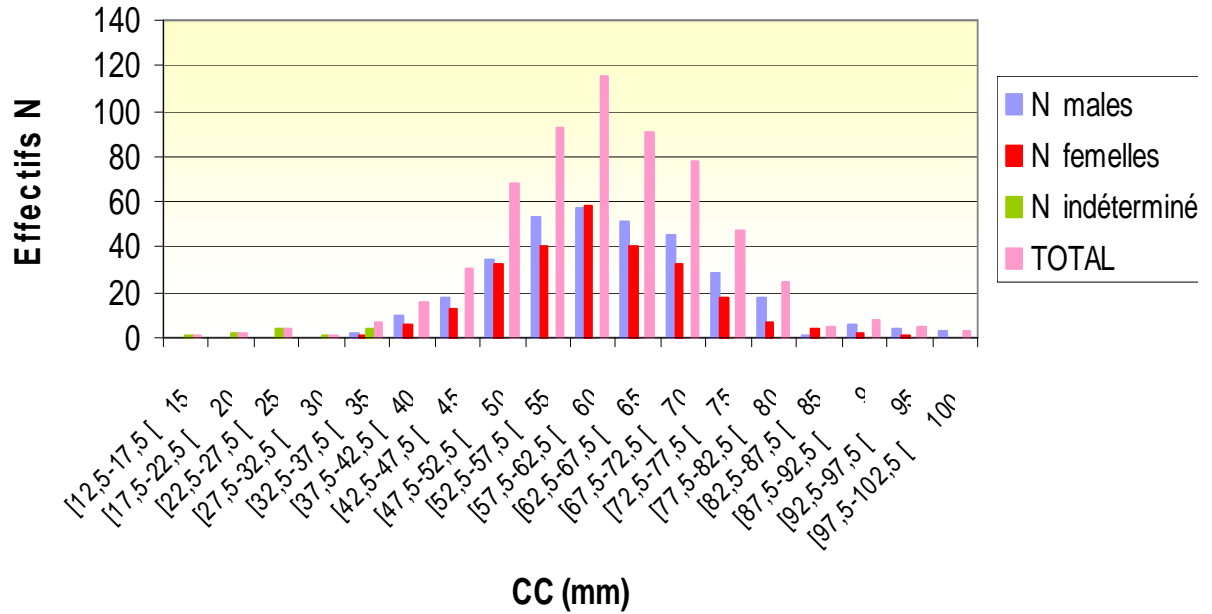


Figure 19: Distribution des fréquences de taille des moules récoltées à l'Aouinate.

3.2.2. La croissance linéaire :

L'analyse, à l'aide du logiciel FiSAT II, des données relative à la moule *P. perna* provenant des 3 sites, nous a permis d'obtenir les valeurs des paramètres de croissance consignées dans le tableau 2 .

Tableau 2 : Paramètres de croissance de la moule *Perna perna* provenant des 3 sites.

Paramètres de croissance	Cap de Garde	H'naya	Aouinate
La longueur asymptotique L_{∞} en mm	91.82	123.27	105.33
Le coefficient de croissance K (ans ⁻¹)	0.61	0.35	1.82
La longueur maximale (mm)	85	120	100
Intervalle de confiance a 95% (mm)	82.04 - 101.61	108.91-137.62	99.18 -120.19

❖ Paramètres de croissance des moules récoltées à H`naya

- C'est à H`naya que la longueur asymptotique L_{∞} atteint la valeur la plus élevée (123.27 mm) mais avec un coefficient de croissance (K) 0.35 ans^{-1} ; le tracé de la courbe de croissance réalisé à partir de ces paramètres est représenté à travers la distribution des longueurs restructurées dans la figure (20).

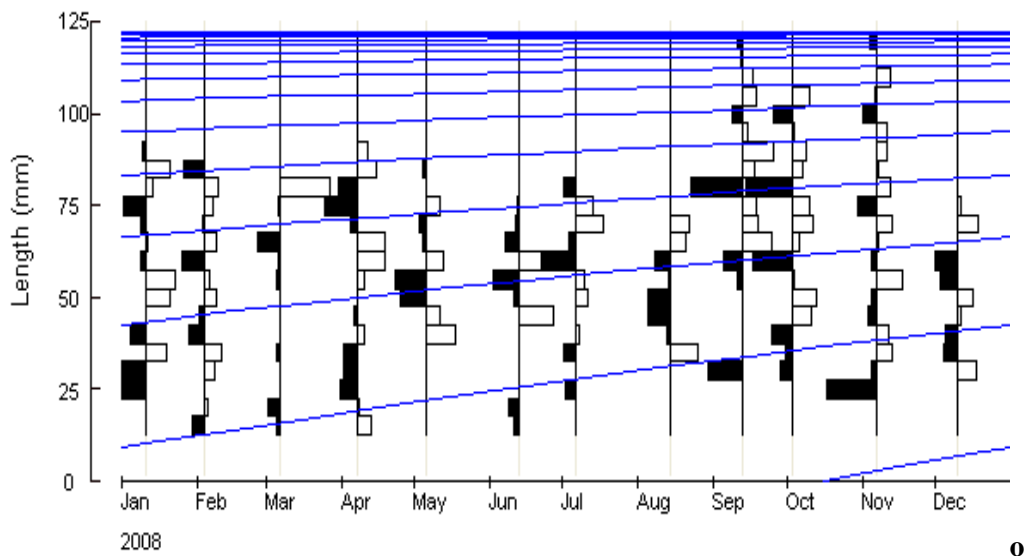


Figure 20: Distribution des fréquences de longueur restructurées et courbe de croissance chez *P.perla* provenant de H`naya (données obtenues à l'aide du logiciel ELEFEN-I pour $L_{\infty}=123.27 \text{ mm}$ et $K=0,35 \text{ ans}^{-1}$).

- Chez les moules de H`naya, la longueur maximale observée est de 120 mm et la longueur maximale estimée est de 123,27 mm avec un intervalle de confiance à 95% de 108,91-137,62 (fig. 21.22).

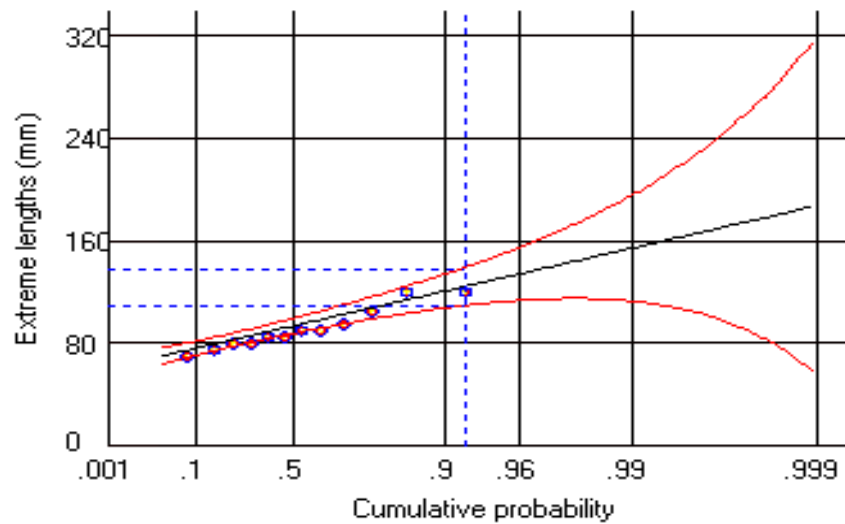


Figure 21 : Estimation de la longueur maximale de *P. perna* récoltée à H`naya.

- La meilleure valeur estimée du coefficient de croissance (K) des moules de H`naya est égale à $0,35 \text{ ans}^{-1}$

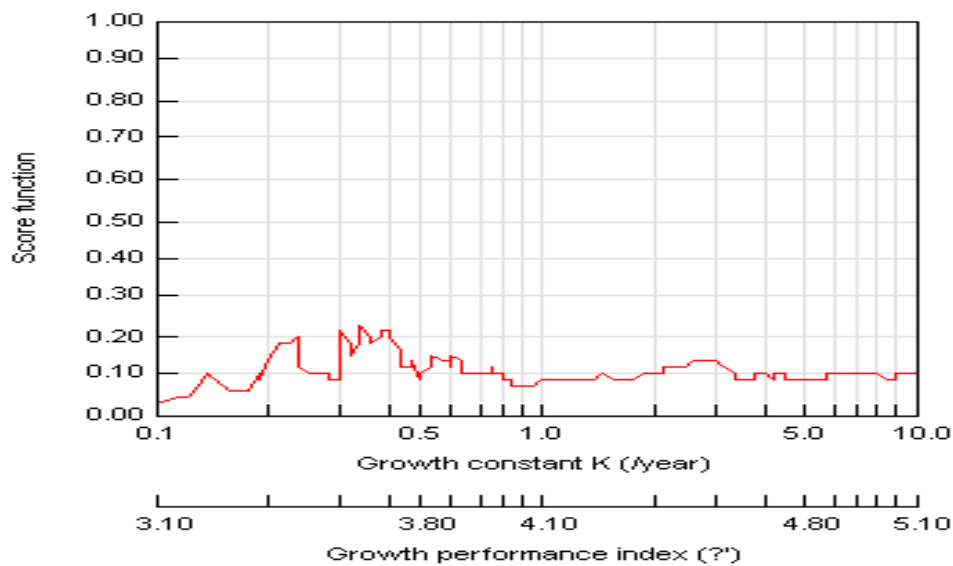


Figure 22: Estimation du coefficient de croissance (K) de *P. perna* récoltée à H`naya.

- Il est admis dans l`analyse de l`âge et de la croissance que la valeur du 3^{ème} paramètre de l`équation de croissance de Von Bertalanffy t_0 est nulle (Pauly et David, 1981) ; De ce fait, les tailles atteintes par les moules de H`naya seraient de 7.26 mm, 13.55 mm, 19.84 mm, 25.64 mm, 31.18 mm et 36.4 mm a la fin des mois de février, avril, juin, août (fig.23)

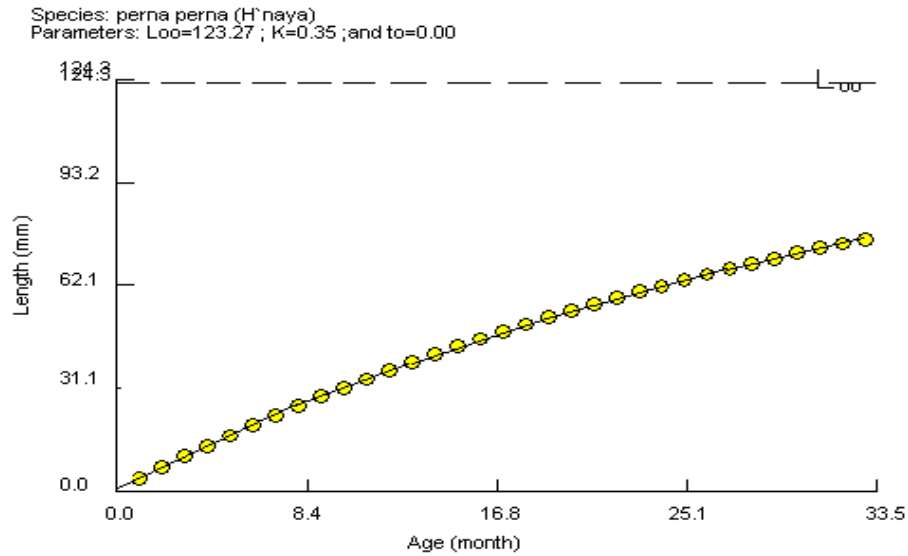


Figure 23 : Tracé de la courbe de croissance de *P.perna* de H'naya réalisé à partir des paramètres de croissance calculés.

Paramètres de croissance des moules récoltées à l'Aouinate.

- La longueur asymptotique L_{∞} atteinte par les moules de l'Aouinate est égale à 105,33 mm mais avec un coefficient de croissance (K) de $1,82 \text{ ans}^{-1}$; le tracé de la courbe de croissance effectué sur la base des paramètres calculés est représenté à travers la distribution des longueurs restructurées dans la figure 24.

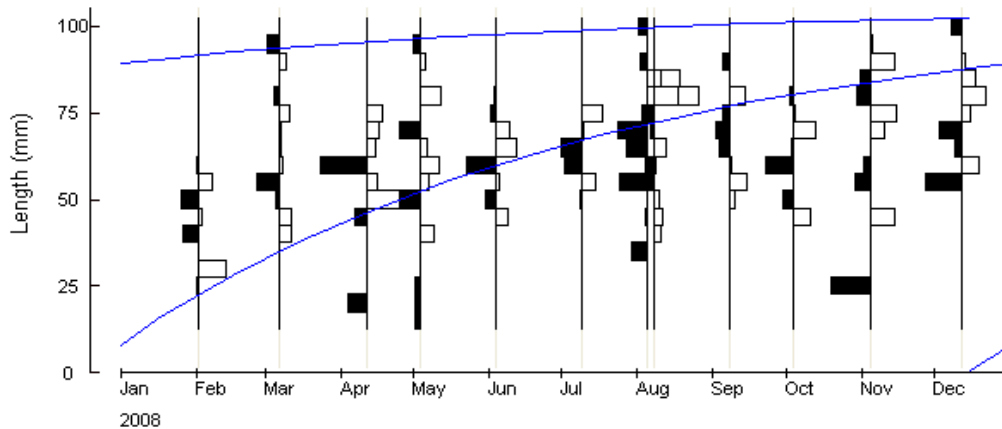


Figure 24: Distribution des fréquences de longueur restructurées et courbe de croissance chez *P.perna* provenant de Laouinette (données obtenues à l'aide du logiciel ELEFEN-I pour $L_{\infty}=105.33 \text{ mm}$ et $K=1.8 \text{ ans}^{-1}$).

- Chez les moules de l'Aouinate, la longueur maximale observée est de 100 mm et la longueur maximale estimée est de 105,33 mm avec un intervalle de confiance à 95% de 99,18-120,19 (fig.25).

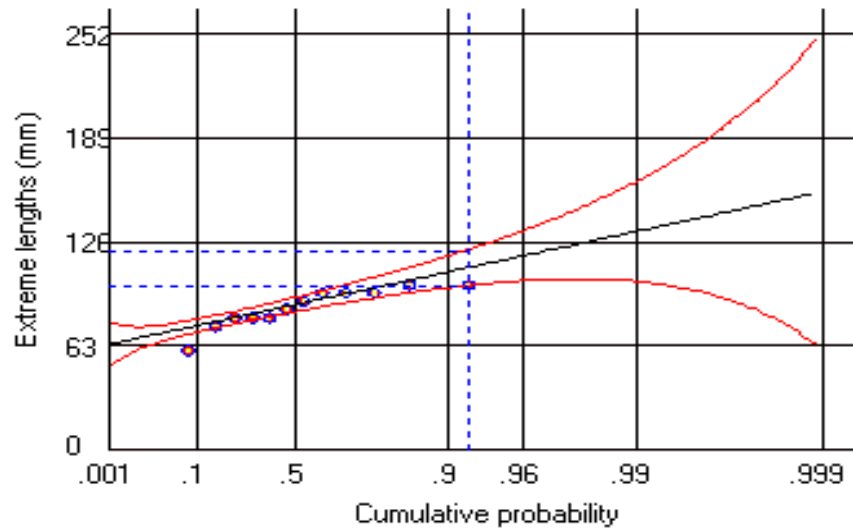


Figure 25 :Estimation de la longueur maximale de *P.perna* de l'Aouinate.

- La meilleure valeur estimée du coefficient de croissance (K) des moules de l'Aouinate est égale à 1,82 ans⁻¹ (fig. 26).

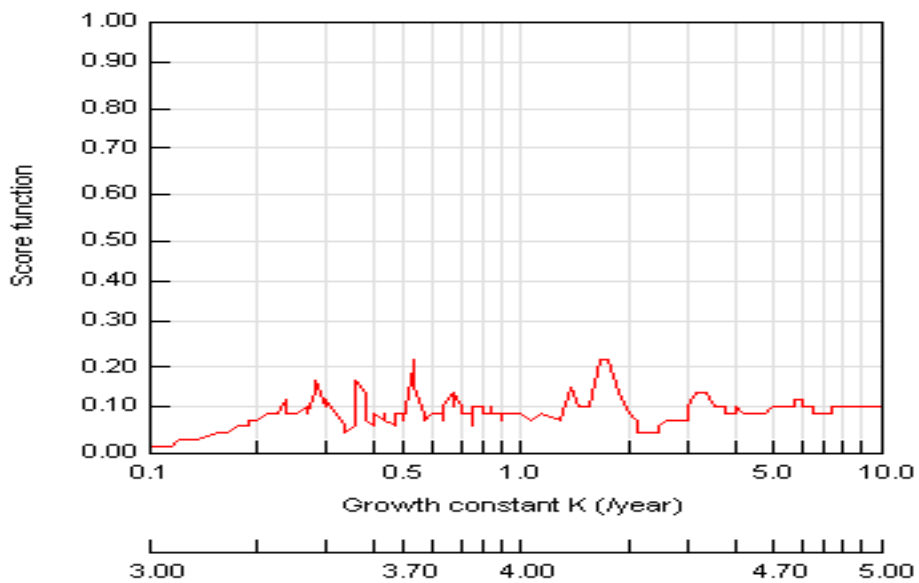


Figure 26: Estimation du coefficient de croissance (K) de *P.perna* de l'Aouinate.

- Pour un t_0 nulle, l'équation de croissance de Von Bertalanffy appliquée aux données relatives aux moules de l'Aouinate donne les tailles de 27.38 mm, 47.6 mm, 62.56 mm, 73.62 mm, 81.84 mm et 87.9 mm pour les mois 2, 4, 6, 8, et 10 mois (fig.27)

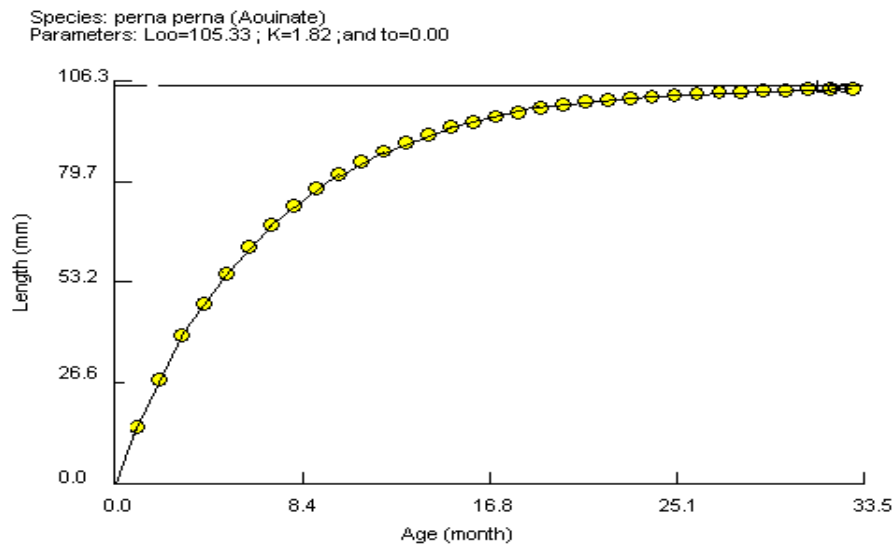


Figure 27: Tracé de la courbe de croissance de *P.perna* récoltée à l'Aouinate réalisé à partir des paramètres de croissance calculés.

Paramètres de croissance des moules récoltées au Cap de Garde

- La longueur asymptotique L_{∞} atteinte par les moules du Cap de Garde est égale à 91,82 mm avec un coefficient de croissance (K) de $0,61 \text{ ans}^{-1}$; le tracé de la courbe de croissance effectué à partir des paramètres calculés est représenté à travers la distribution des longueurs restructurées dans la figure 28.

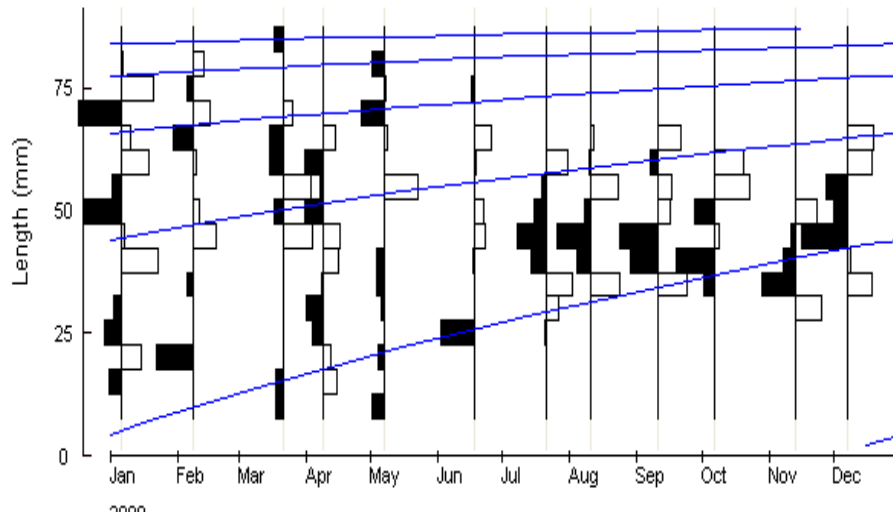


Figure 28 : Distribution des fréquences de longueur restructurées et courbe de croissance chez *P. perna* provenant du Cap de Garde (données obtenues à l'aide du logiciel ELEFEN-I pour $L_{\infty}=91,82$ mm et $K=0,61$ ans⁻¹).

- Chez les moules du Cap de Garde, la longueur maximale observée est de 85 mm et la longueur maximale estimée est de 91,82 mm avec un intervalle de confiance à 95% de 82,04-101,61 (fig. 29).

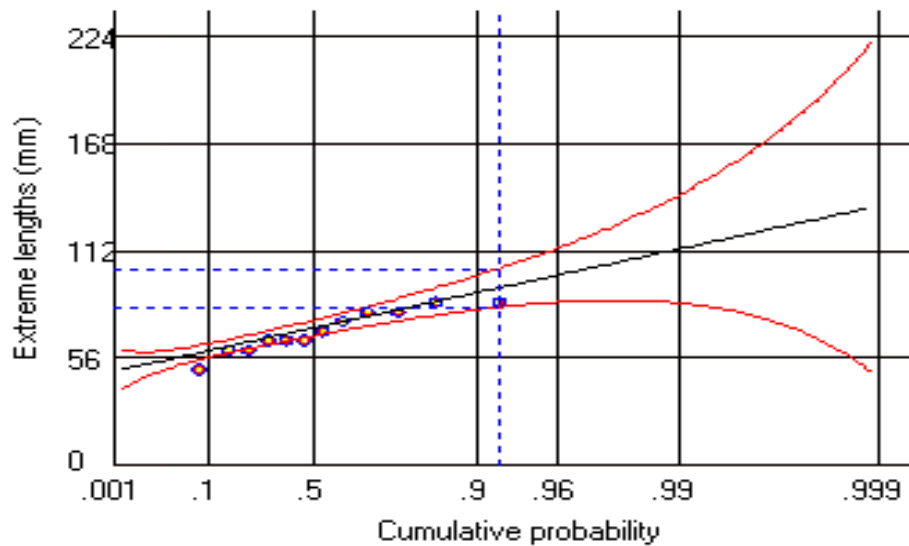


Figure 29: Estimation de la longueur maximale de *P. perna* provenant du Cap de Garde

- La meilleure valeur estimée du coefficient de croissance (K) des moules du Cap de Garde est de $0,61 \text{ ans}^{-1}$ (fig.30)

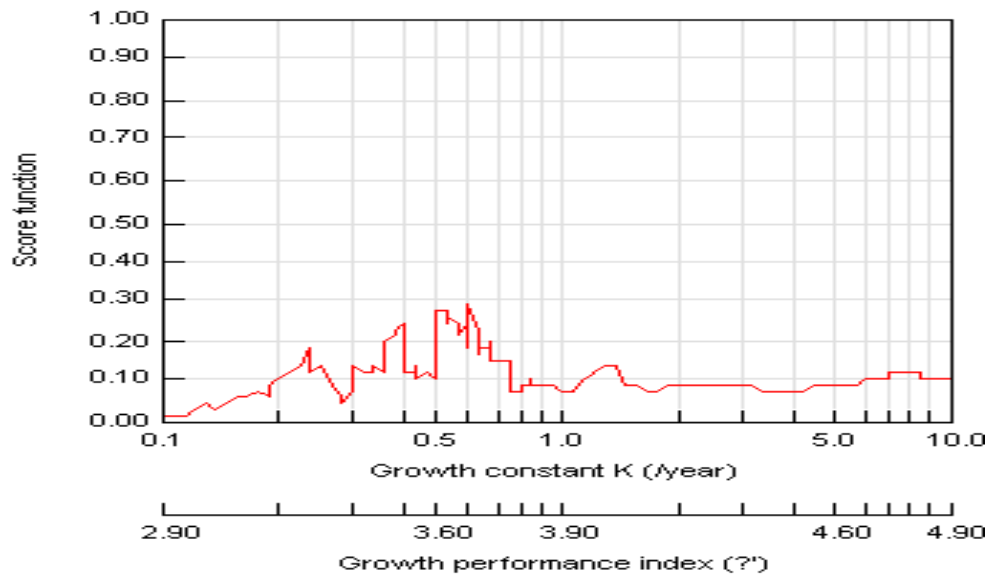


Figure 30: Estimation du coefficient de croissance (K) de *P. perna* du Cap de Garde

- Pour une valeur de t_0 nulle, l'équation de croissance de Von Bertalanffy appliquée aux données relatives aux moules du Cap de Garde donne les tailles de de 8.9 mm, 16.89 mm, 24.14 mm, 30.66 mm, 36.63 mm et 41.42 mm pour les mois 2, 4, 6, 8 et 10 mois (fig.31)

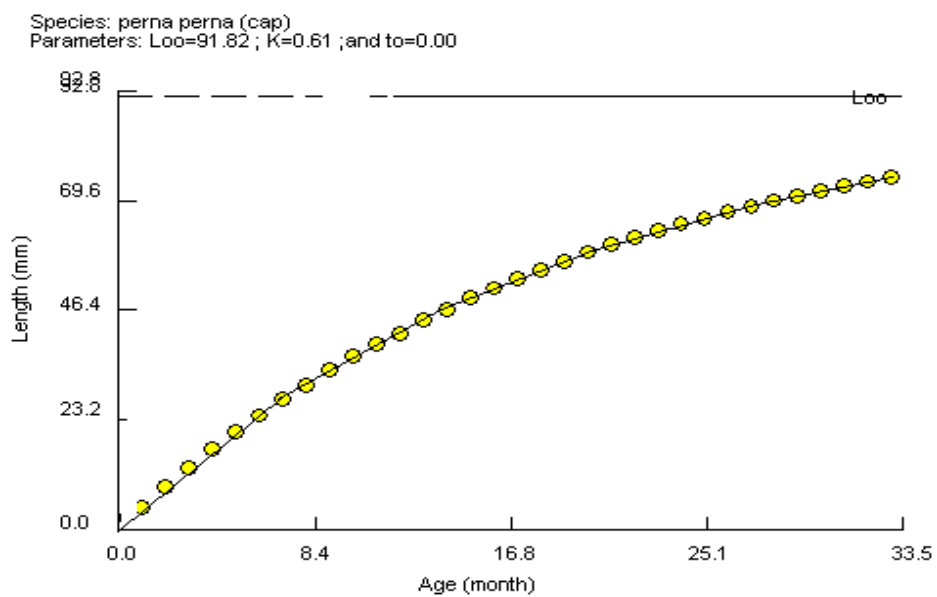


Figure 31 : Tracé de la courbe de croissance de *P. perna* récoltée au Cap de Garde réalisé à partir des paramètres de croissance calculés.

3.2.3 Croissance relative :

➤ Croissance relative a caractère métrique

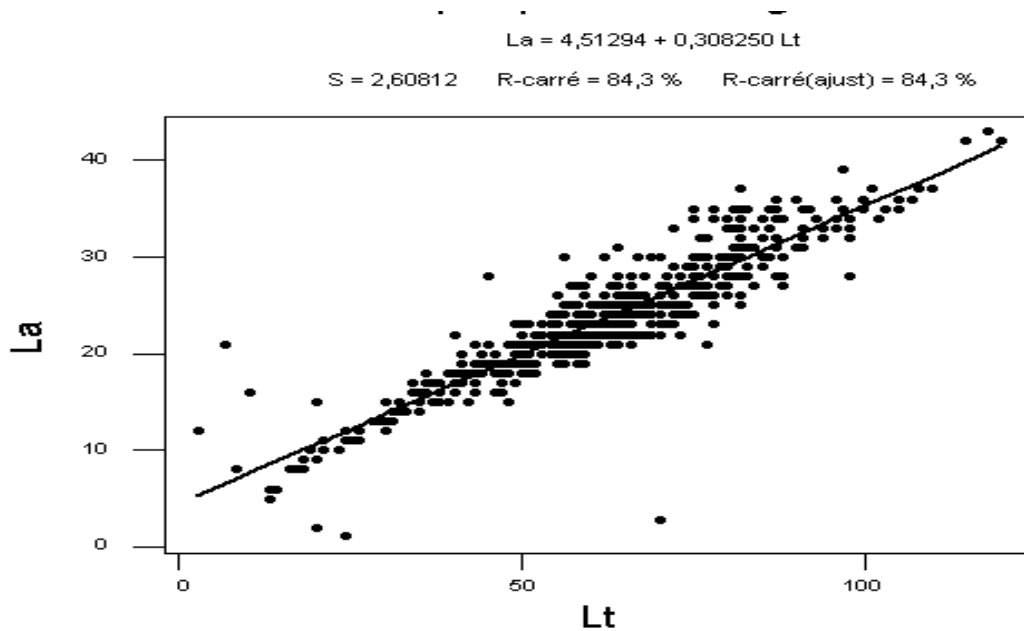
Les résultats de l'équation de régression reliant les paramètres linéaires deux à deux (longueur total (Lt) et largeur (La), longueur totale (Lt) et épaisseur (Ep), largeur (Lt) et épaisseur (Ep)) chez la moule *P. perna* récoltée dans le littoral Nord-Est algérien, sont résumés dans le tableau 3.

Tableau 3 : Équation de régressions reliant, deux à deux longueur totale (Lt), largeur (La) et épaisseur (Ep), chez la moule *P. perna* récoltée dans le littoral Nord-Est algérien.

Sites	N	X	Y	Equation biométrique	R ²	Relation biométrique	Seuil de significativité
H'naya	600	Longueur	Largeur	$La = 4.512Lt^{0.308}$	84.3	Allométrie négative	0.000***
		Longueur	Epaisseur	$Ep = 1.027 Lt^{0.301}$	77	Allométrie négative	0.000***
		Largeur	Epaisseur	$Ep = -0.866 La^{0.869}$	72	Isométrie	0.000***
Cap de Garde	600	Longueur	Largeur	$La = 5.933 Lt^{0.296}$	77.4	Allométrie négative	0.000***
		Longueur	Epaisseur	$Ep = -0.407 Lt^{0.335}$	84.6	Allométrie négative	0.000***
		Largeur	Epaisseur	$Ep = -2.747 La^{0.919}$	72	Isométrie	0.000***
Aouinate	600	Longueur	Largeur	$La = 7.631 Lt^{0.225}$	71.9	Allométrie négative	0.000***
		Longueur	Epaisseur	$Ep = 2.638 Lt^{0.295}$	57.9	Allométrie négative	0.000***
		Largeur	Epaisseur	$Ep = 1.605 La^{0.762}$	43.4	Allométrie négative	0.000***

✚ **Relation entre longueur totale et largeur:**

Chez la moule *P. perna* prélevée dans les trois sites, l'analyse des résultats obtenus après détermination des différentes droites de régression montre l'existence de bonnes corrélations entre la longueur totale à la largeur, avec de bons coefficients de détermination R^2 (à H'naya : 84,3 %, au Cap de Garde : 77,4%, à l'Aouinate: 71,9%) témoignant de l'existence d'une différence très hautement significative ($P = 0.000$) entre l'évolution de la largeur et la longueur totale des individus. Cette allométrie négative fait ressortir que chez les moules provenant du littoral Nord-Est algérien la largeur croit moins vite que la longueur (Tab.3 , fig. 32).



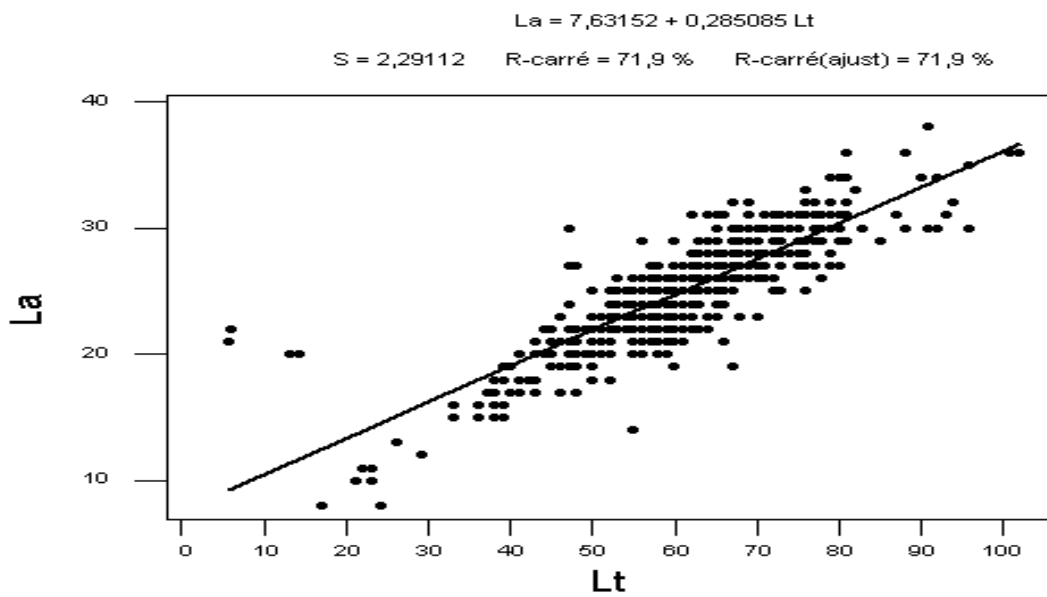
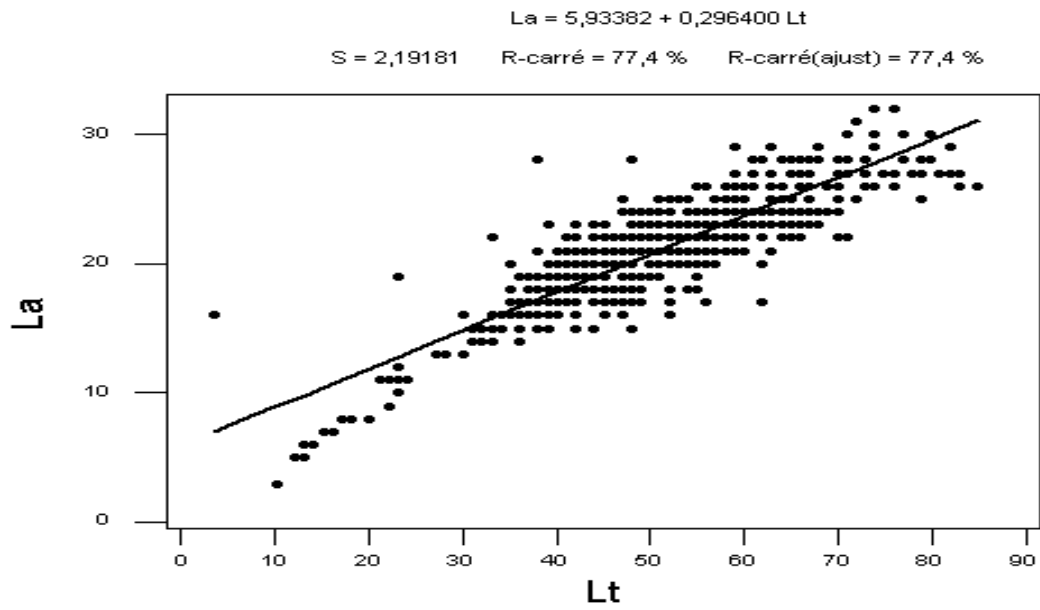
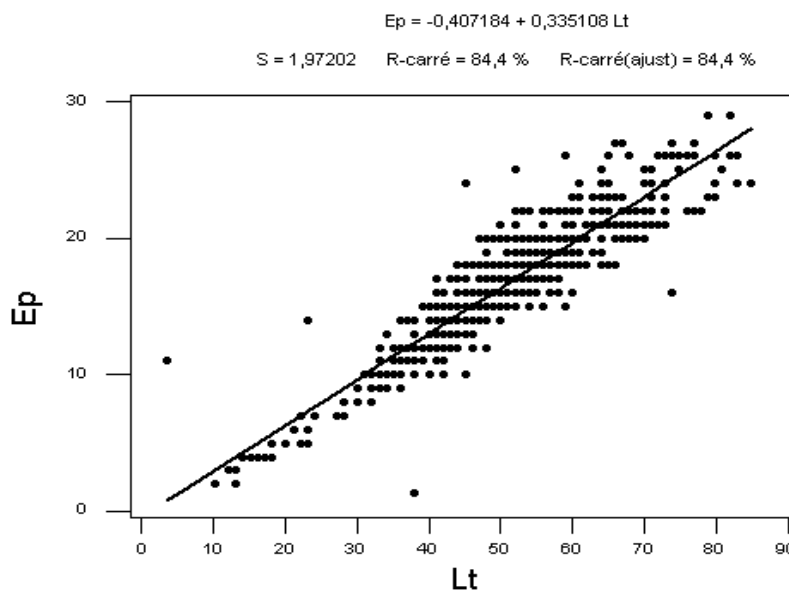
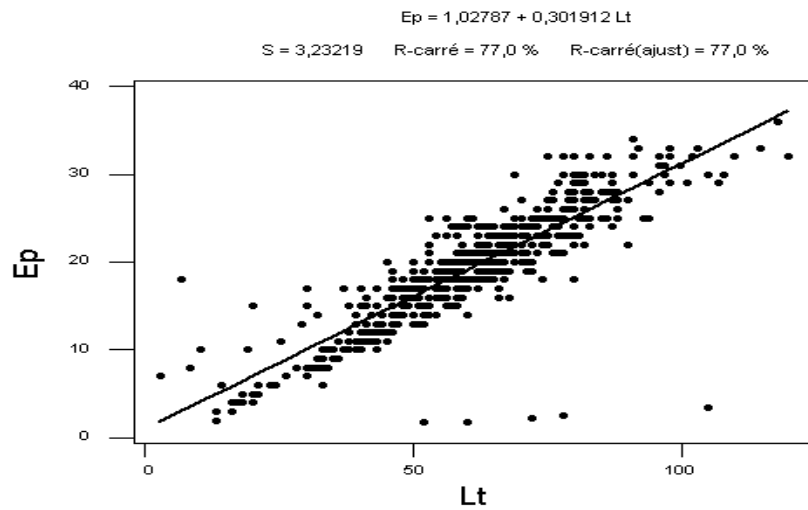


Figure 32 : Régression entre la longueur totale et la largeur chez la moule *P. perna* provenant du littoral Nord-Est algérien.

Relations entre longueur totale et épaisseur

L'analyse des résultats obtenus après détermination des différentes droites de régression montre l'existence de bonnes corrélations entre la longueur totale et l'épaisseur des

moules *P. perna* prélevée dans les trois sites, avec de bons coefficients de détermination R^2 (à H'naya : 77 %, au Cap de Garde : 84,6%, à l'Aouinate : 57,9%) témoignant de l'existence d'une différence très hautement significative ($P = 0.000$) entre l'évolution de la largeur et la longueur totale des individus. Cette allométrie négative fait ressortir que chez les moules provenant du littoral Nord-Est algérien l'épaisseur croît moins vite que la longueur (Tab. , fig.33).



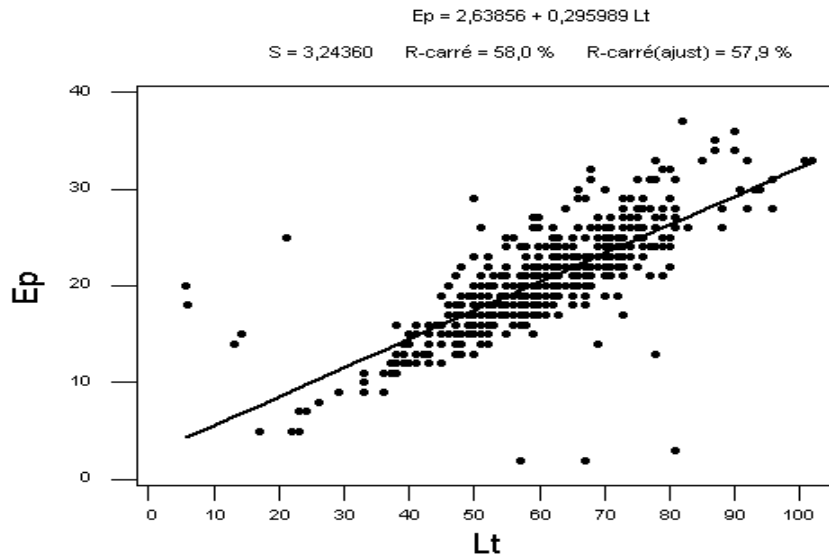


Figure 33: Régression entre la longueur totale et l'épaisseur chez la moule *P. perna* provenant du littoral Nord-Est algérien.

✚ Relations entre largeur et épaisseur

L'analyse des résultats obtenus après détermination des différentes droites de régression montre l'existence de bonnes corrélations entre la largeur et l'épaisseur des moules *P. perna* provenant des trois sites, avec de bons coefficients de détermination R^2 (à H`naya : 72 %, au Cap de Garde : 72 %, à l'Aouinate : 43,4 %) témoignant de l'existence d'une différence très hautement significative ($P = 0.000$) entre l'évolution de la largeur et l'épaisseur des individus. Une isométrie est relevée chez les moules du Cap de Garde et H`naya dont la croissance en largeur et en épaisseur s'effectue à la même vitesse ; mais, en revanche, les moules de l'Aouinate montrent une allométrie négative et de ce fait leur épaisseur croît moins vite que leur largeur (Tab. 3, fig.34) ;

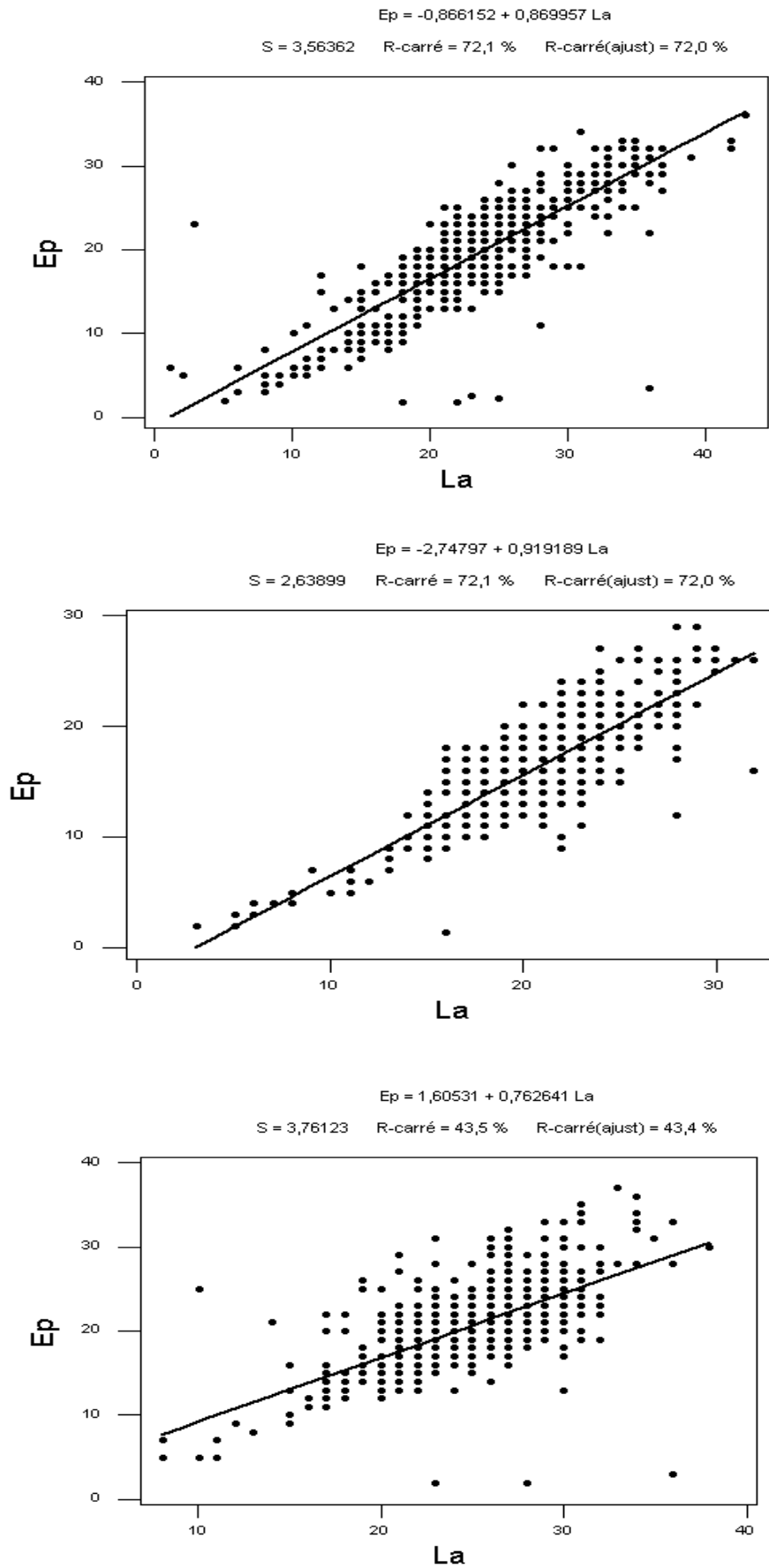


Figure 34: Régression entre la largeur et l'épaisseur chez la moule *P. perna* provenant du littoral Nord-Est algérien.

➤ **Croissance relative (taille-poids)**

Les résultats de l'estimation de la croissance relative de la moule *P. perna* par l'application de l'équation allométrique reliant la longueur totale au poids total sont consignés dans le tableau 4 .

Tableau 4 : Équation de régression reliant la longueur totale (Lt) et le poids total (Pt), chez *P. perna* provenant du littoral Nord-Est algérien.

Sites	N	X	Y	Equation biométrique	R ²	Relation biométrique	Seuil de significativité
H'naya	600	Longueur	Poids	Pt = -18.321 Lt ^{0.589}	84.8	Allométrie négative	0.000***
Cap de Garde	600	Longueur	Poids	Pt = -11.184 Lt ^{0.453}	85.1	Allométrie négative	0.000***
Aouinate	600	Longueur	Poids	Pt = -16.755 Lt ^{0.549}	81	Allométrie négative	0.000***

🚩 **H'naya :**

Chez la moule *P. perna* prélevée à H'naya, la croissance relative estimée par l'équation reliant la longueur totale au poids total, à partir de 600 individus, montre l'existence d'une allométrie minorante avec un coefficient de détermination R² de 84,8 % 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 H`naya le poids croit moins vite que la taille (Tab.4 , fig.35).

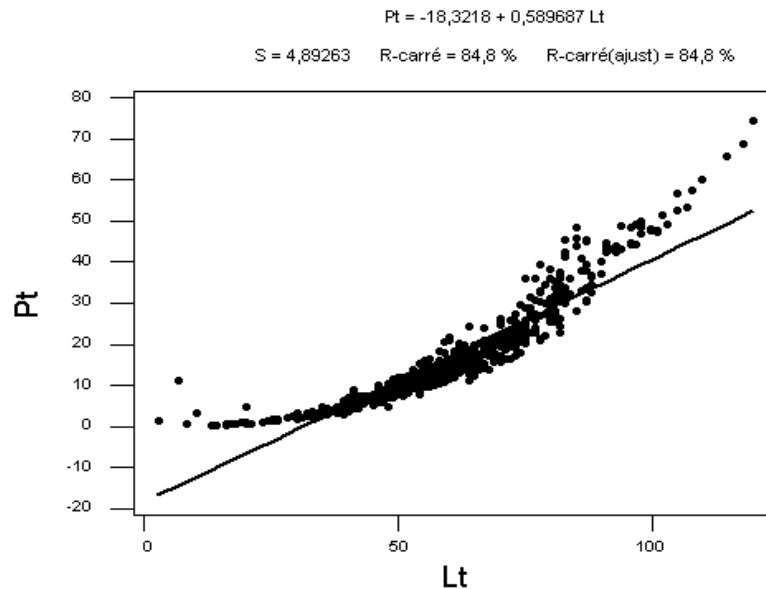


Figure 35: Régression entre la longueur totale et le poids total chez la moule *P. perna* récoltée à H`naya

🚩 Cap de Garde

La croissance relative estimée par l'équation reliant la longueur totale au poids total, à partir de 600 individus de l'espèce *P. perna* provenant du Cap de Garde, montre l'existence d'une allométrie minorante avec un coefficient de détermination R^2 de 85,1 % témoignant d'une différence très hautement significative ($P = 0.000$) entre l'évolution du poids et la longueur totale des individus ; L'allométrie observée fait apparaître que le poids croit moins vite que la taille chez les bivalves du Cap de Garde (Tab.4 , fig.36).

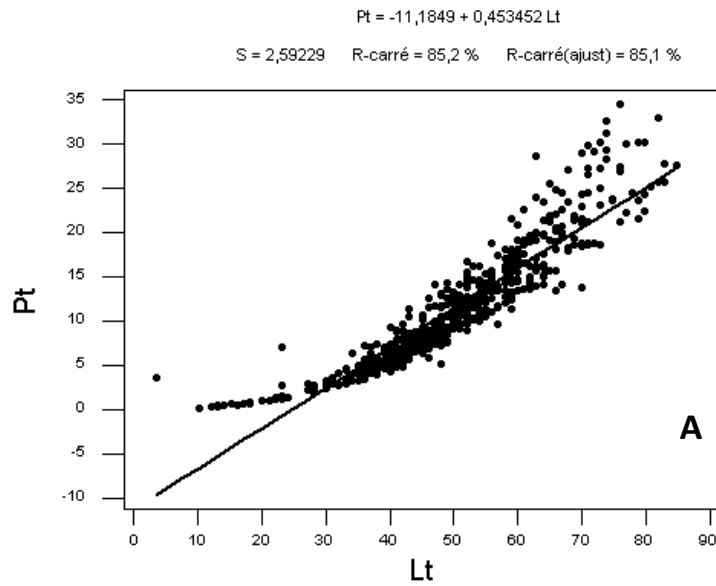


Figure 36: Régression entre la longueur totale et le poids total chez la moule *P. perna* récoltée au Cap de Garde

✚ Aouinate

A l'Aouinate, l'estimation de la croissance relative, de l'espèce *P. perna*, par l'équation reliant la longueur totale au poids total, à partir de 600 individus, montre l'existence d'une allométrie minorante avec un coefficient de détermination R^2 de 81 % témoignant d'une différence très hautement significative ($P = 0.000$) entre l'évolution du poids et la longueur totale des individus (Tab.4 , fig. 37). L'allométrie observée fait apparaître que le poids des moules de l'Aouinet croît moins vite que leur taille.

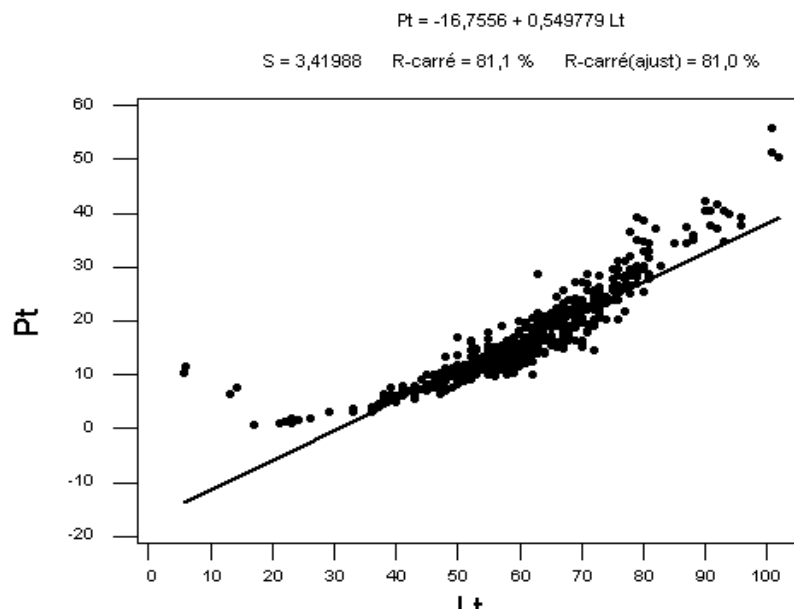


Figure 37 : Régression entre la longueur totale et le poids total chez la moule *P. perna* provenant de l'Aouinate.

Tableau 5: Résultats de AV2 appliquée sur les paramètres linéaires et pondéral en fonction de sites et des mois chez la moule *P. perna* au niveau du littoral nord Est Algérien .

Sources	Paramètres	CM	F	P
Sites	Lt	23743	115.11	0.000***
Mois	Lt	1686	8.17	0.000***
Sites	La	2834.9	131.41	0.000***
Mois	La	323.7	15	0.000***
Sites	Ep	3052.3	112.19	0.000***
Mois	Ep	226	.8.31	0.000***
Sites	Pt	6335.4	90.54	0.000***
Mois	Pt	778.1	11.12	0.000***

NS:non significatif ($p < 0.05$)*: hautement significatif ($p < 0.01$)**;

très hautement significatif ($p < 0.001$) ***.

L'analyse de la variance a deux critères réalisé pour les paramètres linéaire (Lt ,La et Ep) et pondéral (Pt) chez la moule *P.perna* du littoral Nord Est Algérien montre l'existence d'une différence très hautement significatif de chaque paramètre linéaire et pondéral entre sites et entre mois (tab.5).

3.2.4. Indice de condition:

Les valeurs de l'indice de condition des moules provenant des trois sites montrent des fluctuations similaires (tab.6)(fig.38); elles sont élevées en période hivernale puis affichent une baisse progressive au printemps pour atteindre un minimum en mai pour ensuite augmenter en juin à H`naya et en août au Cap et L`Aouinate pour enfin marquer une baisse en septembre (au Cap de Garde et H`naya) et en novembre (à l`Aouinate).

Nous notons toutefois que les moules du Cap de Garde montrent les valeurs de l'indice de condition les plus élevées (variant de 27 en mai à plus de 34 en février et août) ; ces dernières sont suivies par les moules de H`naya dont l'indice de condition est compris dans l'intervalle 26 (en septembre) - 33,95 (en février) ; Ce sont, en revanche, les moules de

l'Aouinate qui présentent les valeurs de l'indice de condition les plus faibles, variant de 24 (en mai) à 32,47 (en février).

Tableau 6: Variations mensuelles de l'indice de condition ($m \pm s$, $n=10$) chez *P. perna* récoltée dans le littoral Nord-Est algérien.

Mois	Aouinate	Cap de Garde	H'naya
Jan.08	31,33±2,67	30,781±4,07	33,91±3,17
Fev.08	32,47±1,62	34,009±2,69	33,955±2,51
Mar.08	29,03±3,22	29,54±3,53	31,593±3,32
Avr.08	26,66±1,366	28,707±2,553	28,582±3,37
Mai.08	24,74±3,741	27,338±1,284	26,852±2,73
Juin.08	28,45±1,956	31,264±2,32	31,61±3,4
Juill.08	29,35±2,242	32,07±1,86	29,26±2,21
Aout.08	29,35±2,84	34,03±3,54	26,472±1,73
Sept.08	28,01±2,7	29,161±2,62	26,227±2,91
Oct.08	27,317±2,31	28,681±2,21	26,798±4,48
Nov.08	25,31±4,36	28,506±2,47	30,329±3,1
Dec.08	30,04±2	28,992±2,38	31,215±2,27

Si nous tenons compte des variations de l'IC pour déterminer les phases du cycle de reproduction des moules récoltées nous pouvons, compte tenu des valeurs obtenues, dire qu'il existe un décalage entre les différentes phases du cycle d'un site à l'autre.

- A L'Aouinate une phase de gamétogenèse a lieu de décembre à février du fait que l'IC passe de 25 en novembre à plus de 32 en février ; la chute de la valeur de l'IC à 29 (en mars) correspondrait à une phase de ponte qui se prolonge jusqu'à mai ou l'IC atteint 24,74 ; l'augmentation des valeurs de l'IC de juin à août correspondrait à une deuxième phase de maturation des gonades suivie d'une ponte illustrée par une chute de l'IC à 25,3 en novembre.

- Les moules du Cap de Garde montrent une phase de maturation des gonades caractérisée par une hausse de l'IC qui passe de 28 en novembre à 34 en février ; La chute de la valeur de l'IC à 29,5 (en mars) correspondrait à la phase de ponte qui s'étale jusqu'à mai (IC = 27,3). De juin à août les valeurs de l'IC passent de 31 à 34 illustrant ainsi une deuxième phase de maturation des gonades à laquelle fait suite une phase de ponte durant laquelle l'IC passe à 29,16 en septembre et se maintient à 28,5 en novembre.

- Chez les moules de la H'naya, les gonades entrent en phase de maturation à partir de novembre (l'IC passe de 26,7 en octobre à 30,3 en novembre pour atteindre la valeur maximale « 33,9 » en février ; La phase de ponte qui suit dure de mars à mai (l'IC passant de 31,5 à 26,8) ; cette dernière est suivie d'une deuxième phase de maturation des gonades très brève qui s'étale de juin à juillet. La deuxième phase de ponte est enclenchée en août (IC passe de 29,2 à 26,4) et couvre la période de septembre à octobre.

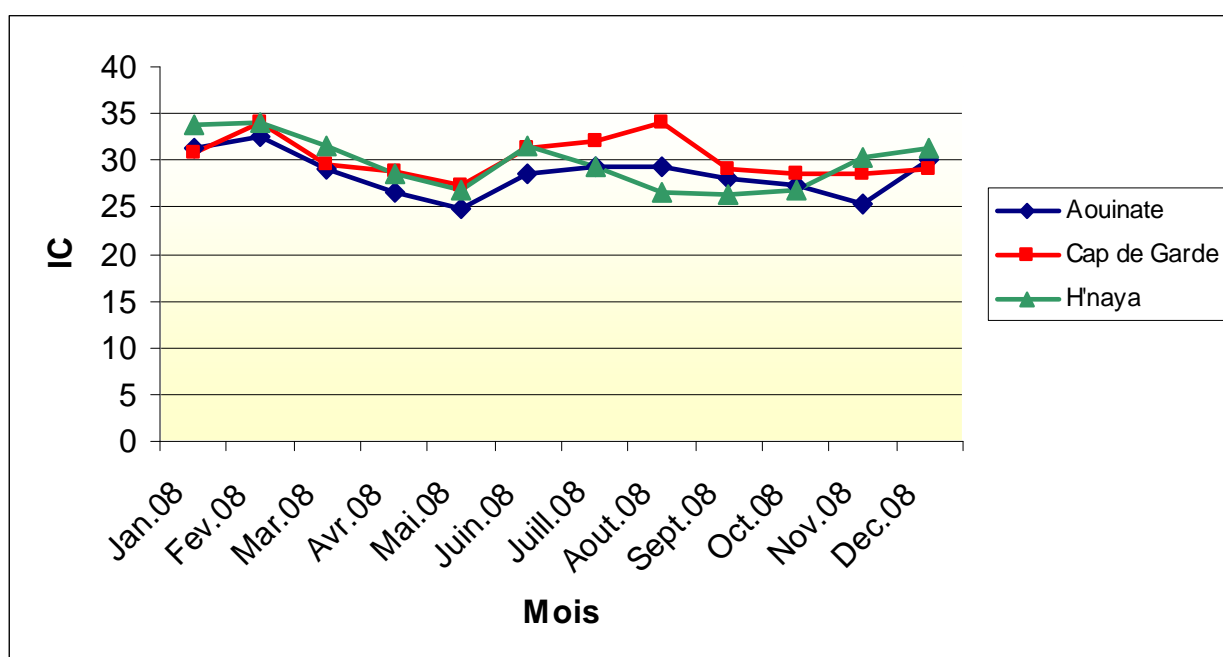


Figure 38: Variations spatiotemporelles des valeurs de l'indice de condition des moules récoltées dans le littoral Nord-Est algérien.

Tableau 7 : Résultats de AV2 applique dans la comparaison de l'indice de condition IC en fonction de sites et de mois pour la moule *P. perna* au littoral Nord Est Algérien.

Source	CM	F	P
Mois	12.4	4.57	0.000***
Sites	9.7	10.45	0.000***
Interaction	2.71		0.000***

NS:non significatif ($p > 0.05$) ; significatif ($p < 0.05$)*:hautement significatif ($p < 0.01$)**;
très hautement significatif ($p < 0.001$)***.

Les résultats de l'analyse de la variance à deux critères contrôlés révèlent l'existence de différences très hautement significatives ($p < 0.001$) de l'indice de condition de la moule *P. perna* entre mois et sites au niveau du littoral Nord Est Algérien (tab.7).

Tableau 8:Résultat de la GLM appliquée pour l'indice de condition en fonction des paramètres physicochimique chez la moule *P. perna* au littoral Nord Est Algérien

Source	DDL	SC SEQ	SC ajust	CM	F	P
O ₂ D	1	28.658	8.206	8.206	1.73	0.199NS
MES	1	0.051	3.787	3.787	0.8	0.379NS
Chl a	1	33.007	39.19	39.19	8.25	0.007**
T°	1	5.556	11.001	11.001	2.31	0.139NS
S‰	1	5.653	5.653	5.653	1.19	0.284NS

NS:non significatif ($p > 0.05$) ; significatif ($p < 0.05$)*:hautement significatif ($p < 0.01$)**;
très hautement significatif ($p < 0.001$) ***.

L'analyse de la variance en utilisant le modèle linéaire généralisé (GLM) de l'indice de condition de la moule *P. perna* au littoral Nord Est Algérien en fonction des différents paramètres physicochimique montre qu'il existe des différences hautement significatives de

l'effet de la Chlorophylle a sur l'indice de condition et une différence non significatives pour les autres paramètres physicochimique (O₂ dissous, MES, température, salinité) (tab.8).

3.2.5. Sex- ratio :

- **H'naya :**

Sur les 12 échantillons de moules prélevés à H'naya, 8 présentent une prédominance des individus de sexe mâles; durant les autres mois du cycle d'étude, les valeurs de la sexe ratio restent assez proche de 1 et montrent ainsi une légère prédominance des individus de sexe femelle (fig. 39).

- **Cap de Garde**

Dans les échantillons de moules récoltées dans le Cap de Garde, nous notons la prédominance des individus de sexe femelle pendant 7 mois sur 12 ; durant les 5 autres mois du cycle d'étude, les valeurs de la sexe ratio varient de 1,1 à 1,3 et montrent ainsi une légère prédominance des mâles (fig.39).

- **Aouinate**

Les valeurs du sex-ratio obtenues à partir des échantillons de moules prélevés mensuellement à Aouinate sont supérieures à la valeur 1 pendant 11 mois sur 12 ; ces résultats mettent en évidence la nette prédominance des individus de sexe mâles dans l'ensemble des échantillons, à l'exception de celui de mai où SR < 1 (fig.39).

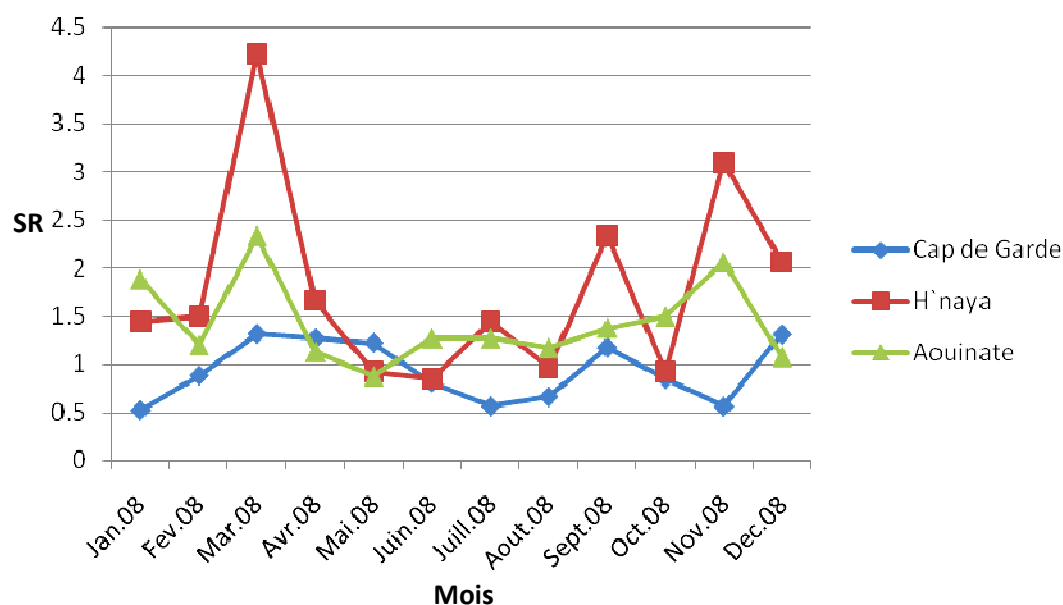


Figure 39: Variations spatio-temporelles des valeurs du sexe ratio des moules récoltées dans le littoral Nord-Est algérien

Tableau 9: Résultats de AV2 appliquée pour la comparaison du sex-ratio (S/R) en fonction des mois et des sites

Source	DDL	SC	CM	F	P
Mois	11	7.805	0.71	2.31	0.046*
Sites	2	4.413	2.206	7.18	0.004**
Erreurs	22	6.761	0.307		
total	35	18.978			

NS:non significatif ($p < 0.05$)*:hautement significatif ($p < 0.01$)**;

Très hautement significatif ($p < 0.001$)***.

Les résultats AV2 montrent l'existence d'une différence hautement significative des valeurs du sexe ratio entre les trois sites et d'une différence significative entre les mois (tab.9).

3.3. Etude du cycle de reproduction:

Aouinate :

L'observation des gonades femelles de moules provenant de l'Aouinate révèle la présence d'une phase de maturité génitale (stade IIIa) de juin à juillet suivie d'un premier processus d'émission des gamètes (stade IIIb) en décembre, janvier et février. Un deuxième processus d'émission des gamètes (stade IIIb) apparaît sur les gonades prélevées durant la période de juin à août ou sont aussi notés un processus de reprise de l'activité sexuelle (en juin), une gamétogenèse (en juillet) et une maturité génitale (en juillet-août). La restauration des gonades et leur reconstitution semblent avoir lieu en octobre (tab.10 ; fig.41).

Les gonades mâles de moules provenant de l'Aouinate sont en phase de gamétogenèse de janvier à juin ; deux phases de maturité génitale sont notées : l'une en janvier-février à laquelle fait suite une émission de gamètes en mars-avril et l'autre en juillet-août suivie d'une ponte en septembre, octobre et novembre. La restauration des gonades et la reconstitution des réserves ont lieu en juillet et en octobre (tab.10 ; fig.40).

H`naya :

Les moules femelles provenant de H`naya montrent un processus de gamétogenèse et de maturité génitale de novembre à février (une phase de restauration des gonades est notée en février) ; l'émission des gamètes a lieu en mars, en mai et en septembre ; en octobre, un processus de reconstitution des réserves fait suite à la phase d'émission des gamètes de septembre (tab. 10; fig.41).

Les moules de sexe mâle de H`naya sont en phase de gamétogenèse et de maturité génitale en janvier et en février ; l'émission des gamètes a lieu en mai, en juillet-août et en novembre-décembre. La reconstitution des réserves est observée en octobre ; une phase de restauration des gonades est relevée en février (tab.10 ; fig.40).

Le Cap de Garde

Les moules femelles du Cap de Garde présentent des gonades en phase de gamétogenèse en avril et en phase de maturité génitale en décembre, janvier et février ; un processus d'émission des gamètes lui fait suite en mars et en avril. Une phase de restauration des gonades précède, en juin, une deuxième phase de maturité génitale qui apparaît en juillet-août et à laquelle fait suite un processus d'émission des gamètes en septembre et en novembre (tab. 10; fig. 41).

Les moules de sexe mâle du Cap de Garde présentent des gonades en phase restauration, en juin ; la gamétogenèse apparaît en juillet et des phases de maturité génitale ont lieu en juillet-août et en décembre. L'émission des gamètes se produit en mars-avril et de septembre à novembre (tab.10 ; fig.40).

Tableau10: Résultats des différents stades sexuels de la moule *Perna perna* observe en histologie pour chaque site et par sexe.

Stades sexuels	Gonades des moules du Cap de Garde		Gonades des moules de H naya		Gonades des moules de Aouinate	
	male	femelle	male	femelle	male	femelle
Stade I (reprise de l'activité sexuel)	–	–	–	–	mars	juin
Stade II (gamétogenèse)	juillet	Avril	• Janvier à février	• Janvier à février	• Janvier • juin	Juillet
Stade IIIA (maturité génitale)	• Juillet à aout • décembre.	• Janvier à février • juillet à aout • décembre	• Janvier à février	• Janvier à février • novembre et décembre	• Janvier à février • Juillet à aout	Juin à juillet
Stade IIIB (émission des gamètes)	• Mars à avril • septembre à novembre	• Mars à avril • Septembre à novembre	• Mai • juillet à aout • novembre à décembre	• Mars, mai • septembre	• Mars à avril • septembre à novembre	• Janvier à février • juin-aout • décembre
Stade IIIC (restauration des gonades)	juin	juin	février	février	• Juillet • octobre	• Juillet • octobre
Stade IIID (arrêt de l'activité génitale et reconstitution des réserves)	–	–	octobre	octobre	octobre	octobre

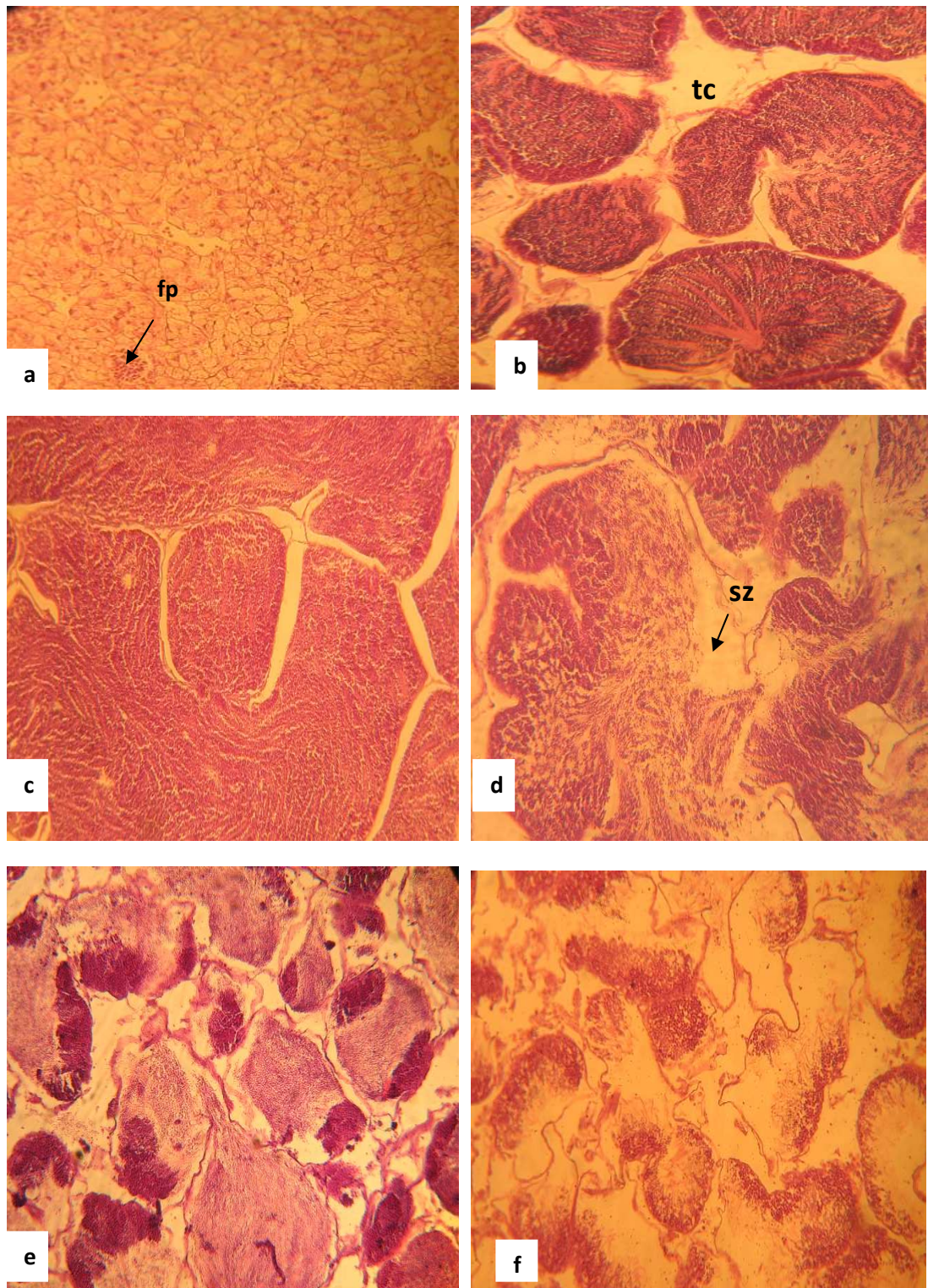


Figure 40 : Coupe histologiques montrant les différents stades du développement de la gonade male chez la moule *Perna perna* . a: stade I reprise de l'activité génitale, b : Stade II Gamétogenèse, c : Stade IIIA Maturité sexuelle, d : Stade IIIB Emission des gamètes, e stade IIIC restructuration de la gonade, f: Stade IIID Arrêt de l'activité génitale et reconstitution des réserves. -fp=follicule primaire,tc=tissu conjonctif ,et sz=spermatozoïde.(GR×40 colorées par l'hématoxyline de Harris et l'éosine).

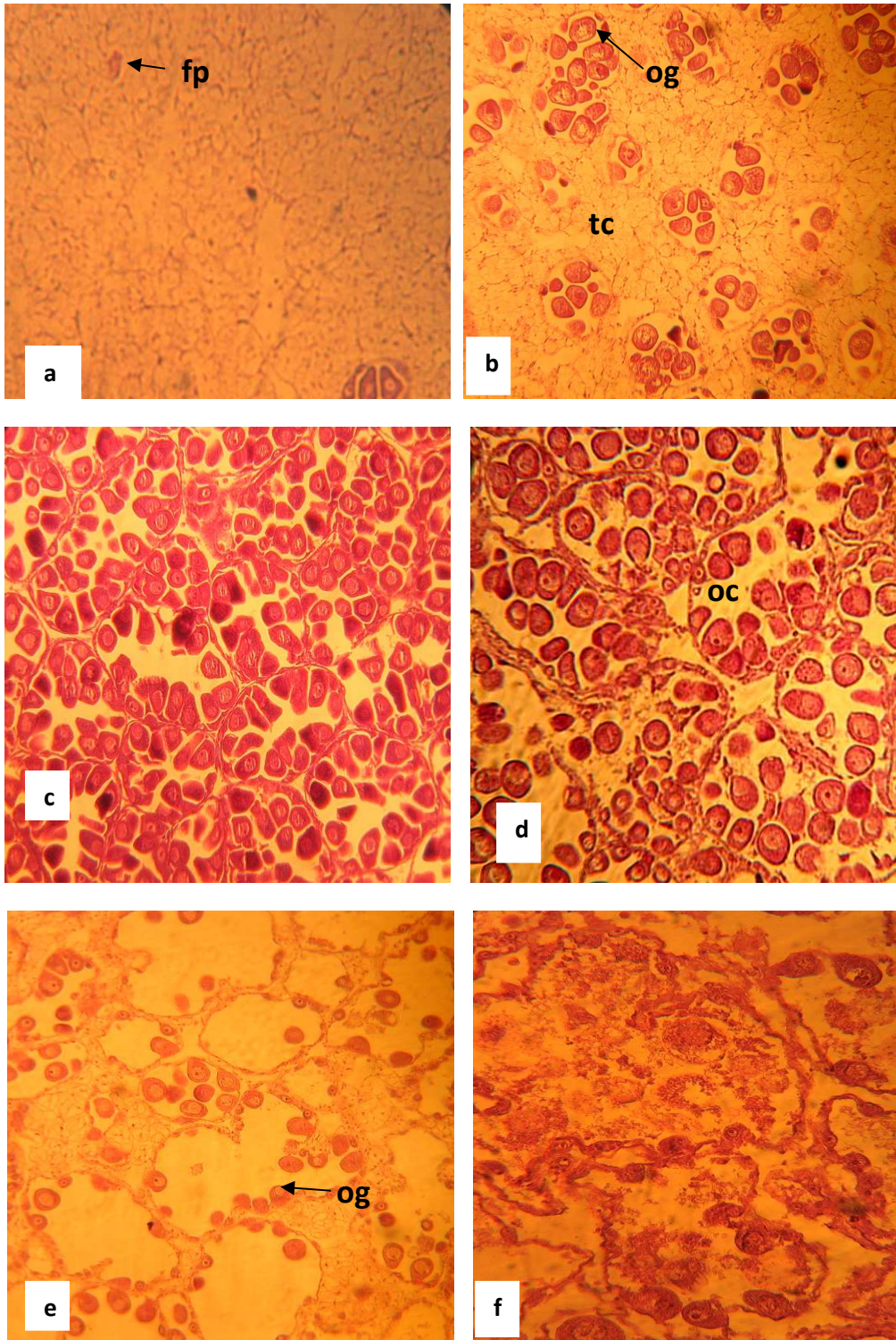


Figure 41 : Coupe histologiques montrant les différents stades du développement de la gonade femelle chez la moule *Perna perna* . a : stade I reprise de l'activité génitale, b : Stade II Gamétogenèse, c : Stade IIIA Maturité sexuelle, d : Stade IIIB Emission des gamètes, e stade IIIC restructuration de la gonade, f : Stade IIID Arrêt de l'activité génitale et reconstitution des réserves. fp : follicule primaire, og : ovogonie, ov : ovocyte, Tc : tissu conjonctif.(GR×40 colorées par l'hématoxyline de Harris et l'éosine).

4. Discussion :

✚ Paramètres physicochimiques

L'analyse des paramètres physicochimiques de l'eau revêt une importance majeure dans l'étude de la croissance et la reproduction de la moule *P. perna* ; mais comme le signale Lubet (1959), la température intervient directement sur le processus biologique du fait que les moules soient poïkilotherme. Selon Incze *et al.* (1980), les variations de température sont insuffisantes pour expliquer à elles seules les pontes, mais elles agissent en tant que « déclencheur » sur des animaux déjà parvenus à un stade de maturité sexuelle ; de ce fait, les variations saisonnières de ce paramètre doivent être prise en compte (Cossa *et al.*, 1980 ; Amiard *et al.*, 1986 ; Cain et Luoma, 1986 ; Longston et Spence, 1995).

Les relevés mensuels de la température des eaux des trois sites (Cap de Garde, H'naya et Aouinate) montrent l'existence de deux périodes bien distinctes : l'une froide allant de novembre à avril, avec un minimum de 12.5 °C enregistré en février, et l'autre chaude, qui s'étale du mois de mai à octobre avec un maximum de 28°C enregistré en juillet ; Cet écart de température est le reflet du caractère méditerranéen de la région où les contrastes entre saisons froide et chaude sont très sévères. Des résultats similaires sont rapportés dans le golfe de Annaba par Chaoui, (1993) et Khati-Hadj Moussa, (2009).

En ce qui concerne la salinité, elle montre des fluctuations saisonnières. Les mesures réalisées font apparaître des salinités faibles en période hivernale et printanière (comprise entre 36 et 38 ‰) ; ceci s'expliquerait par la forte dilution des eaux engendrée par les apports élevés en eau douce, ayant pour origine les fortes précipitations, combinée à la faible évaporation de l'eau. Les fortes salinités de l'eau sont, en revanche, enregistrées en période estivale et automnale, du fait de l'action combinée des fortes températures engendrant de fortes évaporations et la baisse des précipitations à l'origine de la baisse des apports en eau douce.

L'analyse statistique des données conforte ces observations et montre ainsi l'existence de corrélations positives entre la température et la salinité.

La concentration en oxygène dissous est une variable d'état fondamental, qui intervient dans beaucoup de processus ; C'est également un bon indicateur de la santé d'un écosystème (Bourlange, 2000).

La forte oxygénation du milieu, relevée en période froide, est due, vraisemblablement, aux basses températures et aux agitations mécaniques provoquées par les vents ; Les températures sont, selon Autoine & Bowker (1996), des facteurs dominants dans le contrôle de la concentration en oxygène dissous de l'eau. Selon Khattabi (2002), la teneur en oxygène dissous serait la résultante d'un grand nombre de facteurs biotique et abiotique ; elle dépendrait de l'activité biologique du milieu, c'est à dire l'équilibre photosynthèse - respiration, des vents et de la température. Ces observations sont confortées par l'analyse statistique des données qui montre l'existence de corrélations d'une corrélation négative entre l'oxygène dissous et la salinité.

Les teneurs en matière en suspension montrent des valeurs élevées en période automnale et hivernale et basses en périodes printanière et estivale. L'augmentation des teneurs en MES enregistrée en période hivernale s'expliquerait par les apports importants générés par les fortes précipitations et les crues qu'elles provoquent à cette période. L'apparition de blooms phytoplanctoniques importants pourrait engendrer des augmentations de la teneur en MES.

L'estimation de la chlorophylle a constitue vraisemblablement la mesure la plus accessible de la biomasse phytoplanctonique. Selon Izaguirre (2001), dans une logique d'étude de fonctionnement d'un écosystème, la teneur en chlorophylle a et les fluctuations relevées sont fortement influencées par les températures et les intensités lumineuses. La faible teneur en chlorophylle a, enregistrée en période froide, s'expliquerait par les basses températures et l'importance des apports en eau (fortes crues) à l'origine de la dilution qui affectent les communautés phytoplanctoniques (Zolocar de Domitrovie, 1992 ; Engel et Melck, 1993 ; Garcia de Emilliani, 1997 ; Huszar & Reynolds, 1997). Selon Dufour et Merle (1972), la forte amplitude des variations thermiques jouerait un rôle direct dans la succession des espèces planctoniques. Les efflorescences planctoniques représentent un apport alimentaire essentiel pour la moule ; elles stimuleraient la maturation sexuelle, tant par leur importance que par la soudaineté de leur apparition (Cayre, 1976).

L'analyse statistique des données montre l'existence de corrélations positive entre la chlorophylle a et la température.

Etude de la croissance

L'évaluation de l'intensité de la liaison entre les mesures de la taille de la coquille a été employée pour déterminer les rapports morphométriques des axes de croissance en longueur, en largeur et en épaisseur de la moule *P. perna*.

Les valeurs de b obtenues aussi bien pour *P. perna* du golfe d'Annaba que pour celles du littoral d'El Kala montrent que la croissance est plus rapide en longueur qu'en largeur et en épaisseur. Ce même type de relation est signalé par Bitar et Hannachi, (1987) qui l'explique par l'hétérogénéité morphologique de la coquille de cette espèce. En ce qui concerne la relation entre la largeur et l'épaisseur, les moules du Cap de Garde et l'Hanaya montrent une isométrie illustrée par une croissance proportionnelle de ces deux paramètres ; mais, en revanche, celles de l'Aouinate montrent une allométrie minorante témoignant d'une croissance lente de l'épaisseur par rapport à celle de la largeur.

Le même type de croissance a été rapporté par de nombreux auteurs qui ont étudié la croissance de moules et d'huitres en élevage (Burgeot et Galgani, (1998) ; Grangney, (2001)) ; ces derniers montrent que la croissance en longueur serait en relation avec les variations des facteurs abiotiques tels que la température, l'habitat pélagique et benthique et des facteurs biotiques tels que l'âge, sexe ou encore le stade de maturité des gonades. Ce qui explique la forme allongée de la coquille selon l'axe antéropostérieur.

Il est généralement admis que la croissance est caractérisée par une augmentation de la taille et du poids en fonction du temps et des variables environnementales. Toutefois, chez les mollusques bivalves, et en particulier chez les moules, les processus liés à la reproduction perturbent ce schéma par une accumulation temporaire de réserves importantes qui sont par la suite converties en gamètes puis expulsées lors de la ponte, occasionnant une perte brutale de poids (Lubet *et al.* 1981).

L'évaluation de l'intensité de la relation entre la longueur totale et le poids total chez la moule *P. perna* provenant des l'ensemble des sites, révèle l'existence d'une allométrie minorante entre ces deux paramètres ($b < 3$) témoignant de l'augmentation de la taille des individus plus rapide que celle du poids. Selon Romeo *et al.*, (1993), ceci serait en relation avec les fluctuations mensuelles de l'état physiologique de l'animal.

La relation qui relie la variable pondérale des bivalves à la longueur de la coquille s'est révélée significative tout au long de l'année pour l'ensemble des sites ; il est aussi noté, qu'au cours de la phase d'activité sexuelle, les variations interindividuelles sont importantes et seraient, selon Dridi *et al.*, (2008) probablement générées par des changements d'ordre physiologique en rapport avec la gamétogenèse et l'émission des gamètes.

Chez les bivalves, plusieurs facteurs tels que l'état physique et nutritionnel du milieu (Askew, 1972 ; Utting, 1986) et les paramètres physiologiques (Bayne *et al.* 1999) auraient une influence sur leur vitesse de croissance linéaire et pondérale.

Pour la gestion des ressources des mollusques et la connaissance de divers paramètres relatifs à la dynamique de la population, l'outil le plus fréquemment utilisé pour estimer les paramètres de croissance est le FiSAT (Amin *et al.*, 2001a ; Amin *et al.*, 2001b ; Amin *et al.*, 2002 ; Mendo Mancera, 1996 ; Tuaycharden *et al.*, 1988 ; Vakily, 1992).

L'application de l'équation de Von Bertalanffy nous a permis de déterminer les caractéristiques de chaque site. Nous notons, en effet, qu'à H`naya les moules ont une longueur maximale de 120 mm et une longueur asymptotique élevée (égale à 123.27 mm) mais avec un taux de croissance faible de $0,35 \text{ ans}^{-1}$; Quant aux moules de l'Aouinate, bien que les longueurs maximale observée et asymptotique soit respectivement égales à 100 mm et à 105.33 mm, leur taux de croissance estimé serait le plus élevé avec 1.82 ans^{-1} . Les moules du Cap de Garde se caractérisent par une taille maximale de 85 mm et une taille asymptotique de 91.82 mm mais avec un coefficient de croissance assez élevé de $0,61 \text{ ans}^{-1}$. Ces différences entre site seraient liées aux paramètres physico chimiques et éventuellement au stress environnemental.

Les tailles maximales de la moule *P. perna* relevées dans le cadre de la présente étude sont bien supérieures à celles des moules de la même espèce récoltées par Abada-Boudjema (1983) dans la baie d'Alger (taille inférieure à 66 mm). Selon Zaouali (1973), cette espèce atteint 100 mm dans les moulières artificielles saumâtres en Tunisie, alors qu'elle ne dépasse pas 35 mm en mer.

En ce qui concerne le taux de croissance, nos données sont proche de celles rapportées par Cayre (1976) au Congo et par Al Bawarni (2006) en Malaisie ; le premier signale l'atteinte par *P. perna*, dans des conditions naturelles, d'une taille de 40 mm en 4 mois et demi et le second l'atteinte d'une taille de 40,28 mm en quatre mois. Selon Cayre (1976) la croissance se trouve encore accélérée par la mise en culture ; dans ces conditions les moules atteignent 40mm en un peu plus de 2 mois. Les taux de croissance obtenus dans la présente étude seraient relativement très élevés quand on les compare à ceux rapportés pour la même espèce *P. perna* par Bouhaimi, (2000) au maroc (41.97 en 12 mois), ou pour *M. edulis* par Ghersen,(1968) au Danemark (50mm en 16 mois), par Andreu,(1958) en Hollande (72mm en 36 mois, par Brienne,(1955) en France (40mm en 30 mois).

La comparaison de nos résultats avec ceux obtenus par d'autres auteurs sur différentes espèces de bivalves de différentes régions (Tab.11) nous permet de constater que la croissance de nos moules se rapproche de celles rapportée par Lee (1985) à Hong Kong, par Al-Barwani *et al.*, (2006) en Malaisie pour la moule *P. viridis* (*P. perna*) et par Vakyli (1992) aux USA pour l'espèce *C. virginice*. Des divergences sont par ailleurs à soulever en ce qui concerne les résultats rapportés par Fernandes (1981), Marques *et al* (1998) au Brésil pour *P. perna* et Perez et Romeo (1979) en Espagne pour *M. edulis* (tab.3) ; ces divergences proviendraient essentiellement de l'espèce et de la méthodes utilisée pour la détermination de l'âge ; mais pourraient être causées, selon Curry et Fontana, (1988), par les différences des conditions du milieu relevé d'un secteur à l'autre et plus particulièrement la température et la richesse des eaux. Selon Seed (1976) et Shafee (1992), le taux de croissance varie en fonction de la latitude et la température ; Gosling (1992) signale aussi que la croissance des moules varie en fonction de la température. Almada Villela *et al* (1982) montrent qu'entre 3 et 20° C, la croissance linéaire augmente d'une manière logarithmique. D'après Wilson, (1977) et Thompson,(1984) l'effet de la température est généralement combiné avec la nourriture. Page et Hubbart (1987) signalent qu'en Californie la croissance de *M. edulis* est étroitement liée à la variation de la densité du phytoplancton. Loo et Rosenberg (1983) rapportent que les températures inférieures à 5°C ne limitent pas la croissance quand elles coïncident avec les blooms phytoplanctoniques au printemps.

La croissance de *P. perna* est plus rapide dans les zones tropicales et en culture qu'en zone tempérée et dans les conditions naturelles, ce qui est probablement du aux conditions physico-chimiques mécaniques et trophiques plus convenables en milieu protégé qu'en milieu naturel (Abada-Boudjema ,1983).

Les résultats de l'évaluation de l'indice de condition des moules *P. perna* montrent que cet indice est bien meilleur en période estivale; ces valeurs s'expliquent non seulement par l'apparition probable de blooms phytoplanctoniques et de ce fait par l'abondance de la nourriture mais aussi par l'atteinte probable de la température physiologique optimale qui permettrait ainsi une meilleure métabolisation des produits de la digestion. Selon Romeo *et*

al., (2001), l'indice de condition serait associé à la température de l'eau et correspondrait au taux de remplissage de la coquille par les tissus mous et informerait, de ce fait, sur l'état nutritionnel et physiologique de l'animal. L'analyse statistique des données montre l'existence d'une corrélation très hautement significative entre l'indice de condition et la chlorophylle a ce qui conforte cette hypothèse. L'observation de valeurs assez élevées de l'indice en période hivernale s'expliquerait par l'accumulation de réserves dans les gonades qui entrent en phase de maturité sexuelle et que l'étude histologique confirme.

La diminution de l'indice de condition en période printanière et en période automnale correspondrait à deux phases de pontes ; les observations histologiques ont permis de confirmer cela par l'existence d'une phase d'émission des gamètes suivie de la restauration des gonades. Des observations similaires sont rapportées par de nombreux auteurs (Lasiak et Barnard, 1995; Mc Quaid et Lawrie, 2005). D'autres auteurs expliquent la baisse de cet indice soit suite à de mauvaises conditions trophiques soit suite à une ponte qui a engendré un amaigrissement (Doange et al.,(1989) ; Paulet et al., (1992) ; Barille,(1996).

L'évaluation de la sex - ratio révèle la dominance des mâles par rapport aux femelles ; cette prédominance des mâles est signalée chez les deux espèces *P. perna* et *M. galloprovincialis* provenant d'Anza au Maroc (Idhalla et al.,1997).

L'analyse statistique des données montre l'existence d'une différence hautement significative de la répartition des mâles et des femelles en fonction des sites.

Cycle sexuel

Dans la littérature, le cycle de reproduction des moules présente d'importantes variations en fonction de la latitude ; Celles-ci sont interprétées différemment par les auteurs ; Pour Lubet *et al.* (1986), le facteur essentiel, entre les limites thermiques compatibles à la reproduction de l'espèce, est la nutrition qui permet d'assurer un bon équilibre entre les réserves et les besoins énergétiques du cycle sexuel.

Dans l'ensemble de nos sites d'étude, l'étude histologique des gonades montre que la moule *P. perna* présente un cycle sexuel étalé sur toute l'année avec deux périodes de ponte, l'une au printemps et l'autre en automne. Cette émission de gamètes coïncide avec la chute de l'indice de condition et la restauration des gonades. Au Congo, Cayre (1978) signale, pour *P. perna*, l'existence de deux périodes de ponte tout en précisant que la plus importante, se situe pendant la grande saison froide de juin à octobre et que la plus fugitive a lieu en décembre ; Cet auteur signale, par ailleurs, que les variations de salinité associées à des variations de température jouent un rôle de stimulus dans l'émission des produits génitaux.

Selon Tortel (1978) *P. viridis* des Philippines présente deux périodes d'émission de gamètes, l'une intense en mars et avril et une seconde moins importante, en septembre. Au Brésil Lunetta (1969) a mis aussi en évidence deux périodes de ponte, pour *P. perna*, l'une en Avril-mai et juillet et l'autre en septembre (tab.10).

Dans la moulière de Bordj el Kiffan, Abada-Boudjema (1983), signale l'existence d'une seule période de sédentarisation (en juin 1979) qu'il rapporte à une ponte printanière. Ceci diffère de la stratégie de reproduction qui prévaut, pour cette espèce, dans les eaux tropicales; Lubet (1970) estime que la reproduction de *P. perna* dans les eaux tropicales du Brésil a lieu tout au long de l'année avec un minimum en février. Selon Zaouali (1973), la reproduction de *P. perna* en mer se fait tout au long de l'année avec un maximum au début de l'automne et un minimum en été ; ce même auteur rapporte qu'en Tunisie *P. perna* ne peut se reproduire dans les eaux dont la salinité est plus faible que celle de l'eau de mer. Au Maroc, Shafee,(1989) montre que chez la moule *P. picta* (*P. perna*) le stade de la maturité sexuelle est observé de janvier à février et le stade de l'émission des gamètes et la reconstruction des gonades de Février à mai. Cependant, Adhalla *et al.*, (1997) rapportent que le cycle de reproduction des deux espèces *Perna perna* et *Mytilus galloprovincialis* est étendu sur toute l'année avec trois périodes de ponte ou de spermiation: deux facultatives (hivernale et estivale) et une principale (printanière).

Les études du cycle sexuel et de la reproduction de *M. galloprovincialis* montrent au moins deux périodes importantes d'émission de gamètes, l'une située au début du printemps et l'autre située en automne (Renzoni,1963; Boucart & Lubet,1965). Dans les régions où la température de l'eau ne descend pas au dessous de 6°C les animaux matures sont susceptibles de pondre toute l'année (Boucart & Lubet,1965 ; Renzoni & Massa ,1970). Cette continuité du cycle sexuel a été mise en évidence dans le golfe de Trieste par Valli *et al.*, (1975) et dans le nord de l'Adriatique par Brenko (1971) qui signale en outre l'existence de pontes intensives de décembre à février.

Tableau 11 : Répartition des périodes d'émission des gamètes, chez les bivalves, selon les différentes aires géographiques.

Espèces	Pays	Auteurs	Emission principale	Emission secondaire
<i>P. perna</i>	Annaba	Chaoui (1993)	Fin mai –mi juin	Septembre
<i>P. perna</i>	Baie d` Alger	Boukroufa(1982)	novembre-décembre	
<i>P. perna</i>	Brésil	Lunetta (1969)	Avril Juillet-aout	
<i>P. perna</i>	Congo	Cayre (1978)	Avril-mai-juillet Septembre	
<i>P. viridis</i>	Philippines	Tortella <i>et al</i> (1978)	Juillet-aout-décembre	
<i>M.galloprovincialis</i>	Baie d` Alger	Djediati(1982) Abada Boudjema (1983)	Mars-avril	
<i>M.galloprovincialis</i>	Anse de Carleau	Morchid (1987)	Mi décembre-mi mars Novembre-décembre - avril-mai	
<i>P. perna</i>	Algerie (Cap de Garde)	Présente étude	Mars a mai et septembre a novembre	
<i>P. perna</i>	Algerie (H`naya)	Présente étude	Mars a mai et aout a septembre – octobre	
<i>P. perna</i>	Algerie (Aouinate)	Présente étude	Mars et novembre	

Tableau 11 :Prametres de croissance de Von Bertalenffy de la moule *P.perna* et d`autres especes de moules dans la literature dans differentes regions .

Pays	Espece	L_∞ (mm)	K ans⁻¹	References
Malaisie	<i>P.viridis</i>	89.4	0,17	Choo et Speiser (1979)
Malaisie	<i>P.viridis</i>	102.38	1.5	S.L.Al-Barwani <i>et al</i> (2006)
Hong Kong	<i>P.viridis</i>	101.9	0.3	Lee (1985)
Thailande	<i>P.viridis</i>	112	1	Twaychanden <i>et al</i> (1988)
Italy	<i>M.galloprovincialis</i>	81.9	0.1	Fabi <i>et al</i> (1985)
Brazil	<i>P.perna</i>	110.6	0.08	Fernandes (1981)
Brazil	<i>P.perna</i>	152.5	0.06	Idem
Brazil	<i>P.perna</i>	115	0.06	Idem
Inde	<i>P.viridis</i>	184.6	0.25	Narasimham (1981)
Inde	<i>P.viridis</i>	85	-	Rivonker <i>et al</i> (1993)
Espagne	<i>M..edulis</i>	90.7	0.11	Perez et Roman (1979)
Espagne	<i>M..edulis</i>	112.1	0.06	Idem
Espagne	<i>M..edulis</i>	101.1	0.07	Pilar (1979)
Espagne	<i>M..edulis</i>	86.8	0.08	Idem
Russie	<i>M.edulis</i>	144	0.09	Sukhotin et Kulakowski (1991)
Brazil (Autumn)	<i>P.perna</i>	73.9	0.13	Marques <i>et al</i> (1998)
Brazil (Hiver)	<i>P.perna</i>	71.3	0.16	Idem
Brazil (printemp)	<i>P.perna</i>	72.7	0.19	Idem
Brazil (été)	<i>P.perna</i>	73.8	0.11	Idem
USA	<i>C.virginice</i>	125.8	0.5	Vakyli (1992)
Korea	<i>C..gigas</i>	103.7	2.35	Vakyli (1992)
Colombie	<i>C.rhizophorae</i>	149	0.9	Manoera et Mendo (1996)
Venezuela	<i>P.perna</i>	76	3.96	Angell (1986)
Congo	<i>P.perna</i>	104.912	0.00594	Cayre (1976)

Algerie (Cap de Garde)	<i>P.perna</i>	91.82	0.61	Presente etude
Algerie (H`naya)	<i>P.perna</i>	123.37	0.35	Presente etude
Algerie (Aouinate)	<i>P.perna</i>	105.33	1.8	Presente etude

5. Conclusion :

Il ressort de ce travail :

- Que les paramètres physicochimiques mesurés montrent des fluctuations saisonnières et des corrélations positives (entre température et la salinité, entre la chlorophylle a et la température) et négatives (entre l'oxygène dissous et la salinité);
- Que la croissance des moules est plus rapide en longueur qu'en largeur et en épaisseur ;
- Que la largeur et l'épaisseur des moules du Cap de Garde et de H`naya montrent une croissance proportionnelle (isométrie) et celles de l'Aouinate une croissance lente de l'épaisseur par rapport à celle de la largeur (allométrie minorante) ;
- Que l'augmentation de la taille des individus est plus rapide que celle du poids (allométrie minorante) ;
- Que les taux de croissance des moules du littoral Nord-Est algérien sont relativement très élevés (quand on les compare à ceux rapportés pour la même espèce *P. perna* dans différentes régions).
- Que le coefficient de croissance le plus élevé est relevé à l'Aouinate (1.82 ans^{-1}) suivi du Cap de Garde ($0,61 \text{ ans}^{-1}$) et enfin de H`naya ($0,35 \text{ ans}^{-1}$).
- Que la moule *P. perna* présente un cycle sexuel étalé sur toute l'année avec deux périodes de ponte, l'une au printemps et l'autre en automne.
- Que l'émission de gamètes coïncide avec la chute de l'indice de condition et la restauration des gonades

En perspectives, il serait judicieux :

- D'augmenter l'échantillon mensuel de l'animal standard et de mesurer l'ensemble des paramètres linéaires et pondéraux des spécimens ;
- D'étudier la dynamique des populations de moules de différentes moulières naturelles et déterminer les périodes de recrutement des larves ;
- De déterminer la composition biochimique de la chair afin de pouvoir mieux interpréter les variations pouvant être engendrées par divers contaminants présents dans le milieu ;
- De déterminer l'impact de polluants sur la croissance et le cycle sexuel des moules.

Reffererances bibliographique

A

- 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 3^{ème} cycle, Univ. Sci. et Technol. Houari Boumediène, Alger, 115 p.
- Aminot A & Chaussepied M .1983.** Manuel des analyses chimiques en milieu marin.CNEXO.Brest ,pp:395
- Angell,C.I.(1986).** The biology and culture of tropical oysters.ICLARM Stud Rev.12,37.
- Andreu ,B,1958.**Sobre et cultivo del mejillon en Galicia. Biologia,crecimiento y productioccion.Industrias Pesqueras,Vigo,745-746:44-47.
- Antoine Y.W.S.,Bowker D.1996.**Hydrological and environmental characteristics of the River Taff,South Wales,U.K. *limnologica* ,26:217-233.
- Askew,CG.(1972).**The growth of *Ostrea edulis* and *Crassostrea gigas* in Ensworth Harbour.Aquaculture,1 :273-25.
- Amin,S.M.N.,Haroon,A.K.Y.,Alam,M.2001a.** A study on the population dynamics of *Labeo rohita* (Ham) in the Sythet bassin In Bangladesh Indian L fish.48,291-296.
- Amin,S.M.N.Rahman,M.A,Haldar.G.C.,Mazid,M.A.2001b.**Studies on age and growth exploitation level of *Terudora ilisha* in the coastal region of Chittagong.Bangladesh J.Inland Fish.Soc.India 33.1-5 .
- Amin,S.M.N.Rahman,M.A,Haldar.G.C.,Mazid,M.A.Mibon,D.2002.**population dynamics and stock assessment of Hilsa stad, *Terudora ilisha* in Bangladesh .Asian Fish.Sci.4.342-344.
- Amiard,J.Amiard-Triquet,c,Berthet, B.,Metayet, C.,1986.** Contribution to the ecotoxicological study of cadmium,lead ,copper,andzinc in the mussed *Mytilus edulis*.Mar.Biol. 90:425-431.
- Amiard,J-C et Amiard-Triquet,C.,2008.**Les biomarqueurs dans l'évaluation de l'etaecologique des miliytux aquatiques.LavoisierTec & Doc,Paris,375p

B

Barillé A.L., 1996. Contribution à l'étude des potentialités conchyliques de Prthuis Breton. Thèse de doctorat. Université d'Aix-Marseille II, 243 pp.

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

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.

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

Bouhaimi A.(2000) .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.

Brienne H.1955.Les gisements de moules du boulonnaise *Rev.Tran.off. Pêche Marit.*,19(3) :389-414.

Bourlange,S.2000.Modélisation hydraulique et écologique d'une rivière amont :Le Grand Morin.DEA hydrogéologie , Géostatistique et Géochimie .Université Paris - Sud, Ecole des Mines de Paris & Ecole Nationale du Génie Rural des Eaux et des Forêts. pp : 48.

Burgeot, T et Galgani , F.1998.Application de l'EROD chez les poissons marins dans un programme pluridisciplinaire :surveillance de la mer du Nord in :Lagadic.,Carquet,T.,Amiard,J C et Ramade,F.(Eds) *Tec et Doc* Lavoisier,Paris.

Bayne,Bl., Svensson,Svensson,S et Nellja.1999.The physiological basi a for faster growth in the sydney roch oyster, *Saccostrea commercialis*. Boil.bull.197 (3):377-387.

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.P17 – 23.

Bouhaimi A(2006). Etude de la biologie des moules *Mytilus galloprovincialis* et *Perna perna* et validation de certains biomarqueurs (acétylcholinestérase et peroxyadation 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.

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 – 15

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

Bertalanffy Von L. (1938). A quantitative theory of organic growth.Hum boil .10(2) :181-213p.

C

Cayre P.1976.Etude de la moule PERNA Perna et de l'Huitre GRYPHEA Gasar .Etude des possibilités de conchyliculture en république populaire du Congo.ORESTOM.Serie N° 45. Algani ,F

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.

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

Cain,D..J et Luoma, S.N.,1986. Effect of seasonally changing tissue weight on trace metal concentration in the bivalve *Macoma bathica* in San Francisco bay Mar. Ecol.

Cossa,D.,Bourget,E, et Pizzue, and seasonal variation in the relationship between trace metal content and body weight in *Mytilus* **J et Chanut ,J.P.,1980.** Geographical edulis. Mar Biol.,58:7-14

D

Djediat C., 1982. Aspect histologique de la gonade femelle de *Mytilus galloprovincialis* (Lmk) en période de reproduction. D. E. S., U. S. T. H. B., 56 p.

Dagnelie .P. 2000. *Statistique théorique et appliquée.* Tome 2 : Inférence statistique à une et deux dimensions.Bruxelles-Université de Boeck et Lancier-659p.

Dufour Ph & Merle j.1972. Station côtière en Atlantique tropical. Hydroclimat et production et production primaire.Doc.Sci.Center ORSTON Pointe-Noire,N.S.25 :48p.

Dridi, S.,Romdhane, MS Et Cafsi ,M., 2008. Croissance et variations saisonnières de la Bizet, Tunisie. Belg. J. Zool.,138(2) :158-169

Dorange,G.,Paulet,Y.M.,LePnec,M.,et Cochard,J.C.,1989. Critères histologique de la qualité des ovocytes émis par *Pecten maximus*. C.R.Acad. Sci.Paris 309 serie 3 :113-a

E

Engle D.L.& Melack J.M.1993. Consequences of riverine flooding for seston and periphyton of floating meadows in an Amazon floodplain Lake.Limnology and Oceanography,38:1500-1520.

F

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

Fabi,G.,Fiorentini.L.,Giannini ,S., 1985. Osservazioni sull'insediamento di *Mytilus galloprovincialis* LamK. Su di un modulo sperimentale per miticoltura immenso nella baia di Portonovo (Promontoria del Conero,Medio Adriatico).Oebalia N.S. 11(2),681-692. Fernandes,F.C., 1981. Ecologia e biologia do mexilhao *Perna perna* na regio do Cabo frio,Brasil.PhD Thesis.Universite of Sao Paulo,145 pp.

Fisat. (1997). Reference manual .F.A.O-Computerized information series fisheries n° 8.Rom, F.A.O:270p.

Fernandes,F,C.,1981.Ecologia e biologia do mexilhao *Perna perna* na regio do Cabo Frio,Brasil.PhD Thesis.University of Sao Paulo.145p.

Cury P.et Fantana A.1988.Competition et stratégie démographiques comparées de deux espèces de sardinelle (*Sardinella aurita* et *Sardinella Mederensis*) des cotes ouest africaines.Aqua living ressour,1988,1pp 165-180.

G

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

Grangnery , A.2001.Etude et modalisation de la dynamique des population des principaux bivalves en élevage (*Crassostrea gigas* et *Mytilus galloprovincialis*) et des principaux epibiontes des étangs de Thau. Thèse de doctorat,1999-2000.

Garcia G.M.,& Holt J. G.2001.The road map to the manual.in Bergey`s *manual of systematic bacteriology* .D.R. Boone & R.w.Castenholz (eds) .2nd edn.new York,USA, Springer-Verlag,pp.119.

Ghaidalia et Bourgeois, 1961. Influence de la température et de l'éclaircissement sur la distribution des crevettes de moyennes et de grandes profondeurs Edit, Rev.Gen.Fish.Med (Fra) n° 1 :16:p53-58.

Gayanilo Jr.,F.C., Soriano,P.,Pauly,D., 1996. (The FAO –ICLARM STOCK. Assessment Tools (FiSAT) User Guide.FAO Computerised information Series (Fisheries) N° 8.FAO,Rome,p.266.

H

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

Huzar V.L.,Reynolds C.S 1971.Phytoplankton periodicity and sequences of dominance in Amazonian in flood-plain lake(lago Batata ,Para, Brazil);response to gradual environment change.Hydrobiologia ,346:169-181

I

Idhallia, M. ; Bouhaimi, A. ; Zekhnini, A. ; Narbonne, J.F. ; Mathieu, M. & Moukrim, A(1997) .Etude du cycle de reproduction de deux especes de moules *Perna perna* et *Mytillus galloprovincialis* dans la bais d'Agadir(Sud du Maroc).Laboratoire Eaux et environnement,*Univ Ibnou Zohr .B.P.Maroc.British Librairy.*

Izaguirre I.Ofrrell I.et Guillermo T.2001. Variation in phytoplankton composition and limnological features in water-water ecotone of lower Parana Basin (Argentina).Freshwater Biology46:63-74.

Incze M ,L.s.,Lutz,R.A.,et WaltingmL.,1980. Relmqtionship between effects of environmental temperature and seston opn growth and lortality of *Mytillus edulis* in q te;prqte northern estqry.Mar.Biol :58 147-156.

K

Khati Hadj moussa ,W2009.Etude de la qualité des eaux du golfe d'Annaba par l'utilisation d'un mollusque sentinelle,la moule *Perna perna*:essai in vivo et in situ. Application a la biosurveillance de l'environnement marin. *Thèse de doctorat.Univ. Annaba. laboratoire écosystème marins et littoraux.87p*

Kattabi H.2002. Interets de l'étude des parametres hydrobiologiques pour la comprehension du fonctionnement de la station de traitemem des lixiviats de la decharge d'ordure menagere d'Etueffont (Belfort,France).These de Doctorat 3^{em}Cycle.Universite d'Artois .France,pp :167.

L

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 pélécytopodes. 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. et Beninger P.G., 1985. the use of physicological 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.

Laziac .Tidal.1986.The reproductive cycles of the intertidal bivalves *Crassostrea cucullata* (Borne,1978) and *Perna perna* (Linnaeus,1758) from the Transkei Coast, Southern Africa .29:226-230.

Lee,S.Y.1985.The population dynamics of the green mussel, *Pernavridis*(L) in Victoria Harbour,Hong Kong-dominance in a pollution environnement Asia Mar.Biol.2,107-118.

[Linnaeus.1758.](#)Gulf States Marine Fisheries Commission. Retrieved on 2007-12-15.

Lorenzen C.J. 1967.Détermination of chlorophylle and pheopigments spectrométrie equation.Limnol.oceanogr.12:343-346.

Longston,w.J. et et Spence S.k 1995.Biological factors involved in metal concentrations observed in aquatic organisms.Eviron. Sci. Tech 26:407-467.

Laubiet A.,1987. Biologie de la reproduction et l'élevage des crevettesPenneides.

Oceanis.(2) :217-232.

Laziak,TA.,Barnard,TCE.,1995.Recruitment of the bown mussel *Perna Perna* on to natural substrata: a refutation of the primery/secondry settlement hypotheseis.Mar.ecol.Prog Ser.120:147-153.

M

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

Mansera. E.Mendo.J.1996.Population Dynamics of the oyster *Crassostrea rhizophorea* from the Cienaga Grande de Santa Marta,Colombia.Fish.Res.26,139-148.charden.

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

MC Donald.J.&Koehn.R.1991. Allozymes and morphometric chacters of 3 spies of *Mytilus* in the Northem and Southem hemispheres. Mar. Biol.111.pp.323-333.

McQUAID, CD et lawrie,SM.,2005 . Supply-side ecology of the brown mussel *Perna Perna* ; an investigation of spacial and temporal variation in, and coupling between,goc,Camete release and larval supply.*MarBiol*,147(4):955-936.

Maurin C.;1961.Etude des fonds chalutables de la Mediternnee occidentale(ecologie et peche).Resultats des compa&gnes des navires oceanographiques : President-Theodore-Tissier p191-195p.

Mohamed Idhalla, Abdallah Bouhaimi, Abderrahman Zekhnini, Jean François Narbonne, Michel Mathieu et Abdellatif Moukrim. 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.

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.

Marques A.,Pereira R.T.L,Correa B.C,1998.Seasonal Variation in growth and yield of the brown mussel *Perna perna* (L.) cultured in Ubatuba,Brasil.Fisheries Institute.Sao Paulo State Agriculture Departement,Sao Paulo ,SP,Bresil.*Rev.ELSEVIER*.

Manzella G.M.R et la Violette . 1990.The seasonal variation of water mass content in the western Mediterranean and its relation ship with the inflows through the straits of Gibraltar and Sicily . in the Western Mediterranean circulation experiment (WMCE) *journal Geophysical research* ,95 (C2): p 1623-1626.

N

Naciri, M. 1990. Etude bioécologique et démographique d'une population de moule, *Mytilus galloprovincialis* (Lmk.), sur la côte Atlantique marocaine (Temara). Thèse doctorat de 3^{ème} cycle, *Univ. Mohammed. V, Fac. Sci. Rabat, 112 p.*

O

Ouinissi M.; Frechi H; Khelifi M et Touhami M., 1998. Composition et abondance du zooplancton en situation d'eutrophisation dans un secteur côtier du golfe d'Annaba (Algérie). *Ann. Ins. Oceanographie* ., Paris, 74(1):13-28p

P

Pacha, R. E. and Ordal, E. J ; 1967. Histopathology of experimental columnaris disease in young Salmon. *J. Comp. Path.*, 77 : 419 – 423.

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

Pellerin – Massicote J.B., Vincent Y. & Pelletier E., 1989. Evaluation de la qualité d'estuaire du saint - laurent. Etudes spatiales. Rapport remis au ministère de l'environnement de Québec, 130 pp.

Pellerin – Massicote, J., 1994. Oxidative processes as indicators of chemical stress in marine bivalves *Aquat. Ecosyst. Health* 3m101-111.

Perez, C.A., Roman, G., 1979. Estudio del mejillon y de sua epifauna en los cultivos flotantes de Aia de Arosa :II. Crecimiento, mortalidad y produccion del mejillon. *Boletin del instituto Espanol de Oceanografia* 5(1).21-41.

Pilar, A. 1979. Biologia y produccion del mejillon *Perna perna* de cultivo de la Ria de Vigo. *Boletin del instituto Espanol de oceanographia* 5(1).21-41.

Pauly, D., David N., 1981. ELEFEN-1 BASIC program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data *Mecresforschung* 28(4).205-211.

PERES, J.M. & PICARD, J. 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer mediterraneenne. *Rev. Trav. Station marine D'Endoume* , 47(Bull 31), pp.5-137.

Paulet, Y.M., Dorange, Cochard, J.C., et Le Penneec, 1992. Reproduction et recrutement chez *Pecten maximus* L. *Ann. Inst. Oceanogr.* Paris. 68(1-2) :45-64

R

Retima A(1998).Indice des échanges hydrologiques, chimiques, biochimiques et phytoplanctonique sur la fertilisation de la lagune El Mellah et du littoral voisin (El Kala, Algérie), selon le régime de marées, dix ans après l'aménagement du chenal de communication. thèse de Magister en écologie et environnement, Univ. Annaba. 87p

Renzoni A., 1963. Ricerche ecologiche e idrobiologiche su *Mytilus galloprovincialis* LmK. Nel Golfo di Napoli. Bolletino di Pesca, Piscicoltura e Idrobiologia, 18, 187-238.

Renzoni A. & Massa F.G., 1970. Ulteriori reperti sul ciclo biologico riproduttivo di *Mytilus galloprovincialis*, V^e Simposio Europeo di Biologia Marina.

Romero, S.M.B. et G.S. Moreira. 1980. Les effets combinés de la salinité et de la température sur la survie des embryons et des larves de veliger de *Perna perna* (Linne, 1758) (Mollusca : Bivalvia). Bol. Fisiol. Animal, University de San Paulo 5 : 45-58.

Romeo, M., Garcia-Barrelli, J.P., Siddoumou, Z., et Nguyen, P.H. (1993). Variation spatiotemporelles des concentrations en métaux traces chez le mollusque *Donax rugosus* de la côte mauritanienne. Bull. Ecol., t.24(2-3-4) : 83-86

Romeo, M., Bennani, G., Gnassia-Barelli, Lafaurie, M. et Giard, J.P., 2000. Cadmium and copper display different responses towards oxidative stress in

The kidney of the sea bass *Dicentrarchus labrax*. Aquat Toxicol. 48(2-3): 185-194

S

Salamao, L. C., Magalhaes, M. De A.R. et J.E. Lunetta. 1980. Survie de *Perna perna* (Mollusca : Bivalvia) dans différentes salinités. Fisiol. Animal, University de San Paulo 4: 143 – 152.

Schurink, E. de C., et C. L. Griffiths. 1990. Moule marines de l'Afrique Australe - leur modèle de distribution, stocks, exploitation, et culture. Journal de la recherche de mollusques et crustacés 9 (1) : 75 – 85.

Schurink, E. de C., et C. L. Griffiths. 1991. Une comparaison des cycles reproducteurs et de rendement reproducteur dans quatre espèces Africaines de moules. Série marine de progrès d'écologies.76 :123 – 134.

Seed R., 1976. Ecology. In: B.L. Bayne (Editor), Marine Mussels, their ecology and Physiology. Cambridge University Press., Cambridge U. K., 13 - 65.

Seed R., 1973. Absolute and allometric growth in the mussel *Mytilus edulis* L. (Mollusca,Bivalvia). Proc.Malac.Soc.Lond., 40:343 – 357.

Seed R., T. H. Suchanek, 1992. Population and community ecology of *Mytilus* .In: the mussel *Mytilus*: Ecology, physiology, genetics and culture. E.G. Gosling (ed).Dev. Aquacult. Fish. Sci., Vol.25, Elsevier,Amsterdam, pp : 87 – 169.

Shafee M.S., 1989. Applications of some growth models to the black scallops *Chlamys Varia* (L) from Lanveoc, Bay of Best. J.expl mar. Biol. Ecol., 43 :237 – 250.

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 et crustacés.

Siddall, S. E. 1979. Effets de la température et de la salinité sur la métamorphose de deux moules tropicales. Démarche de l'association nationale 69 : 199 de mollusques et crustacés.

Siddall S. E., 1980. A clarification of the genus *Perna* (Mytilidae). Buil. Mar. Sci. 30 (4) : 858 – 870.

S.M.AL-Barwani,A.Archad,S.M.Nurul Amin ,S.B,Japar,S.S.Siraj,C.K,Yap .2006.Population dynamique of green mussel *Perna viridis* from the high spat-fall coastal water of Malacca,Peninsular Malaysia.

Sukhotin,A.a., Kulakowski,E.E.1992. Growth and population dynamics in mussels (*Mytilus edulis*.L) cultured in the White Sea.Aquaculture 101 (1-2).59-73.

T

Thompson R. J., 1984. Production, reproductive effort, reproduction value and reproduction cost in a population of the blue mussel *Mytilus edulis* from a subarctic 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).

T.H.,1984. Food resource, gametogenesis and growth of *Mytilus edulis* on the shore and in suspended culture: Killary Harbor, Ireland. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 64 :513-529.

U

Utting, SD.,1986. A Preliminary study on growth on *Crassostrea gigas* larvae and spat in relation to dietary protein. *Aquaculture*,56:123-138.

V

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

Vakily, J.M. 1992. Determination and comparison of bivalve growth, with emphasis on Thailand and other tropical areas. In: *ILARM Technical Report* 36.p.125.

Vaissiere R et Fredj G. 1963. Contribution à l'étude de la faune benthique de plateau continental de l'Algérie. *Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, 60: 38p; 5cartes.

W

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

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

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

Y

Yentsch C.S.O.1967.The measurement of chloroplastic pigments. thirty years of progress.pp:225-270.in H.C. Golterman and R.S. Clymo (eds). Chemical environnement in the aquatic habitat. Noord- hollandshe Vitgevers .Amsterdam.

Z

Zaouali J. 1973. Note sur la présence de *Perna perna* (L), *Mytilus africanus* (Chemnitz) dans la région de Bizerte (Tunisie). Etude comparative du peuplement. Bulletin de l'Institut National Scientifique et Technique d'Océanographie et de Pêche, Salamboo, 2 (4) : 637 – 642.

Zolocar de Domitrovie Y.1992. Filoplancton de ambientes inundables del Rio Parana (Argentina).Revue d'hydrobiologie Tropical ,25 :177-188.

Site internet

www.google.earth.com

Annexes

Annexe.1

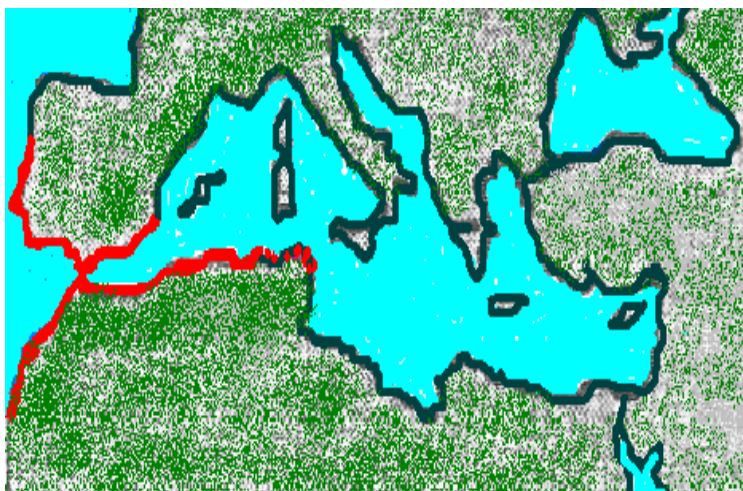


Figure 42: Répartition géographique de *P.perna* (Linne,1758)

1. Habitat des moules:

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).

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.

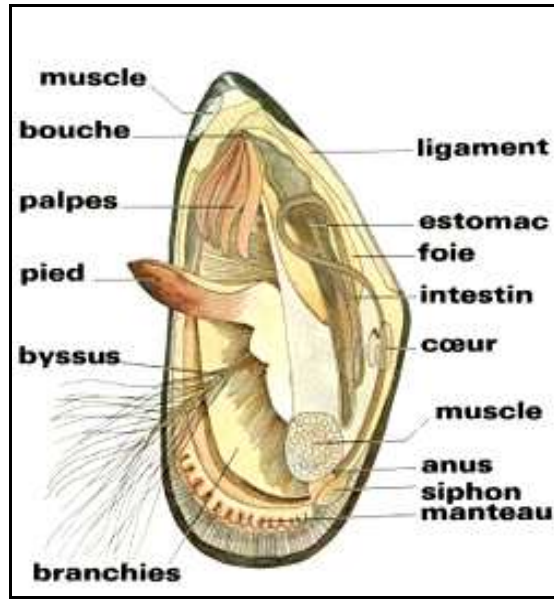


Figure 43 : Structure et anatomie d'une moule.

Tableau 1 3: Caractères distinctifs entre la musculature de *M. galloprovincialis* et de *Perna perna* (Linne,1758)

Muscles	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	<i>Perna.perna</i>
Muscle adducteur antérieur	petits ou grands 1 paire s'insérant dorsalement dans la région postérieure	absence des grands
Muscle adducteur postérieur		
Muscles rétracteurs du pied		
Muscles rétracteurs de byssus (3 paires)	rétracteurs antérieurs : 1 paire s'insérant antérieurement	rétracteurs antérieurs : 1 paire s'insérant antérieurement
	rétracteurs moyens : 1 paire formée de deux faisceaux s'insérant dorsalement dans la région moyenne contre les rétracteurs postérieurs	rétracteurs moyens : 1 paire de muscles très épais formée de nombreux faisceaux empreinte distincte

Tableau 14: Données météorologiques (Office National de la Météorologie, 2008)=

Mois	Pluviométrie moyenne mensuelle (ml)	Température moyenne mensuelle (°C)	Force du vent
Janvier 08	13.7	11.2	3.1
Février 08	16.5	11.3	2.9
Mars 08	98.5	12.3	3.6
Avril 08	16.0	16.1	4.0
Mai 08	41.9	19.1	3.6
Juin 08	24	21.6	3.8
Juillet 08	7.0	25.3	5.4
Aout 08	0.2	25.6	4.3
Septembre 08	60.0	23.6	3.7
Octobre 08	48.7	19.7	3.3
Novembre 08	40.5	14.8	3.7
Décembre 08	87.3	11.0	3.4

Tableau 15: Protocole pour l'histologie; d'hydratation et inclusion des tissu gonadique

Réactif	Durée d'immersion
Ethanol 80°	1 heure
Ethanol 95°	2 heures
Ethanol 95°	2 heures
Ethanol 100°	2 heures
Ethanol 100°	2 heures
Ethanol 100°	1 heure
Xylène	1 heure
Xylène	2 heures
Xylène	2 heures

Paraffine liquide (à 60°)	2 heures
Paraffine liquide (à 60°)	2 heures
Inclusion en bloc	Inclusion en bloc

Tableau 16 : Protocole pour l'histologie; d'hydratation et inclusion des tissu gonadique

Réactif	Durée d'immersion
Xylène	50 minutes
Xylène	5 minutes
Xylène	5 minutes
Ethanol 100°	5 minutes
Ethanol 100°	5 minutes
Ethanol 100°	5 minutes
Ethanol 95°	3 minutes
Ethanol 95°	3 minutes
Ethanol 70°	3 minutes
Ethanol 70°	3 minutes
Eau distillée	2 minutes
Hématoxylène	8 minutes
Eau distillée	2 minutes
Alcool acide	5 secondes
Eau courante	5 minutes
Eau distillée	3 minutes
Ethanol 95°	3 minutes
Eosine	3 minutes

Ethanol 95°	5 secondes
Ethanol 95°	5 secondes
Ethanol 95°	5 secondes
Ethanol 95°	5 secondes
Ethanol 95°	5 secondes
Ethanol 95°	5 secondes
Ethanol 95°	3 minutes
Ethanol 100°	1 minute 30 secondes
Ethanol 100°	3 minutes
Xylène	5 minutes
Xylène	5 minutes
Xylène	5 minutes

Annexe.2

1.Modèle linéaire généralisé : Sites en fonction paramètres physicochimiques

Facteur Type Niveaux Valeurs

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

Source	DL	SC séq	SC ajust	CM ajust	F	P
O2 D	1	0,0703	0,0903	0,0903	0,42	0,522
MES	1	2,5825	3,1798	3,1798	14,80	0,001
Chl a	1	8,2669	6,5520	6,5520	30,49	0,000
T°	1	2,4766	0,0119	0,0119	0,06	0,816
S‰	1	4,1176	3,9790	3,9790	18,52	0,000
IC	1	0,1460	0,1012	0,1012	0,47	0,498
S/R	1	0,3237	0,3237	0,3237	1,51	0,230
Erreur	28	6,0165	6,0165	0,2149		
Total	35	24,0000				

Terme	Coef	Er-T coef	T	P
Constante	16,297	3,711	4,39	0,000
O2 D	-0,02895	0,04466	-0,65	0,522
MES	8,974	2,333	3,85	0,001
Chl a	0,013719	0,002484	5,52	0,000
T°	0,00728	0,03094	0,24	0,816
S‰	-0,41631	0,09674	-4,30	0,000
IC	-0,02680	0,03905	-0,69	0,498
S/R	0,1458	0,1188	1,23	0,230

Observations aberrantes pour Sites

Obs	Sites	Ajust	Er-T ajust	Val résid	Val résid norm
4	1,00000	1,96080	0,14567	-0,96080	-2,18R

R indique une observation avec une valeur résiduelle normalisée importante.

2.Modèle linéaire généralisé : IC en fonction des paramètres physicochimique

Facteur Type Niveaux Valeurs

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

Source	DL	SC séq	SC ajust	CM ajust	F	P
O2 D	1	28,658	8,206	8,206	1,73	0,199
MES	1	0,051	3,787	3,787	0,80	0,379
Chl a	1	33,007	39,190	39,190	8,25	0,007
T°	1	5,556	11,001	11,001	2,31	0,139
S‰	1	5,653	5,653	5,653	1,19	0,284
Erreur	30	142,566	142,566	4,752		
Total	35	215,491				

Terme	Coef	Er-T coef	T	P
Constante	42,09	15,48	2,72	0,011
O2 D	0,2591	0,1972	1,31	0,199
MES	9,44	10,57	0,89	0,379
Chl a	-0,02967	0,01033	-2,87	0,007
T°	0,2131	0,1401	1,52	0,139
S‰	-0,4840	0,4438	-1,09	0,284

Observations aberrantes pour IC

Obs	IC	Ajust	Er-T ajust	Val résid	Val résid norm
8	34,0300	30,1199	1,2344	3,9101	2,18R

R indique une observation avec une valeur résiduelle normalisée importante.

Corrélations : O2 D; MES; Chl a; T°; S‰

	O2 D	MES	Chl a	T°
MES	-0,273			
	0,107			
Chl a	-0,339	0,016		
	0,043	0,928		
T°	-0,457	-0,230	0,588	
	0,005	0,176**	0,000***	
S‰	-0,608	0,339	0,413	0,620
	0,000***	0,043	0,012**	0,000***

Contenu de la cellule : corrélation de Pearson

Valeur de p

3.ANOVA à deux facteurs contrôlés : IC en fonction de Mois; Sites

Analyse de variance pour IC

Source	DL	SC	CM	F	P
Mois	11	136,40	12,40	4,57	0,001
Sites	2	19,41	9,70	3,58	0,045
Erreur	22	59,69	2,71		
Total	35	215,49			

4.ANOVA à deux facteurs contrôlés : S/R en fonction de Mois; Sites

Analyse de variance pour S/R

Source	DL	SC	CM	F	P
Mois	11	7,805	0,710	2,31	0,046
Sites	2	4,413	2,206	7,18	0,004
Erreur	22	6,761	0,307		
Total	35	18,978			

5. Analyse de la régression pour le site de l'Aouinate

❖ Analyse de régression : La par rapport à Lt



L'équation de régression est

$$La = 7,63152 + 0,285085 Lt$$

$$S = 2,29112 \quad R\text{-carré} = 71,9 \% \quad R\text{-carré(ajust)} = 71,9 \%$$

Analyse de la variance

Source	DL	SC	CM	F	P
Régression	1	8047,0	8046,96	1532,98	0,000
Erreur	598	3139,0	5,25		
Total	599	11186,0			

❖ Analyse de régression : Ep par rapport à Lt

L'équation de régression est

$$Ep = 2,63856 + 0,295989 Lt$$

$$S = 3,24360 \quad R\text{-carré} = 58,0 \% \quad R\text{-carré(ajust)} = 57,9 \%$$

Analyse de la variance

Source	DL	SC	CM	F	P
Régression	1	8674,3	8674,27	824,475	0,000
Erreur	598	6291,5	10,52		
Total	599	14965,8			

❖ Analyse de régression : Ep par rapport à La

L'équation de régression est

$$Ep = 1,60531 + 0,762641 La$$

S = 3,76123 R-carré = 43,5 % R-carré(ajust) = 43,4 %

Analyse de la variance

Source	DL	SC	CM	F	P
Régression	1	6506,0	6506,01	459,892	0,000
Erreur	598	8459,8	14,15		
Total	599	14965,8			

❖ Analyse de régression : Pt par rapport à Lt

L'équation de régression est

$$Pt = -16,7556 + 0,549779 Lt$$

S = 3,41988 R-carré = 81,1 % R-carré(ajust) = 81,0 %

Analyse de la variance

Source	DL	SC	CM	F	P
Régression	1	29926,7	29926,7	2558,80	0,000
Erreur	598	6994,0	11,7		
Total	599	36920,7			

6. Analyse de régression du site du Cap de Garde

❖ Analyse de régression : La par rapport à Lt

L'équation de régression est

$$La = 5,93382 + 0,296400 Lt$$

$$S = 2,19181 \quad R\text{-carré} = 77,4 \% \quad R\text{-carré(ajust)} = 77,4 \%$$

Analyse de la variance

Source	DL	SC	CM	F	P
Régression	1	9845,5	9845,49	2049,41	0,000
Erreur	598	2872,8	4,80		
Total	599	12718,3			

❖ Analyse de régression : Ep par rapport à Lt

L'équation de régression est

$$Ep = -0,407184 + 0,335108 Lt$$

$$S = 1,97202 \quad R\text{-carré} = 84,4 \% \quad R\text{-carré(ajust)} = 84,4 \%$$

Analyse de la variance

Source	DL	SC	CM	F	P
Régression	1	12584,9	12584,9	3236,13	0,000
Erreur	598	2325,5	3,9		
Total	599	14910,4			

❖ Analyse de régression : Ep par rapport à La

L'équation de régression est

$$Ep = -2,74797 + 0,919189 La$$

$$S = 2,63899 \quad R\text{-carré} = 72,1 \% \quad R\text{-carré(ajust)} = 72,0 \%$$

Analyse de la variance

Source	DL	SC	CM	F	P
Régression	1	10745,8	10745,8	1542,99	0,000
Erreur	598	4164,6	7,0		
Total	599	14910,4			

❖ Analyse de régression : Pt par rapport à Lt

L'équation de régression est

$$Pt = -11,1849 + 0,453452 Lt$$

$$S = 2,59229 \quad R\text{-carré} = 85,2 \% \quad R\text{-carré(ajust)} = 85,1 \%$$

Analyse de la variance

Source	DL	SC	CM	F	P
Régression	1	23043,2	23043,2	3429,07	0,000
Erreur	598	4018,5	6,7		
Total	599	27061,8			

7. Analyse de régression du site de la H`naya

▪ Analyse de régression : La par rapport à Lt

L'équation de régression est

$$La = 4,51294 + 0,308250 Lt$$

$$S = 2,60812 \quad R\text{-carré} = 84,3 \% \quad R\text{-carré(ajust)} = 84,3 \%$$

Analyse de la variance

Source	DL	SC	CM	F	P
Régression	1	21856,7	21856,7	3213,13	0,000
Erreur	598	4067,8	6,8		

Total 599 25924,4

▪ **Analyse de régression : Ep par rapport à Lt**

L'équation de régression est

$$Ep = 1,02787 + 0,301912 Lt$$

S = 3,23219 R-carré = 77,0 % R-carré(ajust) = 77,0 %

Analyse de la variance

Source	DL	SC	CM	F	P
Régression	1	20967,2	20967,2	2006,99	0,000
Erreur	598	6247,3	10,4		
Total	599	27214,5			

▪ **Analyse de régression : Ep par rapport à La**

L'équation de régression est

$$Ep = -0,866152 + 0,869957 La$$

S = 3,56362 R-carré = 72,1 % R-carré(ajust) = 72,0 %

Analyse de la variance

Source	DL	SC	CM	F	P
Régression	1	19620,2	19620,2	1544,98	0,000
Erreur	598	7594,2	12,7		
Total	599	27214,5			

▪ **Analyse de régression : Pt par rapport à Lt**

L'équation de régression est

$$Pt = -18,3218 + 0,589687 Lt$$

$$S = 4,89263 \quad R\text{-carré} = 84,8 \% \quad R\text{-carré(ajust)} = 84,8 \%$$

Analyse de la variance

Source	DL	SC	CM	F	P
Régression	1	79987,5	79987,5	3341,47	0,000
Erreur	598	14314,8	23,9		
Total	599	94302,3			

❖ ANOVA à deux facteurs contrôlés : Lt en fonction de sites; mois

Analyse de variance pour Lt

Source	DL	SC	CM	F	P
sites	2	47491	23746	115,11	0,000
mois_1	11	18541	1686	8,17	0,000
Interaction	22	58662	2666	12,93	0,000
Erreur	1764	363902	206		
Total	1799	488596			

❖ ANOVA à deux facteurs contrôlés : La en fonction de sites; mois

Analyse de variance pour La

Source	DL	SC	CM	F	P
sites	2	5669,8	2834,9	131,41	0,000
mois_1	11	3560,3	323,7	15,00	0,000
Interaction	22	8213,1	373,3	17,30	0,000
Erreur	1764	38055,4	21,6		
Total	1799	55498,6			

❖ ANOVA à deux facteurs contrôlés : Ep en fonction de sites; mois

Analyse de variance pour Ep

Source	DL	SC	CM	F	P
--------	----	----	----	---	---

sites	2	6104,7	3052,3	112,19	0,000
mois_1	11	2486,4	226,0	8,31	0,000
Interaction	22	6611,1	300,5	11,05	0,000
Erreur	1764	47993,2	27,2		
Total	1799	63195,4			

❖ **ANOVA à deux facteurs contrôlés : Pt en fonction de sites; mois**

Analyse de variance pour Pt

Source	DL	SC	CM	F	P
sites	2	12670,8	6335,4	90,54	0,000
mois_1	11	8559,5	778,1	11,12	0,000
Interaction	22	26297,6	1195,3	17,08	0,000
Erreur	1764	123427,6	70,0		
Total	1799	170955,6			