

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur
et de la recherche scientifique
Université Chadli Bendjedid
El Tarf



جامعة الشاذلي بن جديد

UNIVERSITE CHADLI BENDJEDID

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الشاذلي بن جديد
الطارف

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences de la Mer

كلية علوم الطبيعة والحياة
قسم العلوم



Mémoire de Fin d'Études

Présenté en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master 2 Recherche

« BIORESSOURCES MARINE »

THÈME

**Stress on stress et biométrie de la moule africaine
peuplant quelques plages du golfe d'Annaba.**

Soutenu le : _0_/_06_/2022

Présenté Par : Faddal Nour el Houda

Devant le jury composé de :

Mme GHARSALLAH S.

Présidente

UCBET

Dr GASMI Y.

Examinatrice

UCBET

Pr KHATI W.

Encadrant

UCBET

Invitée d'honneur

Mme Merabtine Lamia

Année universitaire 2021 - 2022

REMERCIEMENTS

En premier lieu, nous remercions le bon Dieu, tout puissant, de nous avoir donné la force pour survivre, ainsi que l'audace pour dépasser toutes les difficultés.

*Tout d'abord, je tiens à témoigner ma gratitude à madame le professeur **Khati Willia** qui a dirigé ce travail et qui m'a consacré un temps précieux malgré la charge de ses responsabilités et ses occupations administratives, et je suis fière de vous avoir eu comme mon professeur et sincèrement .*

*Je souhaite remercier Madame **Merabtine Lamia** pour les conseils, l'assistance et le soutien qu'elle a fournis pour ce travail.*

*Je voudrais remercier vivement Docteur **Gasmi yousria** et madame **Gharssallah Sabrina** qui ont accepté de faire partie du jury et de me faire l'honneur de critiquer ce travail scientifique avec gratitude.*

Sans oublier, mes remerciements et gratitude envers mes parents qui m'ont toujours aidé et soutenu durant mes études.

*Enfin, A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin, un **GRAND MERCI.***

DEDICACE

A mes chers parents,

A ma très chère mère Moufida,

La meilleure maman du monde dont, je n'oublierai jamais son soutien, sa patience et ses sacrifices infinis pour moi. Son amour n'a pas de limites. Que ce travail soit un modeste témoignage de ma reconnaissance et de mon affection. Que Dieu lui accorde santé et longue vie.

A mon cher père Chabene,

Qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.

A mon cher frère Ahmed.

A mes chères sœurs Anfel et Isra.

A ma meilleure amie Soumaya.

Je dédie aussi ce modeste travail,

A tous mes amis et à l'ensemble des étudiants de la promotion Master 2 bio ressources marine 2021/2022.

Dédicace à mon cher encadreur Madame Willia KHATI, pour ses efforts et pour m'avoir donné sa confiance.

A tous ceux qui m'ont aidé pour la bonne réalisation de ce travail.

FADDAL NOUR EL HOUDA

Liste des tableaux :

Tab	Titre	Page
01	Expressions mathématiques de la relation taille (en mm) – poids (en gr) chez <i>P. perna</i> durant les mois d'échantillonnage (Février, Avril 2022).	16
02	Résultats d'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 golfe d'Annaba.	17
03	Résultats d'AV 1, de l'indice de condition en fonction des sites chez la moule <i>P. perna</i> au niveau du golfe d'Annaba.	20

Liste des figures :

Fig	Titre	page
01	Représentation du Golfe d'Annaba. (https://fr.wikipedia.org/wiki/Annaba)	03
02	Positionnement des sites d'étude (Google, 2009 modifiée).	04
03	Image satellitaire montrant le site 1 : Cap de Garde (Google, 2008 modifiée).	05
04	Image satellitaire montrant le site 02 : La Caroube (Google, 2008modifiée).	05
05	Image satellitaire montrant le site 03 :Rezgui Rachid (Google, 2008modifiée).	06
06	Image satellitaire montrant le site 04 : Sidi Salem (Google, 2008 modifiée).	06
07	Perna perna (photo faddal, 2022).	07
08	Multi paramètre de terrain (Pionner 20 et Pionner 30)	09
09	Les différents paramètres linéaires mesurés (faddal, 2022)	10
10	Moules exposées à l'anoxie lors de l'expérience du SOS (Faddal, 2022)	13
11	variation mensuelle de la température de l'eau de mer au niveau des sites de prélèvement.	14
12	Variation mensuel de la salinité des eaux du golfe d'Annaba.	15
13	variation mensuelle du pH de l'eau de mer au niveau des sites de prélèvement.	15
14	Relation taille poids de toute la population récoltée au niveau des 04 sites de l'étude : Lm (La caroube male), Lf (La caroube femelle), CGm (Cap de Garde male), CGf (Cap de Garde).	18
15	Variation temporelle du sex ratio, chez <i>P.perna</i> récoltées au niveau du golfe d'Annaba	19
16	Variation de l'IC chez <i>P.perna</i> récoltées au niveau du golfe d'Annaba.	20
17	Comparaison des TL 50 des moules collectées au niveau de tous les sites de l'étude.	21

Liste des symboles

IC indice de condition

SOS stress on stress

ACP analyse en composantes principale

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES	
1.1 Présentation de la zone d'étude	3
1.2 Le Golfe d'Annaba	3
1.3 Sites d'échantillonnage.....	4
1.4. Présentation de l'espèce étudiée	7
1.4.1. Position systématique de la moule <i>Perna perna</i>	8
1.4.2. Intérêt	8
1.5 Stratégie d'échantillonnage.....	9
1.6. Mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau.....	9
1.6.1. Etude biométrique des bivalves	10
1.6.2 Mesures et pesées de la moule	10
1.6.3 Relation taille poids	11
1.7 Détermination du Sex Ratio	12
1.8 Indice de condition	12
1.9 Stress On Stress, ou (Survie à l'air)	13
Chapitre II : RESULTATS	
2.1. Résultats	14
2.1.2. Les paramètres physico-chimiques de l'eau	14
2.1.2.1 Température	14
2.1.2.2 Salinité	15
2.1.2.3 pH (potentiel Hydrogène)	15
2.2 Etude biométrique des bivalves.....	16
2.3 Détermination du Sex Ratio.....	19
□ Cap de Garde	19
□ La Caroube.....	19
□ Saint Clou.....	19

2.4. Indice de condition.....	20
2.5. Stress On Stress, ou (Survie à l'air).....	21
DISCUSSION	23
Conclusion et perspectives... .	26

Résumé

Dans ce travail, nous nous sommes intéressés à la biométrie et à l'étude de certains paramètres physico chimiques (température, pH, salinité) sur les paramètres métriques de la moule *Perna. Perna* récoltée au niveau de quatre sites du Golfe d'Annaba, sur un échantillon de 197 individus, récoltés mensuellement de février 2022 et avril de la même année et sur lequel nous avons étudié les différents paramètres linéaires et pondéraux de l'espèce ayant pour objectif d'établir les différentes relations allométriques et de comparer cette dernière à celle qui est endémique.

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 du golfe d'Annaba.

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 allometrie minorante entre ces deux paramètres ($b < 3$) témoignant de l'augmentation de la taille des individus plus rapide que celle du poids.

Le suivi des variations mensuelles de l'indice de condition a montré des fluctuations significatives en fonction des sites et par mois. La diminution de l'indice de condition en période printanière, correspondrait à une phase de ponte.

L'analyse statistique des données du Sex ratio, a montré l'existence d'une différence hautement significative de la répartition et de la prédominance des femelles par rapport aux males en fonction des sites.

Le temps de survie du TL50 chez *P. perna* réalisé par le test Stress On Stress, a permis de classer nos sites en fonction du leur degré de pollution, du moins vers le plus pollué :

Cape de Garde < La Caroube < St Cout < Jouano.

Mot clés : biométrie, moule, perna perna, IC, Sex Ratio, Stress on stress.

الملخص

في هذا العمل ، اهتمنا بالقياسات الحيوية ودراسة بعض المتغيرات الفيزيائية والكيميائية (درجة الحرارة ، ودرجة الحموضة ، والملوحة) على المعلمات المترية لبلح البحر بيرنا. تم حصاد بيرنا في أربعة مواقع في خليج عنابة ، على عينة من 197 فردا ، تم جمعها شهريا من فبراير 2022 وأبريل من نفس العام والتي قمنا بدراسة المعلمات الخطية والوزن المختلفة لأنواع بهدف إنشاء مختلف العلاقات التماثلية ومقارنة الأخيرة بالواحدة المتوطنة.

أتاحت لنا نتائج تحليل المعلمات الفيزيائية والكيميائية للمياه تسليط الضوء على التقلبات الموسمية والعلاقات الوثيقة بين بعض المتغيرات المقاسة في خليج عنابة.

من جميع المواقع عن وجود مقياس *P. perna* يكشف تقييم شدة العلاقة بين الطول الكلي والوزن الكلي لبلح البحر مما يدل على الزيادة في ارتفاع الأفراد أسرع من الوزن ($b < 3$) تباين منخفض بين هذين المعيارين وأظهر رصد التغيرات الشهرية لمؤشر الحالة تقلبات معنوية حسب المواقع وحسب الشهر. يتوافق الانخفاض في مؤشر الحالة في فترة الربيع مع مرحلة التفريخ.

أظهر التحليل الإحصائي لبيانات نسبة الجنس وجود فروق ذات دلالة إحصائية عالية في توزيع وغلبة الإناث على الذكور حسب المواقع.

، تصنيف مواقعنا وفقاً **Stress On Stress** الذي تم إجراؤه بواسطة اختبار *P. perna* في TL50 أتاح وقت بقاء: لدرجة التلوث ، على الأقل نحو المواقع الأكثر تلوثاً

رأس الحرس > لا كاروب > سانت كوت > جوانو

الكلمات المفتاحية: القياسات الحيوية ، العفن ، بيرنا بيرنا ، IC ، نسبة الجنس ، الضغط على الإجهاد.

Abstract

In This work, we were interested in biometrics and in the study of the impact of certain physico-chemical parameters (temperature, pH, salinity) on the metric parameters of the *Perna perna* mussels collected at four sites in the Gulf of Annaba, on a sample of 197 individuals, collected monthly from February 2022 and April of the same year and on which we studied the different linear and weight parameters of the species with the objective to establish the different allometric relationships and to compare the latter to the endemic one.

The results of the analysis of the physicochemical parameters of the water allowed us to highlight seasonal fluctuations and close relationships between certain parameters measured in the Gulf of Annaba.

The evaluation of the intensity of the relationship between the total length and the total weight in the mussel *P. perna* from all the sites, reveals the existence of a lowering allometry between these two parameters ($b < 3$) testifying to the increase in height of individuals faster than that of weight.

The monitoring of the monthly variations of the condition index showed significant fluctuations according to the sites and by month. The decrease in the condition index in the spring period would correspond to a spawning phase.

Statistical analysis of sex ratio data showed the existence of a highly significant difference in the distribution and predominance of females over males depending on the sites.

The survival time of the TL50 in *P. perna* carried out by the Stress On Stress test, made it possible to classify our sites according to their degree of pollution, at least towards the most polluted:

Cape of Guard < La Caroube < St Cou < Jouano.

Keywords: biometrics, *perna perna*, IC, Sex Ratio, Stress on stress.

INTRODUCTION

I - INTRODUCTION

Les zones côtières algériennes, longues de 1200 Km, sont considérées sur un plan écologique comme un système aquatique d'une très grande importance car, hébergeant une très grande variété d'espèces animales et végétales. Parmi ces ressources, les fruits de mer qui sont la deuxième source de protéine animales et oligo-éléments après les poissons et derrière la viande. Ainsi, ces mollusques bivalves 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 (phytoplanctons) en une nourriture humaine agréable et riche (Laubier, 1987).

Les activités de la pêche artisanale aux petits métiers pratiquées sur la côte méditerranéenne, la pêche des bivalves forme une activité très importante. Quelques études, menées sporadiquement, à différents endroits de cette côte, montrent que plusieurs milliers de tonnes de bivalves sont récoltés chaque année et plusieurs centaines de personnes sont engagées, directement ou indirectement, dans l'exploitation de mollusques marins. Malgré cette importance, l'Algérie ne possède pas, jusqu'à ce jour, des données fiables sur cette pêcherie pour mener à bien le travail de la modernisation et de développement de ce secteur.

Les moules sont des mollusques bivalves, qui vivent juste sous la surface d'eau fixé aux rochers dans la zone de balancement des marées. Consommé par les populations locales. C'est un organisme filtreur et sédentaire, se nourrissant de phytoplancton et de matières organiques en suspension.

En milieu aquatique, les mollusques bivalves constituent d'excellents indicateurs de contamination des eaux marines et continentales grâce à leurs fortes capacités de bioaccumulation. Moules, huîtres ont été employées à vaste échelle dans la bio-surveillance des écosystèmes aquatiques en milieu marin. (Verneaux, 1967).

En tant que filtreur relativement ubiquiste ou devenue ubiquiste, on a montré par des études en laboratoires ou de transplantations d'une rivière propre à un milieu urbain qu'elle bio accumule dans sa chair et/ou dans sa coquille un grand nombre de polluants, dont éventuellement les métaux lourds. Elle reflète dans une certaine mesure une partie de la pollution de son milieu (éléments traces métalliques, pesticides, hydrocarbures, plastifiants, résidus pharmaceutiques, etc.) et on peut assez facilement y étudier des biomarqueurs connus de génotoxicité. Comme elle filtre l'eau, elle peut être complémentaire d'espèces se nourrissant dans le sédiment). Elle contribue par ailleurs à épurer l'eau en fixant des métaux par exemple dans sa coquille, en diminuant la turbidité de l'eau, et tout en améliorant l'offre en

plancton ; on a en effet montré qu'un lit de moule bien qu'il consomme du plancton (20 % du plancton présent dans l'eau, dans un dispositif expérimental) — libère dans le milieu une telle quantité de nutriments bio assimilables qu'il semble pouvoir produire plus de plancton qu'il en a consommé. (Bourgeault A, 2010).

D'un autre côté, la moule est un produit recommandé sur le plan diététique pour ses importants apports en protéines (20%), en sels minéraux et en sa faible teneur en graisses (2% dont 65% d'insaturés de grand intérêt nutritionnel). 100 g de moule n'apportent que 70 à 100 calories. C'est aussi un aliment très riche en calcium (90 mg/100 g), phosphore (240 mg), sodium (290 mg), magnésium (25-35 mg), fer (6-7 mg), cuivre (3,2 mg), iode (0,006 mg), sélénium et zinc (<https://www.noovomoi.ca/cuisiner/aliments/moule.html>).

Dans ce travail, nous nous sommes intéressés à la biométrie de la moule *Perna perna* récoltées au niveau du golfe d'Annaba, sur un échantillon de 197 individus, durant une saison hivernale et printanière, sur lequel seront étudiés les différents paramètres linéaires et pondéraux de l'espèce ayant pour objectif d'établir les différentes relations allométriques et de comparer cette dernière à celle qui est endémique du golfe d'Annaba la moule *Perna perna*, et de pouvoir suivre son évolution par rapport aux études antérieures, ainsi que confirmer ou affirmer l'état de santé général de celle-ci par le test du stress on stress.

MATERIEL ET METHODES

1. Présentation de la zone d'étude :

1.2 Le Golfe d'Annaba

Situé dans le littoral Est Algérien, et limité à l'Est par le Cap Rosa ($8^{\circ}15''E36^{\circ}58''N$) et à l'Ouest par le Cap de Garde ($57^{\circ}16''E$ et $36^{\circ}58''N$). La profondeur maximale des eaux est de 65m. 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 (27km) pour se rétrécir légèrement à l'Est au voisinage du Cap Rosa (**Vaissaire et Fredj, 1963**) (figure 1).

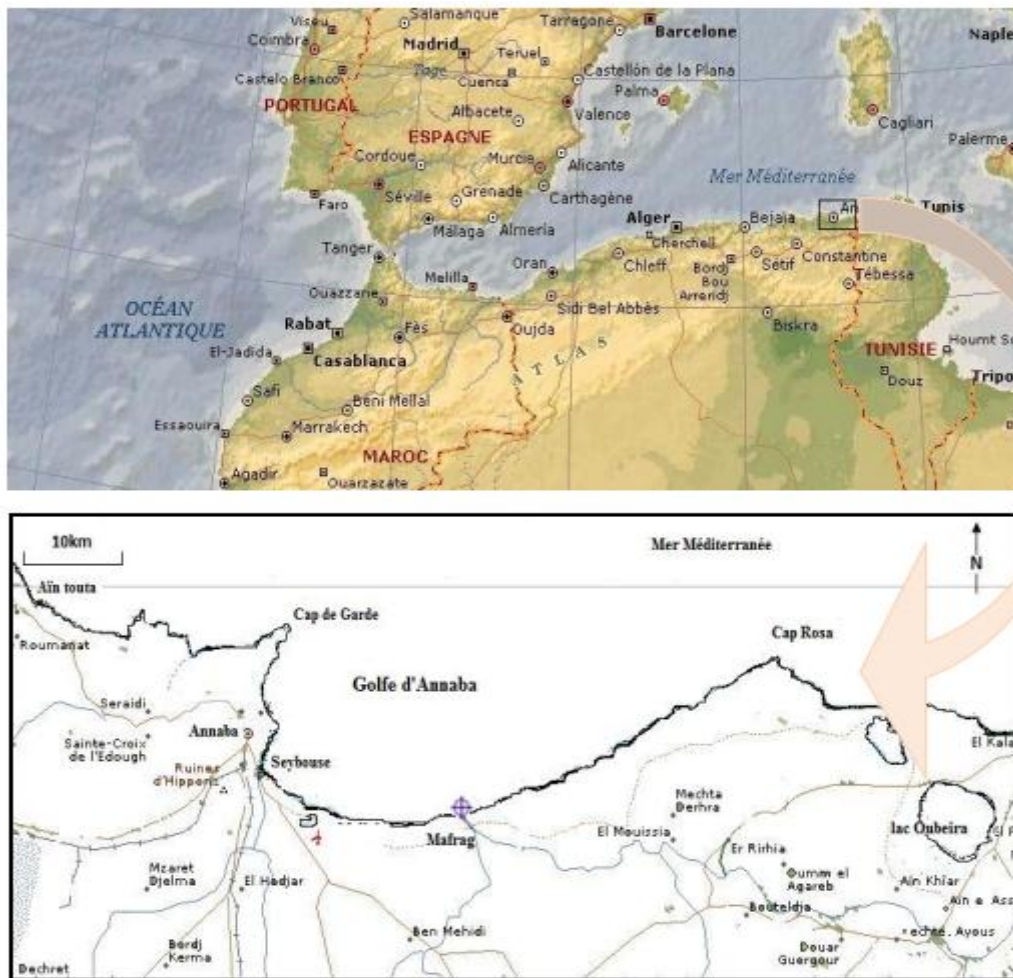


Figure 1 : Représentation du Golfe d'Annaba. (<https://fr.wikipedia.org/wiki/Annaba>)

Du point de vue sédimentologie, le fond marin débute par du sable fin dans le secteur Ouest puis ce sable se mélange avec de la vase fine dans le secteur Est. 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**).

La température varie entre 16°C en hiver et 28.8°C en été avec une amplitude de 12.8°C (Frihi, 1998); quant à la salinité, la différence entre l'eau de surface et celles des profondeurs, n'excède pas 1‰. Les courants dans le golfe d'Annaba, présentent à son ouverture, après le Cap de Garde, une circulation orientée vers l'Est avec des vitesses fluctuantes selon les saisons pouvant atteindre 0.5 à 1 m/s. ce courant part de la face Sud Est du Cap de Garde en direction de l'embouchure de l'Oued Mafragh (Anonyme, 1976). La baie d'Annaba reçoit des rejets directs de plusieurs industries installées sur la côte, en particulier celle des produits phytosanitaires (Asmidal). Elle reçoit également les eaux usées urbaines qui subissent qu'un traitement sommaire au niveau de station de Sidi Brahim. Les autres stations sont destinées à la collecte des eaux usées. De nombreuses autres sources d'eaux usées sont réparties tout le long du littoral (Oued Seybouse, Oued Bedjima, Riz amour).

1.3 Sites d'échantillonnages :

Du fait de certains problèmes (difficultés d'accès, absence de moules, etc.), le choix des sites étudiés a été basé sur leur emplacement par rapport aux différents rejets de la source de pollution (rejets des Oueds et des zones industrielles). Quatre sites de prélèvement de moules ont été choisis, à savoir, le Cap de Garde, St clou, la Caroube et Jouanou (figure 2).



Figure 2 : Positionnement des sites d'étude (Google, 2009 modifiée).

*** Site 01 : Cap de Garde**

Il se situe à l'Ouest de la zone d'étude ($36^{\circ}57'59.94''$ N $7^{\circ}47'38.30''$ E), il est supposé n'être exposée à aucune source de pollution du fait de sa localisation assez éloignée des divers rejets, mis à part la présence de quelque habitations, non reliées au réseau d'assainissement ainsi que son accessibilité en saison estivale (figure.3).

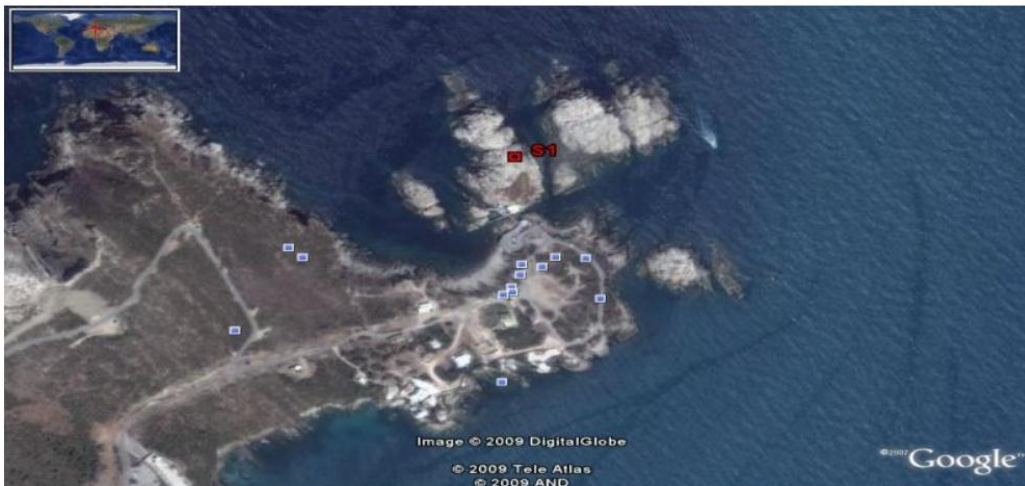


Figure 3 :Image satellitaire montrant le site 1 : Cap de Garde (Google, 2008 modifiée).

***Site 02 : La Caroube**

Cette plage s'étale sur 300 m et se caractérise par des sources ponctuelles de pollution notamment bactérienne conséquence de rejets domestiques des habitations implantées sur la plage, ainsi que ses fréquentations de bateaux accostés (figure 04).



Figure 4 :Image satellitaire montrant le site 02 : La Caroube (Google, 2008 modifiée).

- **Site 03 : Rezgui Rachid (St Clou)**

Il est situé dans la zone côtière centre ($36^{\circ}55'2.68''\text{N}$ $7^{\circ}46'4.83''\text{E}$). Il reçoit les rejets urbains des quartiers centre et Ouest d'Annaba sans traitement préalable ainsi que les eaux de pluie. Il est, par ailleurs, très fréquenté en période estivale (figure.5).



Figure 5 : Image satellitaire montrant le site 03 : Rezgui Rachid (Google, 2008 modifiée).

- * **Site 04 : Sidi Salem**

Il se situe à l'Est de la ville d'Annaba ($36^{\circ}52'18.13''\text{N}$ $7^{\circ}46'8.32''\text{E}$) dans la commune d'El Bouni entre oued Seybouse et Bedjimâa, il reçoit les rejets industriels du complexe d'engrais phosphatés de Ferial ainsi que les rejets urbains d'une grande partie de la ville d'Annaba par le biais d'oued Bedjimâa et des agglomérations situées dans le bassin versant d'oued Seybouse. Bien que non autorisé à la baignade, il est très fréquenté en période estivale (figure 6).



Figure 6 : Image satellitaire montrant le site 04 : Sidi Salem (Google, 2008 modifiée).

1.4 Présentation de l'espèce étudiée

La moule africaine *Perna perna* (Lamarck, 1758) est un mollusque bivalve de forme allongée qui possède une charnière munie d'une ou deux dents ; fréquemment une dans la valve gauche et 2 dans la valve droite (figure7.). Les muscles rétracteurs du pied et muscles rétracteurs du byssus forment une empreinte médiodorsale sur la coquille, le muscle rétracteur postérieur du byssus a une empreinte bien visible et adjacente à celle de l'adducteur postérieur, l'intérieur des valves est nacré, blanc rosé. En méditerranée la taille maximale des moules est de 90mm, avec une taille moyenne de 50 à 60mm (Fisher *et al.* 1987). Elle peut atteindre une longueur maximale de 18cm. La couleur du manteau permet de distinguer les deux sexes en effet, elle est blanchâtre chez les mâles et rose saumon à orange chez les femelles.



Figure 7 :*Perna perna* (photo Faddal, 2022).

On la rencontre sur les substrats durs de l'étage infralittoral et jusqu'à 100m de profondeur. *Perna perna* est une espèce largement répandue dans le monde puisqu'on la rencontre sur les côtes Est et Ouest de l'Atlantique tropical et subtropical, en Amérique du Sud et sur les bords de la Méditerranée (Afrique du Nord : Algérie, Tunisie, Maroc), elle vit en mélange avec *Mytilus galloprovincialis* (Abada-Boudjema et Dauvin, 1995) et se distingue de cette dernière par la coloration verte, mélangé de brun, de la face externe de ses valves (au lieu de brun foncé), par la coloration blanc jaunâtre de la face interne des valves (au lieu de bleuté à presque noir), par la séparation d'une des trois empreintes musculaires (au lieu que les trois empreintes soient contiguës), et enfin par sa charnière à une seule dent sur chaque valve (au lieu de trois dents sur chaque valve) (AbadaBoudjema, 1996)(en annexe). Ce sont des espèces caractérisées par une forte tolérance vis-à-vis des conditions du milieu, ainsi elles

supportent des températures de 13°C en hiver et entre 27 et 28°C en été et des salinités comprise entre 7 et 40 ‰ (Lubet et Chappuis, 1966). Les bivalves sont des microphages et se nourrissent par filtration de particules en suspension comprenant le phytoplancton, le zooplancton et les résidus organiques ou seston (les moules filtrent jusqu'à 4 litres d'eau /heure). Ils disposent d'un système digestif, d'un système circulatoire ouvert, d'organes reproducteurs et d'un système nerveux élémentaire.

1.4.1. Position systématique de la moule *Perna perna*

<i>Classification</i>	
<i>Règne</i>	Animal
<i>Embranchement</i>	Mollusques
<i>Classe</i>	Bivalves
<i>Ordre.</i>	Flibranches
<i>Famille</i>	Mytilidae
<i>Genre</i>	<i>Perna</i>
<i>Espèce</i>	<i>perna (linnaeus, 1758).</i>

1.4.2 Intérêt

La moule est une espèce modèle en écotoxicologie. Elle résiste plus de 12 jours à l'émersion et est capable de résister à des modifications du métabolisme, à l'anoxie et l'hypercapnie. Considérant plusieurs critères biologiques et écotoxicologiques, comme leur mode de vie sédentaire et leur mode de nutrition par filtration, les moules sont considérées comme espèces sentinelles d'écosystèmes côtiers anthropisés. En effet, elles sont utilisées comme indicateurs biologiques dans des programmes de bio surveillance, afin de mesurer le degré de pollution environnementale vue leur capacité de concentrer dans leurs tissus de fortes teneurs en polluants chimiques, métaux lourds et contaminants organiques par filtration de l'eau. De plus, leur sédentarité leur interdit toute possibilité de fuite face à une pollution chronique ou fugitive. Les principaux programmes de bio surveillance utilisant des moules sont le « Mussel Watch » (Goldberg et al. 1978), (Goldberg et al. 2000) et le Réseau National d'Observation (RNO) (Claisse et al. 1992), développés pour surveiller la qualité des eaux côtières.

1.5 Stratégie d'échantillonnage

Le modèle biologique utilisé dans la présente étude est la moule *Perna perna* ; Un échantillonnage saisonnier a été réalisé dans les 4 sites (Cap de garde, saint Cloud, Sidi Salem «jouanou» et la caroube) durant la période s'étalant de Février à Avril 2019. La récolte de la moule *P. perna* est effectuée à la main à raison de 25 à 30 individus par saison et par site.

Les moules sont immédiatement transportées dans des glacières, baignants dans leur propre eau de prélèvement, jusqu'au laboratoire pour être triées, nettoyées et débarrassées de leurs épibiontes ; elles sont ensuite pesées et mesurées.

1.6 Mesure des paramètres physico-chimique de l'eau

Les mesures de la température (T°C), de la salinité et du pH, 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 8 : Multi paramètre de terrain (Pionner 20 et Pionner 30)

2. Etude biométrique des bivalves

2.1. Mesures et pesées de la moule

Dans le but de comparer les lots stationnels de bivalves prélevés dans les quatre sites au niveau du Golfe d'Annaba, il a été entrepris sous forme d'équations mathématiques une étude ponctuelle (Février 2022, Avril 2022) des relations existantes entre les divers paramètres linéaires et pondéraux des animaux. Cette méthode qui consiste à mettre en évidence les relations d'allométrie globale liant les paramètres métriques et pondéraux, pris deux à deux, ce qui constitue l'une des méthodes les plus utilisées pour étudier la croissance relative chez la moule (Aloui-Bejaoui, 1998).

Pour chacun des quatre sites de prélèvement, les lots de moule collectés ont été constitués de 25 à 30 individus par mois. Les mesures ont été réalisées le jour même du prélèvement pour éviter l'effet du jeûne et émission éventuelle des gamètes, due au stress, ces phénomènes biologiques diminuant le poids de la masse molle totale et par la suite l'indice de condition, (Beninger et Lucas, 1984).

Après avoir nettoyé les moules, les mesures des paramètres linéaires sont réalisés à l'aide d'un pied à coulisse à 0,5 mm de précision afin d'étudier la croissance (Figure.8) :

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

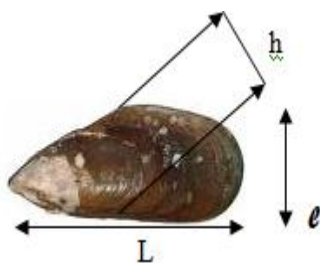


Figure 9 : Les différents paramètres linéaires mesurés (Faddal, 2022)

Par ailleurs les individus ont été pesés à l'aide d'une balance de précision (KERN 440- 33, précision (0,01g) afin de déterminer les paramètres pondéraux suivants :

- Poids total (Wt) : qui correspond au poids de la moule débarrassé de son épibiontes, et dont les valves sont essuyées par un linge.
- Poids de la chaire (Pm) :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.

2.2 Relation taille poids

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

$$W_t = b.L_t^a$$

Wt : le poids total (g).

Lt : longueur totale (cm).

b : indice d'origine.

a : coefficient d'allométrie.

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

$$\text{Log } W_t = b.\text{Log } L_t + \text{Log } a$$

A partir de cette équation les paramètres a et b sont déterminés, fixant, ainsi le type d'allométrie, la pente a été comparée à une valeur théorique égale à 3, à l'aide du test t de Student selon **Trigui, (1995)**, pour la croissance pondérale.

- si a = 3, il y a isométrie : croissance des 2 proportions du corps dans le même sens.
- si a < 3, l'allométrie est dite minorante, le poids croît moins vite que la longueur
- si a > 3, ou =1, l'allométrie est dite majorante, le poids croît plus vite que la longueur

3. Détermination du Sex Ratio

La distinction des sexes est relativement aisée notamment durant la période de gamétogénèse avancée ; en effet, elle est basée sur la couleur du manteau qui est blanchâtre chez les mâles et rose saumon à orange 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) est défini par le rapport suivant :

$$\text{SR} = (\text{nombre des males} / \text{nombre des femelles}) * 100$$

4. Indice de condition

L'indice de condition nous donne une idée de l'état physiologique des individus d'une population (**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)** ; le calcul de l'indice de condition en chair a été calculé comme suit :

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

5. Stress On Stress

La méthode (Viarengo *et al.* 1995) consiste à superposer deux types de stress (« stress on stress » en anglais) sur des mollusques prélevés en mer, en différentes stations du littoral : au stress que subissaient déjà les animaux dans leur milieu naturel si celui-ci était pollué, on ajoute un deuxième facteur perturbant en les plaçant à l'air libre en laboratoire (Figure. 12). La comparaison des taux de mortalité, aux mêmes temps, pour les différents sites de provenance des animaux, donne en fin de compte une indication relative sur l'état de « santé » des stations étudiées.

On calcule ensuite le pourcentage de survivants pour chaque jour et enfin le Temps Létal Moyen où 50% des animaux sont morts (TLM 50), par la formule suivante :

$$A = [50\% \text{ à } T (<50 \% \text{ de morts})] / [\% \text{ à } T (>50 \% \text{ de morts}) - \% \text{ à } T (<50 \% \text{ de morts})]$$

$$B = T (<50 \% \text{ de morts}) / T (>50 \% \text{ de morts})$$

$$C = A * \text{LOG} (B)$$

$$D = \text{LOG} [T (<50 \% \text{ de morts})] - C$$

$$\text{TLM } 50 = 10^D$$



Figure 10 : Moules exposées lors de l'expérience du SOS (Faddal, 2022)

RESULTATS

2. Résultats

2.1. Les paramètres physico-chimiques de l'eau

Les mesures des températures (T°C), salinités (S) et pH des eaux du golfe d'Annaba ont été réalisées mensuellement de Février 2022 et Avril 2022 dans 04 stations. L'ensemble des résultats est regroupé par mois et par station.

2.1.2.1 La Température

La température intervient directement sur la cinétique des processus biologiques, les moules étant poïkilothermes (**Incze et al. 1980**). Les variations saisonnières de ce paramètre doivent être prises en compte (**Cossa et al. 1980 ; Amiard et al. 1986; Cain et Luoma, 1986; Langston et Spence, 1995**).

Les variations de températures des eaux superficielles dans les 04 stations: saint Cloud, Cape de Garde, Jouanou et la Caroube (en **figure.1**) montrent une évolution mensuel avec un minimum de 14,4°C au niveau du site cape de gare en Février en période hivernale et des températures printanières douces variant entre 20°C et 24°C respectivement au niveau de Jouano. (voir Tableau. VII en annexe 1).

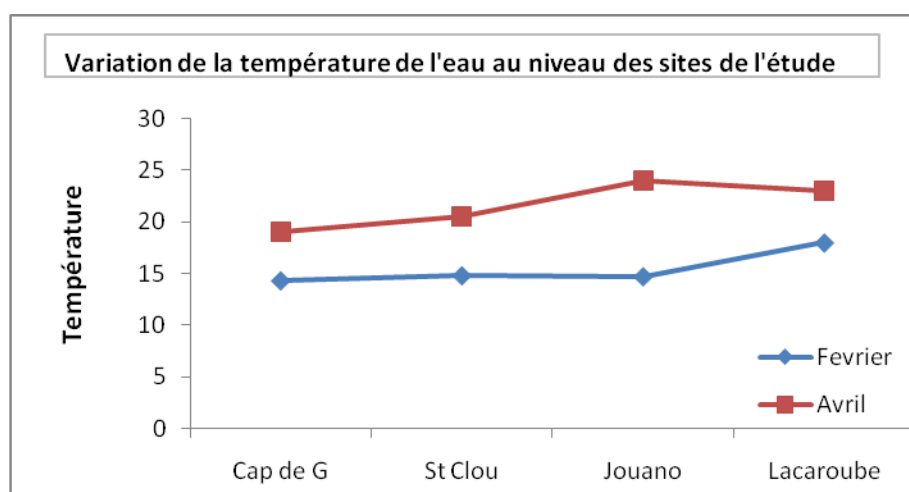


Figure 11 : variation mensuelle de la température de l'eau de mer au niveau des sites de prélèvement

2.1.2.2 La Salinité

En ce qui concerne la salinité, nous notons les valeurs les plus basses au niveau de Jouanou (Figure12.) en période printanière, et saint clou en hiver ; cette dessalure correspond à l'entrée d'eau douce (pluies drainées par l'oued Seybouse) importante durant la saison hivernale et l'ouverture des canalisations d'eaux usées .

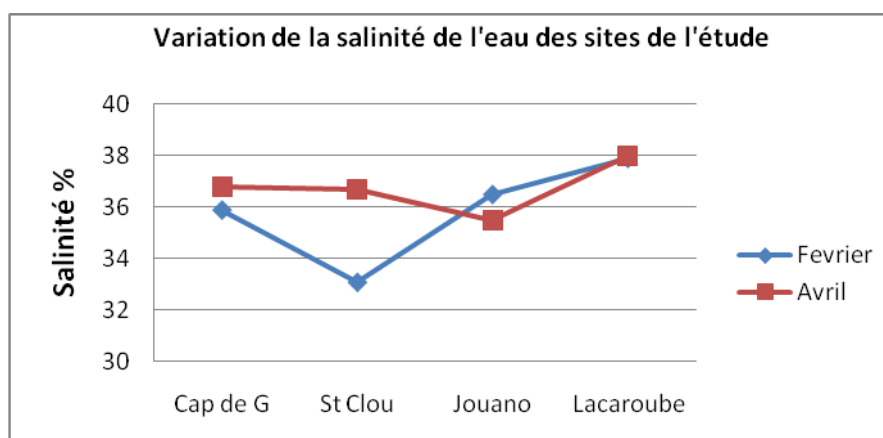


Figure12 : Variation mensuel de la salinité des eaux du golfe d'Annaba

2.1.2.3 pH

Le pH des eaux prélevées dans les stations d'étude est relativement stable il varie entre 7 et 8.50. en Figure 13).

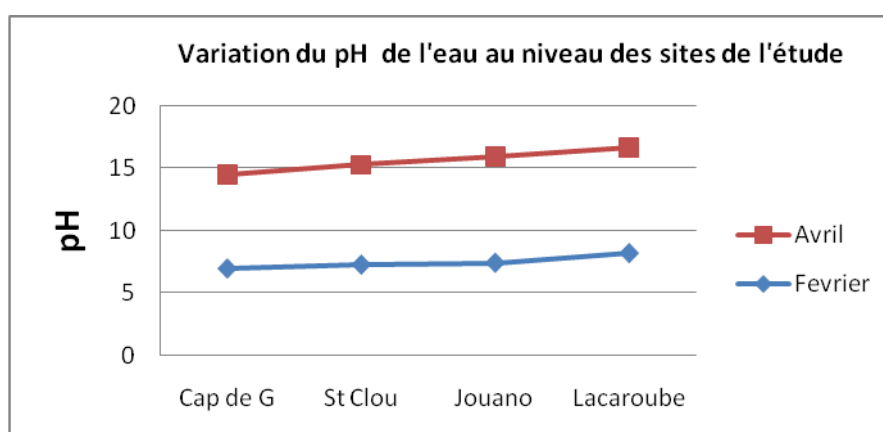


Figure13 : Variation mensuelle du pH de l'eau de mer au niveau des sites de prélèvement

2.2 Eude biométrique des bivalves

L'étude des corrélations reliant le poids total des bivalves à la longueur totale de la coquille sont consignés dans le (Tableau 01) et font apparaitre des valeurs élevées du coefficient de corrélation témoignant d'une corrélation significatives ($p= 0,0001$) entre ces variables, en fonction des mois et des stations. La croissance dans ce cas est de type allométrie minorante, ce qui laisse supposer que le poids des bivalves croit moins vite que la taille.

Tableau 01 : Expressions mathématiques de la relation taille (en mm) – poids (en gr) chez *P. perna* durant les mois d'échantillonnage (Février à Avril 2022).

	Sex	r	Relation Taille-poids	Valeurs limites	t obs.
CG Février	F	0.927	$P = 2,535L^{22,818}$ $P = 2,535L^{2,372}$	57.91 < Lt < 81.35	3.023
	M	0.969		13.20 < Pt < 31.20 53.06 < Lt < 93.04 12.58 < Pt < 40.21	Minorante 7.277 Minorante
CG Février	F	0,095	$P = 2,535L^{0,329}$ $P = 2,535L^{0,563}$	14 < Lt < 58.46	14,412
	M	0.232		10.02 < Pt < 39.17 7.37 < Lt < 81.45 11.42 < Pt < 34.25	Minorante 8.993 Minorante
LC Février	F	0.769	$P = 2,535L^{2,218}$ $P = 2,535L^{2,501}$	50.95 < Lt < 83.63	0.596
	M	0.804		12.21 < Pt < 28.68 60.93 < Lt < 78.88 17.14 < Pt < 32.05	Minorante 3.079 Minorante
LC Avril	F	0.860	$P = 2,535L^{2,884}$ $P = 2,535L^{3,611}$	28.200 < Lt < 34.540	1.336
	M	0.809		2.440 < Pt < 4.420 28.800 < Lt < 39.760 2.160 < Pt < 7.470	Minorante 1.320 Minorante
SC Février	F	0.854	$P = 2,535L^{2,783}$ $P = 2,535L^{2,719}$	35.10 < Lt < 54.48	2.041
	M	0.941		3.950 < Pt < 13.120 31.10 < Lt < 56.91 3.090 < Pt < 14.230	Minorante 5.186 Minorante
SC Avril	F	0.888	$P = 2,535L^{22,020}$ $P = 2,535L^{1,995}$	46.99 < Lt < 74.36	4,376
	M	0.912		7.75 < Pt < 25.30 32.49 < Lt < 74.73 3.810 < Pt < 19.560	Minorante 6.545 Minorante
Jou Février	F	0.607	$P = 2,535L^{2,858}$ $P = 2,535L^{0,285}$	52.64 < Lt < 73.11	2,572
	M	0.814		9.770 < Pt < 18.170 9.42 < Lt < 70.40 11.040 < Pt < 19.210	Minorante 1.5 Minorante
Jou Avril	F	0.901	$P = 2,535L^{3,245}$ $P = 2,535L^{22,176}$	44.80 < Lt < 60.48	1.951
	M	0.863		7.92 < Pt < 24.89 43.19 < Lt < 65.54 9.210 < Pt < 23.620	Minorante 4.923 Minorante

CG : Cape de Garde ; LC : La Caroube ;SC : Saint Clou ; Jou : Jouano

Tableau 02 : 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 golfe d'Annaba.

Source	DL	ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur de P
Station	4	13079,9	4359,96	98,89	0,000***
Mois	2	2889,7	722,41	16,39	0,000***
sex	2	140,3	70,14	1,59	0,205 ns
Station*Mois	12	3689,5	307,46	6,97	0,000***

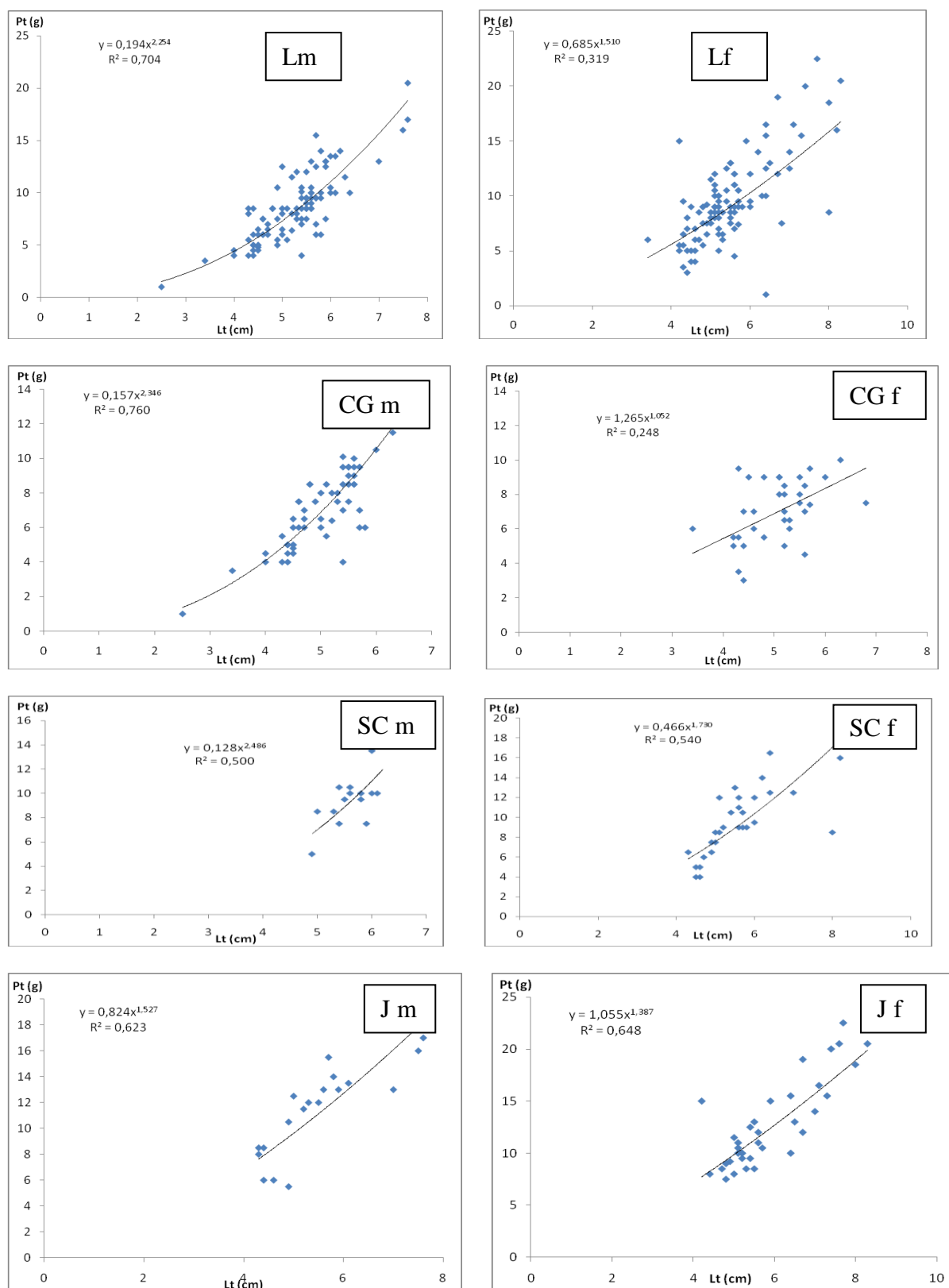


Figure 14 : Relation taille poids de toute la population récoltée au niveau des 04 sites de l'étude: Lm (Lacaroube male), Lf (Lacaroube femelle), CGm (Cap de Garde male), CGf(Cap de Garde femelles), SCm (Saint Clou males), SCf (Saint Clou femelles), Jm (Jouano males), Jf (Jouano femelles)

2.3 Détermination du Sex Ratio

- **Cap de Garde**

Les valeurs du sex-ratio obtenues à partir des échantillons de moules prélevés mensuellement au niveau du Cap de Garde sont supérieures à la valeur 1 pendant le mois d'Avril ; ces résultats mettent en évidence la nette prédominance des individus de sexe mâles (Figure 15).

- **La Caroube**

Dans les échantillons de moules récoltées à La Caroube, nous notons la prédominance des individus de sexe femelle pendant Avril ; les valeurs du sexe ratio sont légèrement supérieur indiquant ainsi une légère prédominance des mâles (Figure 15).

- **Saint Clou**

Les valeurs du sex-ratio obtenues au niveau du site Saint Clou, montre une prédominance des femelles uniquement et ceux durant les mois de l'échantillonnage (Figure 15).

- **Jouano**

Au niveau de ce site, nous notons une prédominance des individus de sexe femelle avec un SR inférieur à 1.

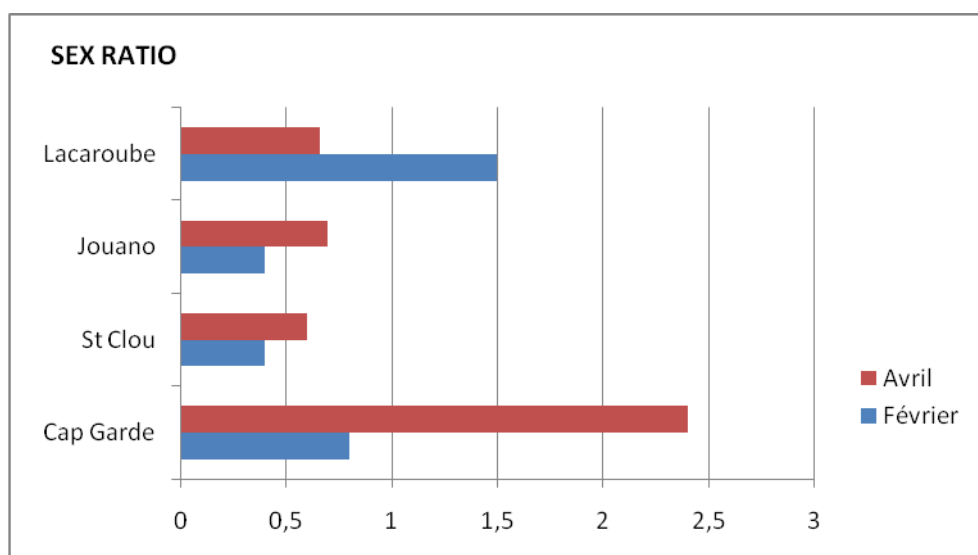


Figure 15 : Variation temporelle du sex ratio, chez *P. perna* récoltées au niveau du golfe d'Annaba

2.4. Indice de condition

Les valeurs de l'indice de condition des moules provenant des quartes sites montrent des fluctuations similaires significative en fonction des sites (tableau 03 et Figure 16) ; elles sont élevées en période printanière A la Caroube, et à Jouano les IC sont les plus élevés ; alors qu'une baisse significative est enregistrée au niveau de Saint Clou au mois d'Avril. Cette baisse correspondrait à la période de ponte.

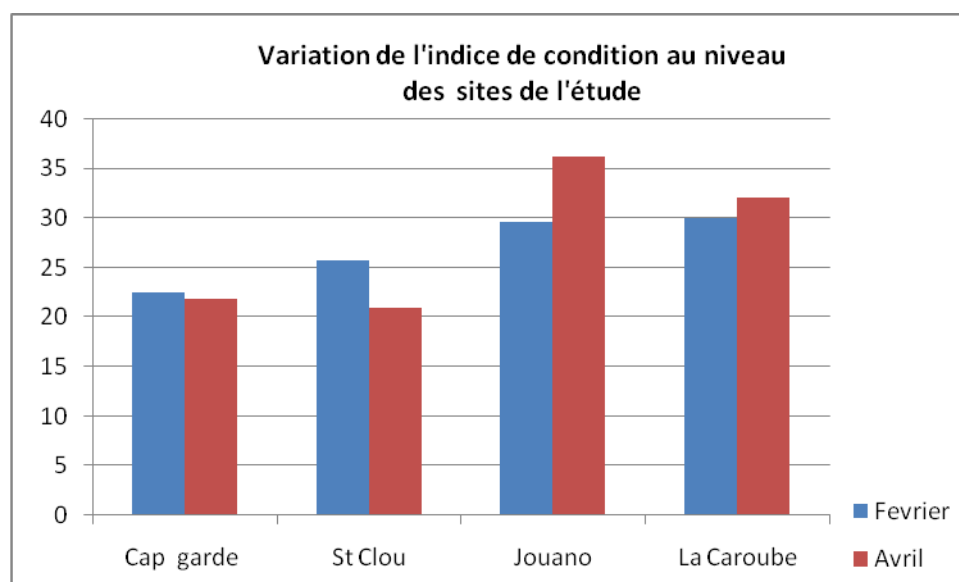


Figure 16 : Variation de l'IC chez *P. perna* récoltées au niveau du golfe d'Annaba.

Tableau 03 : Résultats de AV 1 , de l'indice de condition en fonction des sites chez la moule *P. perna* au niveau du golfe d'Annaba.

Analyse de variance pour st					
Source	DL	SC	CM	F	P
st	4	25	8,33333	*	0,01
Erreur	16	0,00000	0,00000		
Total	19	25,00000			

2.5. Stress On Stress, ou (Survie à l'air)

Pour chacun des sites nous avons pris 20 animaux que nous avons soumis à l'anoxie par exposition à l'air à température constante ($16 \pm 1^\circ\text{C}$). La survie est contrôlée quotidiennement. Les symptômes de mort sont l'ouverture des valves et l'absence d'activité musculaire.

Le « stress on stress » s'exprime par le pourcentage moyen d'animaux morts ou le temps moyen pour lequel 50% des animaux sont morts (TL50 : temps léthal 50). L'expérience a duré 10 jours. La Figure 17 illustre les variations des TL50 des moules collectées au niveau des stations Cap de Garde, La Caroube, Saint Clou et Jouanou.

Les résultats obtenus indiquent que la réduction du temps de survie chez les mollusques testés est fonction du degré de perturbation du milieu et de la physiologie de ces derniers.

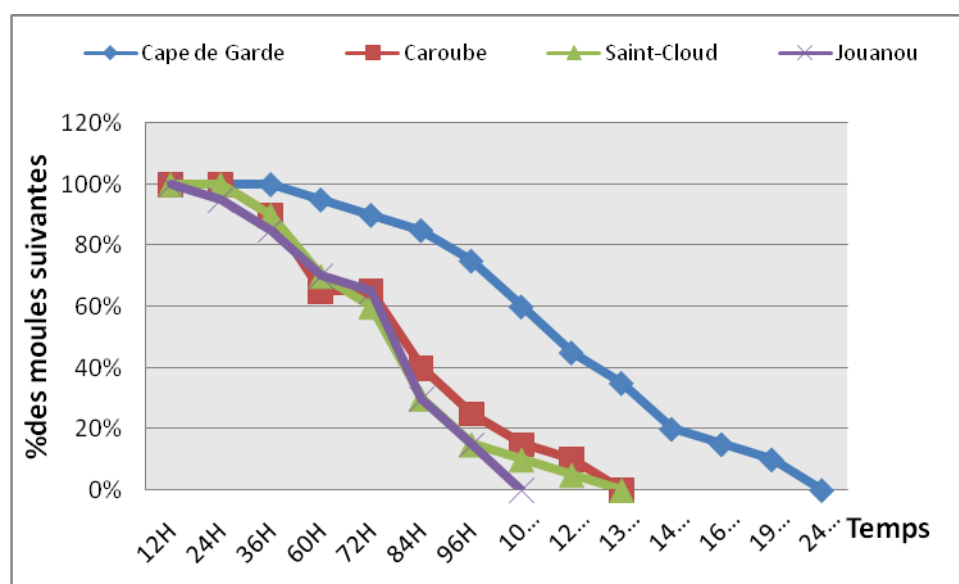


Figure 17 : Comparaison des TL 50 des moules collectées au niveau de tous les sites de l'étude

En effet, le TL50 est réduit chez les moules prélevées des sites qui reçoivent les rejets urbains et industriels (LC = 5,5 jours, SC = 5 jours et J = 4 jours) alors que le site dit de référence CG enregistre un TL50= 7,5 jours.

Cette différences de sensibilité plus ou moins rapprochée entre sites pourrait être due soit aux conditions environnementales relativement similaires entre sites, soit à une faible sensibilité des moules à la variation des paramètres abiotiques de chaque milieu. Il est clair que l'état général de l'animal, étudié par la résistance à l'anoxie varie avec la contamination du site.

DISCUSSION

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 (**Longston et Spence, 1995**). Les relevés mensuels de la température des eaux des sites étudiés montrent l'existence de deux périodes bien distinctes : l'une froide et l'autre modérée, cet écart de température est le reflet du caractère méditerranéen. Des résultats similaires sont rapportés dans le golfe d'Annaba par **Chaoui, (1993) et Khati, (2009)**.

A l'exception des autres sites, Jouano marque une salinité basse due à l'entrée d'eau douce drainée par l'oued Seybouse. Les mesures réalisées font apparaître des salinités faibles en période hivernale.

➤ Eude biométrique des bivalves

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 de l'ensemble des sites, révèle l'existence d'une allométrie minorante, entre ces deux paramètres ($b < 3$) avec un facteur de détermination très élevé 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. Chez les bivalves,

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

La comparaison de nos résultats avec ceux obtenus par d'autres auteurs sur différentes Espèces de bivalves de différentes régions, nous permet de constater que la croissance de nos moules se rapproche de celles rapportée par **Al-Barwani et al. (2006)** en Malaisie pour la moule *P.perna*.

➤ Sex Ratio

L'évaluation du sex - ratio révèle la dominance des femelles par rapport aux males ; cette prédominance des femelles est signalée chez les deux espèces *P. perna* et *M. galloprovincialis* provenant d'Anza au Maroc (**Idhalla et al. 1997 et Benchikh, 2009**).

L'analyse statistique des données montre l'existence d'une différence hautement significative de la répartition des males et des femelles en fonction des sites. Cette dominance peut s'expliquer par la période de gamétogenèse qui se traduira par la suite par une expulsion des gamètes autrement dit la ponte.

➤ Indice de condition

Les résultats de l'évaluation de l'indice de condition des moules *P. perna* montrent que cet indice est bon et ces valeurs sont significatives par site ce qui peut s'expliquer 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.

La diminution de l'indice de condition en période printanière, correspondrait à une phase de ponte. Des observations similaires sont rapportées par de nombreux auteurs (**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 (**Paulet et al. (1992) ; Barille (1996)**).

➤ **Etude du Stress on stress**

En pratique, il a été démontré qu'un organisme, évoluant dans des eaux polluées, est sujet à un syndrome de stress qu'il est possible d'identifier par une méthode permettant une évaluation globale de la santé des organismes, sans indiquer le type de contaminant présent dans le milieu marin. Cet indicateur biologique non spécifique est nommé : Stress on Stress ou survie à l'air.

Dans cette partie, nous discutons les résultats du stress on stress qui a consisté à superposer deux types de stress sur des mollusques bivalves prélevés en mer, en différents sites du golfe au stress que subissaient déjà les animaux dans leur milieu naturel si celui-ci était pollué, on ajoute un deuxième facteur perturbant en les plaçant en situation d'anoxie, par mise à l'air libre en laboratoire, en température contrôlée.

La comparaison des taux de mortalité et la réduction du temps de survie chez les mollusques testés, est fonction du degré de pollution des différents sites de provenance des animaux, puisqu'en fin d'expérience, il apparaît clairement que les animaux témoins ont mieux résisté à la mise à l'air libre que leurs congénères contaminés, où 100% de mortalité ne sont atteints qu'après une semaine d'anoxie (07 jours). Le TL50 sont réduits chez les moules prélevées dans les sites perturbés. La réponse au stress est donc un processus adaptatif permettant de maintenir l'homéostasie de l'organisme face à une situation défavorable (**Chrousos et Gold, 1992**), mais elle peut laisser l'organisme entièrement vulnérable à d'éventuels parasites et pathogènes (**Lacoste et al. 2001b**). **DeAlmeida (2004)**, décrit dans ses travaux que l'exposition de *Perna perna* 24 h à l'air libre, a perturbé les systèmes de défenses de l'animal.

Dans notre étude, le temps de survie du TL50 chez *P. perna* varie entre 4 et 7,5 jours ; nos résultats sembleraient en accord avec les données de la littérature. Ainsi, par exemple **Smaal et al. (1991)** trouvent un temps de survie à l'air de la moule bleue variant entre 5,5 et 8 jours pour les sites les plus et les moins contaminés.

Les résultats permettent de classer nos sites en fonction du leur degré de pollution, du moins vers le plus pollué : CG < LC < SC < J.

En conclusion, les faibles temps de survie observés chez les animaux provenant de sites pollués, ne sont qu'une conséquence de l'effet de la contamination par les différents polluants

présents dans le milieu. Nous pouvons déduire que la réponse au test stress on stress peut être utilisée comme outil pour l'évaluation de l'état général de santé des écosystèmes côtiers.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

CONCLUSION GENERALE

Il ressort de ce travail :

- ✓ Que les paramètres physico-chimiques mesurés montrent des fluctuations saisonnières. L'existence de deux périodes bien distinctes : l'une froide et l'autre modérée cet écart de température est le reflet du caractère méditerranéen.
- ✓ 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.
- ✓ Que la moule *P. perna* présente un cycle sexuel avec une période de ponte, au printemps.
- ✓ L'indice de condition pratiquement bon tout le long de la période d'échantillonnage définit un bon état nutritionnel et physiologique de l'animal.
- ✓ En pratique, il a été démontré qu'un organisme, évoluant dans des eaux polluées, est sujet à un syndrome de stress qu'il est possible d'identifier par une méthode permettant une évaluation globale de la santé des organismes, sans indiquer le type de contaminant présent dans le milieu marin. Cet indicateur biologique non spécifique est nommé : Stress on Stress ou survie à l'air.

la réduction du temps de survie chez les mollusques testés, a permis de classer non seulement les sites en fonction du degré de leur pollution, mais aussi que la réponse au test peut être utilisée comme outil pour l'évaluation de l'état général de santé des écosystèmes côtiers.

En perspectives

- 1- Il serait judicieux d'augmenter l'échantillon mensuel de l'animal standard et de mesurer l'ensemble des paramètres linéaires et pondéraux des spécimens.
- 2- 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.
- 3- Enfin, de faire un élevage de ces bivalves au laboratoire, de les transplanter dans des sites pollués afin de savoir s'il s'agit d'une tolérance, ou d'une adaptation au stress.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES



Référence :

-A-

Abada-Boudjema Y-M., 1996. Cinétique, croissance, production et composition biochimique de deux bivalves mytilidés, *Perna perna* (L.) et *Mytilus galloprovincialis* (Lmk) du littoral algérois. Thèse Doct. Muséum National Hist. nat. Paris, Fr. : i-iv + 1-243.

Abada-Boudjema Y-M., Dauvin J-C., 1995. Recruitment and life-span of two natural mussel populations *Perna perna* (Linnaeus) and *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck) from the Algerian coast. *J. Moll. Stud.*, 61 : 467-481.

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

Anonyme., 1976. Les micropolluants minéraux dans les eaux superficielles continentales. Association française pour l'étude des eaux, Rapport n°6: 3p.

-B-

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

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.

Benchikh N., 2009. 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, 89 p.

Beninger P.A et Lucas, A., 1984. Seasonal variation in condition reproductive activity and gross biochemical composition of two species of adult clam reared in a common habitat: *Tapes decussatus* L. (Jeffreys) and *Tapes philippinarum* (Adams et Reeve). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, (79): 19-37.

Bodoy A et 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.

Bourgeault A, 2010. Bioaccumulation par *Dreissena polymorpha*: quel reflet de la contamination chimique du milieu ? Expérimentation – Observation – Modélisation. Thèse de doctorat. Université Pierre et Mary curie. France.

-C-

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.*

Chrousos, G., Gold, P., 1992. The concept of stress and stress system disorders. *JAMA* 267, 1244-1252.

Claisse, D., Joanny, M., Quintin, J.Y., 1992. Le réseau national d'observation de la qualité du milieu marin. *Analysis* 20 :19-22.

Claisse, D., Joanny, M., Quintin, J.Y., 1992. Le réseau national d'observation de la qualité du milieu marin. *Analysis* 20 :19-22.

-D-

De Almeida, E.A., Miyamoto, S., Bairy, A.C.D., De Medeiros M.H.G., Mascio, P.D., 2004. Protective effect of phospholipid hydroperoxide glutathione peroxidase (PHGPx) against lipid peroxidation in mussels *Perna perna* exposed to different metals, *Mar.Poll.Bull.* 49: 386-392.

-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-

Frihi, H., 1998. Etude de la structure et du fonctionnement du système phytoplanctonique dans un système marin côtier : eutrophisation de la baie d'Annaba. Thèse de magister. Université Badji Mokhtar, 99p.

-G-

Goldberg, E.D., Bertine, K.K., 2000. Beyond the Mussel Watch new directions for monitoring marine pollution. *The Science of the Total Environment* 247:165-174.

Goldberg, E.D., Bowen, V.T., Farrington, J.W., Harvey, G., Martin, J.H., Parker, P.L., Risebrought, R.W., Robertson, W., Schneider, E., Gamble, E., 1978. The mussel watch. *Environmental Conservation* 5, 101-125.

-I-

Idhalla M., Bouhaimi A., Zekhnini A., Narbonne JF., Mathieu M et 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.

Incze, L.S., Lutz, R.A., et Walting, L., 1980. Relationship between effects of environmental temperature and seston on growth and mortality of *Mytilus edulis* in a temperate northern estuary. *Mar. Biol* 58: 147-156.

-K-

Khati W., 2009. 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 à la biosurveillance de l'environnement marin. *Thèse de doctorat. Univ. Annaba. Laboratoire écosystème marins et littoraux.* 87p.

-L-

Lacoste, A., Jalabert, F., Malham, S., Cueff, A., Gelebart, F., Cordevant, C., Lange, M., Poulet, S.A., 2001b. A *Vibrio splendidus* strain is associated with summer mortality of juvenile oysters *Crassostrea gigas* in the Bay of Morlaix (North Brittany, France). *Dis. Aquat. Org.* 46, 139-145.

Laubiet A., 1987. Biologie de la reproduction et l'élevage des crevettes Penneides. *Océanis*.(2) :217-232.

Linnaeus., 1758. Gulf States Marine Fisheries Commission. Retrieved on 2007-12-15.

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

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

Lubet P., et Chappuis J-G., 1966. Nutrition des Lamellibranches. *Océanis* 4(1), 23-24. Paris. 158(II) : 2125-2128.

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

-M-

Maurin., 1961. Etude des fonds chalutables de la Méditerranée occidentale (écologie et pêche). Résultats des campagnes des navires océanographiques : Président-Théodore-Tissier p191-195p.

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

-P-

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.

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-Massicotte, J., 1994. Oxidative processes as indicators of chemical stress in marine bivalves. *Aquat. Ecosyst. Health* 3, 101-111.

-R-

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

Roméo, M., Bennani, N., Gnassia-Barelli, M., Lafaurie, M., Girard, JP., 2001. Cadmium and copper display different responses towards oxidative stress in the kidney of the sea bass *Dicentrarchus labrax*. *Aquat Toxicol.* 1; 48(2-3):185-194.

-S-

Smaal, A.C., Wagenvoort, A., Hemelraad, J., Akkerman, I., 1991. Response to stress of mussels (*Mytilus edulis*) exposed in Dutch tidal waters. *Comp. Biochem. Physiol.* 100C, 197–200.

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.

-T-

Trigui el Menief, N., 1995. La palourde *Ruditapes decussatus* (Linné, 1758) des côtes tunisiennes. Biométrie, reproduction et impact de l'environnement sur la bioaccumulation en métaux traces. Thèse *Doct. Fac. Sci.* Tunis: 261 p.

-V-

Vaissière, R et Fredj, G., 1963. Contribution à l'étude de la faune benthique du plateau continental de l'Algérie. *Bull. Inst. Oceanog.* Monaco. 60 (1272): 83.

Viarengo, A., Canesi, L., Pertica, M., Mancinelli, G., Accomando, R., Smaal, A.C., Oronesu, M., 1995. Stress on stress response: a simple monitoring tool in the assessment of a general stress syndrome in mussels. *Mar. Environ. Res.* 39: 245–248.