

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid Ibn
Badis-Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MER ET DE L'AQUACULTURE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

BAALACHE Souhila & AHMED BENKLAOUZ Maroua

Pour l'obtention du diplôme de

**MASTER EN HYDROBIOLOGIE MARINE ET
CONTINENTALE**

Spécialité:

Ressources Halieutique

THÈME

**Évaluation du stress environnemental sur l'évolution de
la fausse patelle *siphonariapectinata* issue de
La côte mostaganemoise**

Soutenue le 22/06/2023

DEVANT LE JURY

| | | | |
|-----------|------------------------|-----|---------------|
| Président | Dr BELBACHIR Nouredine | MCA | U. Mostaganem |
| Encadreur | Dr Ait Mohamed Amer. L | MCB | U. Mostaganem |
| Examineur | Mme BILAMI. M | MAA | U. Mostaganem |

Année universitaire 2022/2023

REMERCIEMENTS

Toute notre parfaite gratitude et remerciement à Allah le plus puissant qui nous a donné la force, le courage et la volonté pour élaborer ce travail.

En second lieu, on tient à remercier très chaleureusement notre encadreur madame: **AIT MOHAMED AMER Lilia**, pour ses précieux conseils et son aide durant toute la période du travail.

Nous remercions également les membres du jury, Dr. **BELBACHIR Noureddine** et **Mme. BELAMI**, d'avoir accepté d'examiner notre mémoire de fin d'études.

Nous remercions aussi l'ensemble des enseignants du Département des Science de la Mer et de l'Aquaculture.

Enfin, nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

S.BAALACHE & M.AHMED BENKLAOUZ

Dédicaces

Je tiens à dédier cet humble travail à :

A ma tendre mère et mon très cher père

Je le dédie aussi :

Ames chères sœurs: Zakia, Farah

mon Amie : Samia Fatma

Sans oublier mon binôme : Maroua

A toute ma famille

A tous les étudiants : de la promotion Ressources halieutiques

Et tous ceux que j'aime.

B.SOUHILA

Dédicaces

Au nom d'Allah clément et miséricordieux

Je dédie ce travail :

Aux deux êtres qui l'ont espéré plus que moi :

Ma mère et mon père je ne peux jamais imaginer une vie sans eux.

Merci pour leur patience, pour leur soutien infini; pour leurs conseils d'or
Tout au long de ma vie et l'aide qui m'ont offert tout au long de mes années

D'études.

Je le dédie aussi :

A mon cher frère : Nour el dine

A ma chère sœur : Ikram

Mes chères Amies

Sans oublier mon binôme : Souhila

A toute ma famille

A tous les étudiants de la promotion Ressources halieutiques

Et tous ceux que j'aime.

A.B.Maroua

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|--|----|
| Introduction | 1 |
| Partie 1 : Présentation du modèle Biologique et Écologique | |
| I. Biologie | |
| 1. Généralités sur les Mollusques gastéropodes | 3 |
| 1.1. Les caractéristiques de la classe des gastéropodes | 3 |
| 1.2. Les patelles | 4 |
| 1.2.1. Le genre « <i>Siphonaria</i> » | 4 |
| 1.2.2. Quelques espèces du genre <i>Siphonaria</i> | 4 |
| 2. Etude de l'espèce <i>Siphonaria pectinata</i> | 6 |
| 2.1. Description de l'espèce <i>Siphonaria pectinata</i> | 6 |
| 2.2. La morphologie e externe et interne de l'espèce | 8 |
| II. Ecologie | 16 |
| 1. Habitat | 16 |
| 1.1. Abondance | 17 |
| 1.2. Tolérances physiques | 17 |
| 1.2.1. Température | 17 |
| 1.2.2. Salinité | 17 |
| 2. Alimentation | 18 |
| 3. Air de répartition | 18 |
| III. Genre similaire « <i>Patella</i> » | 19 |
| 1. Quelques différentes espèces du genre « <i>Patella</i> » | 19 |
| Partie 2 : Stress des Xénobiotique causé par l'homme dans le milieu marin | |
| Introduction | 23 |
| I. Perturbation anthropique causé par l'homme dans le milieu marin | 25 |
| I.1. Pollution marine | 25 |
| I.2. les polluants dans le milieu marin | 27 |
| II. Les xénobiotiques présents dans le milieu marin | 27 |

| | |
|--|----|
| II.1. Biomarqueurs dans les gastéropodes des toxines environnementales marines | 30 |
| II.2. Les composés organiques PAH et PCB | 30 |
| II.2.1. Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (PAH) | 30 |
| II.2.2. Les polychlorobiphényles (PCB) | 31 |
| II.3. Les pesticides organochlorés :cas particulier du DDT | 32 |
| II.4. Biopesticides dans le transport maritime | 32 |
| II.5. Les produits pharmaceutiques, cosmétiques et vétérinaires | 33 |
| Partie 3 : Zone d'étude | |
| 1. Caractéristiques générales de la côte algérienne | 34 |
| 2. Zone d'étude | 34 |
| 2.1 Caractéristiques de la côte de Mostaganem | 34 |
| 2.2 Caractéristiques physiques et naturels | 35 |
| 2.2.1 Climatologie et Température | 35 |
| 2.3. Hydrodynamisme | 36 |
| 2.3.2. Houles | 36 |
| 3. Site d'échantillonnage | 36 |
| 3.1. Le site de Stidia plage | 37 |
| 3.2. Le site du port de Salamandre | 38 |
| Partie 4 : Matériel et Méthode | |
| 1. Méthodologie | 41 |
| 2. Collecte des échantillons | 41 |
| 3. Traitement en laboratoire | 42 |
| 4. Etude biométrique | 42 |
| Partie 5 : Résultats et Discussion | |
| 1. Analyse des paramètres biométriques | 45 |
| Conclusion | 54 |
| Références bibliographique | 55 |

LISTE DES FIGURES

| N° | Titre | Page |
|-----------------|--|------|
| Figure1 | <i>Siphonaria alba</i> | 5 |
| Figure 2 | <i>Siphonaria ferruginea</i> | 5 |
| Figure 3 | <i>Siphonaria laciniosa</i> | 5 |
| Figure 4 | <i>Siphonaria crassicostata</i> | 5 |
| Figure 5 | <i>Siphonaria normalis</i> | 6 |
| Figure 6 | observation du <i>Siphonaria pectinata</i> (Baalache.S Ahmed Benklaouz .M, 2023). | 7 |
| Figure 7 | Spécimens représentatifs de <i>Siphonaria pectinata</i> des localités échantillonnées. | 8 |
| Figure 8 | <i>Siphonaria pectinata</i> . Morphologie de la coquille et anatomie général | 10 |
| Figure 9 | <i>Siphonaria pectinata</i> . Radules au microscope électronique à balayage (5 échantillons) | 13 |
| Figure10 | Série de stades de développement chez <i>S. pectinata</i> . | 16 |
| Figure11 | <i>Patella caerulea</i> (Linnaeus,1758) | 20 |
| Figure12 | <i>Patella Vulgata</i> (Linnaeus ,1758) | 20 |
| Figure13 | <i>Patella rustica</i> = <i>Patella lusitanica</i> (Linnaeus ,1758) | 21 |
| Figure14 | <i>Patella ferruginea</i> (Gmelin ,1791) | 22 |
| Figure15 | <i>Patella ulyssiponensis</i> (Gmelin ,1791) | 22 |
| Figure16 | Diagramme illustrant les différentes approches liées à l'évolution de la qualité environnementale | 25 |
| Figure17 | Les causes et conséquences de la pollution marine (modifié par Groom et al,2006). | 26 |
| Figure18 | Référencement de publications PubMed utilisant des gastéropodes en écotoxicologie marine | 29 |
| Figure19 | Localisation de la zone d'étude, la wilaya de Mostaganem. | 35 |
| Figure20 | vue général sur le site du stidia (Baalache.S .Ahmed Benklaouz .M, 2023). | 37 |
| Figure21 | vue général du point d'échantillonnage exacte du stidia (Baalache.S, Ahmed Benklaouz.M 2023) | 38 |
| Figure22 | vue général sur le site de port de salamandre (Baalache.S , Ahmed Benklaouz .M , 2023). | 39 |
| Figure23 | vue général du point d'échantillonnage exacte du port de salamandre (Baalache.S, Ahmed Benklaouz.M 2023) | 39 |
| Figure24 | Collecte de <i>siphonaria</i> à l'aide d'un levier. (Baalache.S, Ahmed Benklaouz.M 2023) | 41 |
| Figure25 | Classement des échantillons selon la taille (30Grandes, 30 Petits) (Baalache.S, Ahmed Benklaouz.M.2023) | 42 |

- Figure26** Différentes mensurations effectuées sur les coquilles de *Siphonaria* étudiées. 44
A: Mesure de la hauteur, B : Mesure de la largeur, C : Mesure de la longueur,
D : Mesure du sommet postérieur, E : Mesure du sommet antérieur, F: pesée
du poids total.
- Figure27** Corrélations entre les six paramètres biologiques (L, H, La, Sa, Sp et PT) 71
chez *Siphonaria pectinata* au niveau des sites port de .salamandre et Stidia
durant les trois mois de l'année 2023 (Février, Mars et Avril)

LISTE DES TABLEAUX

| N | Titre | Page |
|------------------|--|-----------|
| Tableau 1 | Classification général de <i>Siphonaria pectinata</i> | 7 |
| Tableau 2 | Stations de prélèvement et positions géographiques (site de Stidia) | 38 |
| Tableau 3 | Stations de prélèvement et positions géographiques (site du port de salamandre) | 40 |
| Tableau 4 | variation des différents paramètres biométriques analysés (L : longueur, La : largeur, H : hauteur, Sa : Sommet antérieur, Sp : Sommet postérieur, Pt : poids total) selon deux classes de tailles (G: grande, P: petites) ; (min : minimum, max : maximum) sur <i>S.pectinata</i> échantillonnées depuis deux sites contrastés (PM, STD) durant trois mois (FEV: Février, MAR : Mars, AVR : Avril). | 46 |
| Tableau 5 | Equations allométriques entre les six paramètres choisis (L : longueur, H : hauteur, La largeur, Pt : poids total, Sa : Sommet antérieur, Sp : Sommet postérieur) de <i>Siphonaria pectinata</i> dans la station du PS (Port de (salamandre)) durant trois mois de l'année 2023. N : nombre d'échantillons, R : Coefficient de corrélation des équations de régressions, PG : Spécimens de grande taille du site du Port de salamandre, PP : les Spécimens de petite taille du site du Port de salamandre Test t : significativité du test de Student (P<0,05) | 50 |
| Tableau 6 | Equations allométriques entre les six paramètres choisis (L : longueur, H : hauteur, La : largeur, Pt : poids total, Sa : Sommet antérieur, Sp : Sommet postérieur) de <i>Siphonaria pectinata</i> dans la station du STD (stidia) durant trois mois de l'année 2023. N : nombre d'échantillons, R : Coefficient de corrélation des équations de régressions, SG : Spécimens de grande taille du site de Stidia, SP : les Spécimens de petite taille du site de Stidia, Test t : significativité du test de Student *(P<0,05) | 51 |

LISTE D'ABRÉVIATIONS

H: hauteur.

L: Longueur

La: Largeur

R: coefficient de corrélation

Ps: port de salamandre

Pt: Poids total

PG: Spécimens de grande taille du site du port de salamandre

PP: Spécimens de petite taille du site du port de salamandre

S: *siphonaria*.

SG: Spécimens de grande taille du site de Stidia

SP : Spécimens de petite taille du site de Stidia

SP: sommet postérieur.

STD: Stidia

min : minimum.

Teste T : test de Student ($P < 0,05$) activé le Excel.

Max : maximum.

G: grande.

P: petites.

Résumé :

Notre étude a porté sur l'analyse biométrique du développement cortical ainsi que du poids total de l'espèce biomarqueur sélectionnée "*Siphonaria pectinata*", dans deux sites différents. Le premier étant celui de Stidia (**STD**), un site éloigné des établissements humains caractérisé par une propreté remarquable et le Port de Salamandre(**PS**) (site pollué).

Le travail a consisté en un suivi de mesure de trois mois (février, mars et avril) de 360 individus de ces mollusques gastéropodes, à savoir : hauteur de coquille (**H**), longueur (**L**), largeur (**La**) et le Sommet antérieure (**Sa**), sommet postérieure (**Sp**) ainsi que le poids total(**Pt**) de toutes les *S.pectinata* collectées. La corrélation a été faite entre les différentes mesures (Longueur – Largeur. Hauteur - Longueur, Largeur. Poids total - Longueur, Largeur, Hauteur et le sommet antérieur- sommet postérieur)

Les résultats ont été traités et analysés en suivant les courbes puissances ($y = ax^b$)et linéaires ($y = ax + b$) mais aussi le **test t** de **Student**. A travers les résultats obtenus, qui révèlent les relations différentielles inférieures et supérieures entre différentes variables biologiques, nous avons pu remarquer que le développement de la coquille de **la fausse patelle** commence par la hauteur en premier, suivie de la longueur en second, en passant par la largeur, et finalement, le poids total prend la dernière place, car il enregistre la vitesse de croissance la plus lente par rapport aux trois paramètres précédemment cités. Le sommet postérieur croît plus lentement que le sommet antérieur ces résultats ont été observé sur les deux classes de tailles étudiées.

Ces résultats confirment que la croissance de ce Mollusque varie et dépend de plusieurs facteurs biotiques et abiotiques qui conditionnent aussi le développement de la coquille et la croissance du poids de *Siphonaria pectinata*.

Cette approche représente un bon moyen d'évaluation environnementale.

Mots clés : *Siphonaria pectinata*, fausse patelle, biométrie, Port salamandre, Stidia.

ملخص :

ركزت دراستنا على تحليل القياسات الحيوية للتطور القشري بالإضافة إلى الوزن الإجمالي لأنواع العلامات الحيوية المختارة "*Siphonaria pectinata*"، في موقعين مختلفين. الأول هو موقع (STD) (Stidia)، وهو موقع بعيد عن المستوطنات البشرية يتميز بنظافة ملحوظة وميناء صلامندر (PS) (موقع ملوث). يتألف العمل من متابعة قياس لمدة ثلاثة أشهر (فبراير ومارس وأبريل) لـ 360 فردًا من رخويات بطنيات الأقدام هذه ، وهي: ارتفاع القشرة (H) ، والطول (L) ، والعرض (La) ، والقمة الأمامية (Sa) . ، والقمة الخلفية (Sp) وكذلك الوزن الإجمالي (Pt) لجميع *S. pectinata* التي تم جمعها. تم الربط بين القياسات المختلفة (الطول - العرض. الارتفاع - الطول - العرض. الوزن الكلي - الطول ، العرض ، الارتفاع والرأس الأمامي - الرأس الخلفي) - العرض. الوزن الكلي - الطول ، العرض ، الارتفاع والرأس الأمامي - الرأس الخلفي) تمت معالجة النتائج وتحليلها باتباع منحنيات الطاقة ($y = axb$) والخطية ($y = ax + b$) وكذلك اختبار الطالب t . من خلال النتائج التي تم الحصول عليها والتي تكشف عن العلاقات التفاضلية الدنيا والعليا بين المتغيرات البيولوجية المختلفة ، تمكنا من ملاحظة أن تطور قشرة البطليينوس الكاذب يبدأ بالارتفاع أولاً ، يليه الطول الثاني ، مروراً بالعرض ، وأخيراً ، يحتل الوزن الإجمالي المرتبة الأخيرة ، لأنه يسجل أبطأ معدل نمو فيما يتعلق بالمعايير الثلاثة المذكورة سابقاً. ينمو الرأس الخلفي بشكل أبطأ من الرأس الأمامي ، وقد لوحظت هذه النتائج لفئتي الحجم المدرستين. تؤكد هذه النتائج أن نمو هذه الرخويات يختلف ويعتمد على العديد من العوامل الحيوية وغير الحيوية التي تؤثر أيضًا على نمو القشرة ونمو وزن *Siphonaria pectinata*.

يمثل هذا النهج وسيلة جيدة للتقييم البيئي.

الكلمات المفتاحية : *Siphonaria pectinata*، بطليينوس الكاذب، تحليل قياسات الحيوية، شاطئ ستيديا، ميناء صلامندر

Summary :

Our study focused on the biometric analysis of cortical development as well as the total weight of the selected biomarker species "*Siphonaria pectinata*", in two different sites. The first being that of Stidia (STD), a site far from human settlements characterized by remarkable cleanliness and the Salamandre Harbor (SH) (polluted site).

The work consisted of a three-month measurement follow-up (February, March and April) of 360 individuals of these gastropod molluscs, namely: shell height (H), length (L), width (La) and the anterior Summit (Sa), posterior vertex (Sp) as well as the total weight (Pt) of all the *S. pectinata* collected. The correlation was made between the different measurements (Length - Width. Height - Length, Width. Total weight - Length, Width, Height and the anterior vertex - posterior vertex)

The results were processed and analyzed by following the power ($y = ax^b$) and linear ($y = ax + b$) curves as well as the Student's t test. Through the results obtained, which reveal the lower and upper differential relationships between different biological variables, we were able to notice that the development of the shell of the false limpet begins with the height first, followed by the length second, passing through the width, and finally, the total weight takes the last place, since it registers the slowest growth rate in relation to the three previously mentioned parameters. The posterior vertex grows more slowly than the anterior vertex. These results were observed for the two size classes studied.

These results confirm that the growth of this Mollusc varies and depends on several biotic and abiotic factors which also condition the development of the shell and the growth of the weight of *Siphonaria pectinata*.

This approach represents a good means of environmental assessment.

Keywords: *Siphonaria pectinata*, false limpet, biometric, salamandre Harbor, Stidia.

INTRODUCTION

Introduction:

Les océans abritent non seulement de nombreux écosystèmes, mais ils produisent également la moitié de l'oxygène nécessaire à la vie; Ils régulent la température de la terre et équilibrent la biodiversité. La répartition mondiale et l'importance biologique et écologique des mollusques, dont les gastéropodes, ont toujours intéressé les scientifiques, car ils se situent à plusieurs niveaux de la chaîne alimentaire, ce qui accroît leur rôle spécifique dans le fonctionnement des écosystèmes. Parmi ces mollusques, le genre *Patella* identifié par Ridgway *et al.* (1998) car les gastéropodes avec les mollusques sont en général très abondants et facilement repérables sur les côtes intertidales rocheuses. Plusieurs espèces des patelles sont présentes en Mer Méditerranée (Cretella *et al.*, 1994), mais pas que on retrouve aussi les Siphonariidae.

Les Siphonariidae (Grey, 1827) (Gastéropodes, hétérobranches), espèces benthiques colonisant essentiellement l'étage médiolittoral, jouent un rôle primordial dans le fonctionnement des écosystèmes côtiers et elles sont par leur abondance un bon matériel biologique pour l'étude de la santé environnementale. Cependant, en Algérie, très peu d'études ont été consacrées à la famille des Siphonariidae. C'est pourquoi, la présente étude vise à statuer sur l'espèce *Siphonaria pectinata*.

Notre choix de matériel biologique est représenté par la fausse patelle *Siphonaria pectinata* qui est une espèce invasive d'origine indopacifique provenant de la mer rouge vers les côtes algériennes (kallouche, 2018), la fausse patelle est un mollusque gastéropode hétérobranche marin de la famille des Siphonariidae (Gofas ;S.2015) ; qui s'est propagée sur la quasi-totalité des côtes de la Méditerranée occidentale (Boukhicha *et al.* 2015 ; Crocetta 2016).

Ces dernières années, en Algérie il a été observé, la forte présence de *S.pectinata* dans de nombreux biotopes de la zone intertidale rocheuse, venant concurrencer les autres espèces de patelles, autochtones sur leur propre habitat (kallouche, 2018) .

A travers ces recherches, nous mettons en lumière l'action polluante de l'homme sur l'environnement marin, devenue un phénomène incontournable dont il faut parler. C'est la raison pour laquelle nous avons pris deux milieux différents lors de notre étude de *Siphonaria pectinata* (un milieu plus au moins référentielle et l'autre pollué) pour voir l'ampleur de l'effet de la pollution sur la croissance et le développement de la fausse patelle.

L'urbanisation croissante, le développement du tourisme et de la plaisance, la pêche intensive ainsi que l'introduction de nouvelles espèces ont un **impact non négligeable** sur l'environnement.

La majeure partie de **la pollution** que l'on retrouve en mer est d'origine terrestre. Elle provient des **zones urbaines**, des **activités industrielles et agricoles**. Les stations d'épuration n'éliminent pas tous les types de polluants et certains se retrouvent dans le milieu marin, ainsi les courants marins vont contribuer à la disséminer (parfois très loin de son lieu d'origine).

L'objectif de cette étude est d'évaluer la pression environnementale sur le développement de *Siphonaria pectinata* de la côte de Mostaganem. En étudiant la relation entre les six paramètres biométriques (L-La), (H-L), (H La), (Sa-Sp) et (Pt- L, La, H) de la coquille de l'espèce dans deux milieux différents, un milieu pur loin des installations de population et apport anthropique, représenté par la plage de stidia, et un milieu pollué représenté par le port de Salamandre pour évaluer la résistance et la tolérance de la fausse patelle et sa capacité à se développer dans deux environnements différents.

Le mémoire est structuré comme suit :

- **La première partie:** est une présentation du modèle biologique *Siphonaria pectinata* et son écologie rassemblant des données le concernant
- **La deuxième partie:** concerne la présentation du stress des xénobiotiques causés par l'homme dans le milieu marin.
- **La troisième partie :** la présentation du cadre géographique de site d'échantillonnage.
- **La quatrième partie :** « Matériels et Méthodes » expose la stratégie et le mode d'action ainsi que les méthodes de travail.
- **La cinquième partie :** comprend les résultats obtenus et leurs interprétations.

Nous concluons ce travail par une synthèse générale

PARTIE I:
PRÉSENTATION DU MODÈLE
BIOLOGIQUE ET ÉCOLOGIQUE

I. Biologie:

1. Généralités sur les Mollusques gastéropodes:

L'embranchement des Mollusques est le groupe d'animaux le plus importants en termes de nombre, après les Insectes, il comprend entre autre, les escargots, Patelles (Gastéropodes), les poulpes (Céphalopodes), les huîtres, les palourdes, les coquilles Saint Jacques (Bivalves), les chitons (Polyplacophores), les nudibranches (Brugneaux et Pérès, 2006). Le corps des Mollusques est mou, jamais segmenté (sauf chez les monoplacophores), la plupart d'entre eux ont une coquille univalve ou bivalve (Lemee, 2002).

Les Gastéropodes ayant une tête bien visible à l'avant de l'animal et porte deux paires de tentacules ainsi qu'une paire d'yeux. La bouche est pourvue de la langue râpeuse. Le pied est musculueux et aplati, en forme de sole, sert à la reptation et correspond à la partie que l'on voit le plus en dessous de la coquille. C'est ainsi que certains Mollusques que l'on retrouve sur les rochers du Médiolittoral, à marée basse, résistent à la dessiccation, en enfermant ainsi une petite quantité d'eau à l'intérieur de leur coquille (Brugneaux et Pérès, 2006).

La masse viscérale, enroulée en hélice, est généralement protégée par une coquille univalve, également hélicoïde. L'anatomie interne montre une dissymétrie qui résulte de modifications subies par la masse viscérale au cours du développement: flexion du tube digestif qui prend une forme de "U", puis torsion de la masse viscérale par rapport à la région céphalique. Ce phénomène de torsion, qui concerne aussi le système nerveux, se produit pendant le stade larvaire (Ait Mohamed Amer. L, 2019).

1.1. Les caractéristiques de la classe des Gastéropodes :

La classe des Gastéropodes a été établie par le biologiste paléontologue français. George Cuvier en 1797. Ils sont caractérisés par une coquille univalve, le plus souvent en spirale quelques exceptions : la patelle qui a une coquille en forme de chapeau chinois ou la limace de mer qui a une coquille interne.

Le corps des Gastéropodes est mou, non segmenté, la tête est bien distincte portant des tentacules sensoriels, le pied aplati sert à la reptation, le manteau entoure la masse viscérale et forme une cavité qui contient des branchies plumeuses parfois absentes et la paroi de la cavité du manteau sert alors de poumon (Morin, 2002)

Les gastéropodes sont subdivisés en prosobranches ou Streptoneures et Euthyneures (Lalli&Gimer, 1989). Le plus souvent en spirale à quelques exceptions près: la patelle qui a une coquille en forme de chapeau chinois ou la limace de mer qui a une coquille interne.

1.2. Les patelles:

La patelle est un mollusque que l'on trouve sur les rivages rocheux, on la voit accrochée aux roches à marée haute et basse. Si elle s'attache aussi solidement au roche, c'est grâce à son pied musclé. Elle s'alimente d'algues en broutant la roche avec leurs langues rugueuses. Quand elle est émergée, elles retournent à leur place où selon la dureté du substrat, leur coquille creuse peu à peu la roche ou s'use pour mieux en épouser la forme, c'est par des frottements réguliers et toujours au même emplacement que la patelle adapte la forme de sa coquille à celle du support adhérent avec une force incroyable (Knight *et al.*, 1998).

La patelle est une espèce hermaphrodite. La jeune patelle est en général de sexe mâle mais elle deviendra femelle dès sa deuxième année. Selon Beaufort, 1987; Laborel-Deguen et Laborel,1990, la période de reproduction s'étant de la fin de l'été au début de l'automne, soit environ deux mois ce qui est court pour la patelle. Dans ce cas, nous en apprendrons davantage sur le genre "*Siphonaria*" et connaissons certaines de ses espèces.

1.2.1. Le genre « *Siphonaria* »:

Siphonaria est un mollusque gastéropodes pulmoné appelé escargots de mer ou fausse patelles; fait partie de la famille des *Siphonaria*,(Rosenberg et Gofas ; 2012).

Les siphonariides sont des gastéropodes hétéro branches herbivores brouteurs qui se nourrissent d'algues macroscopiques et microscopiques comme les diatomées. La famille des Siphonaridae (Gray, 1827) est caractérisée par une coquille externe ovale en forme de chapeau chinois avec plusieurs bandes radiales brunes et une couleur crème-beige. Examiné d'en haut, le sommet de leurs coquilles est légèrement décentré, tandis que le dessous présente une cicatrice musculaire en forme de C (parfois indistincte) (White et Dayrat, 2012).

1.2.2. Quelques espèces du genre *Siphonaria*:

• *Siphonaria alba* (Hubendick ,1946):

Les côtes radiales sont nombreuses et relativement égales entre elles; Et à l'intérieur et à l'extérieur toute en blanc, sauf l'apex et l'emplacement du pied qui sont bruns. En effet on peut note également sa raréfaction sur les roches basaltiques, sa taille maximale est de 15x11mm.(Fig. 01)

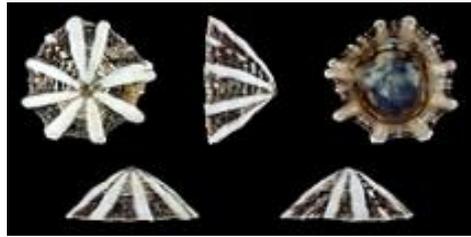


Figure 01: *Siphonaria alba* (Hubendick, 1946)

• *Siphonaria ferruginea* (Reeve, 1856) :

On retrouve 13 à 15 côtes primaires radiales et des côtes secondaires inégales et asymétrique très inégales. Chaque côté bordé de 2 lignes brun-rouge. Vivant sur les rochers basaltiques dans la zone des fluctuations des marées. La présence de cette espèce est signalée rare comparée aux autres du même genre. Sa taille maximale est de 24,5 x 21 mm (**Fig. 2**).

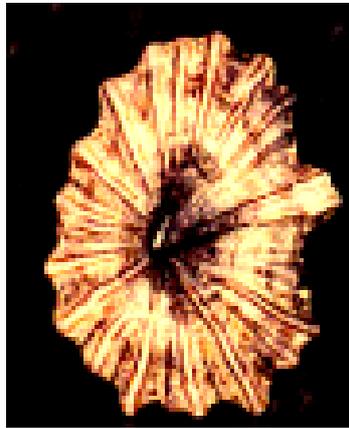


Figure 2: *Siphonaria ferruginea* (Reeve, 1856).

• *Siphonaria laciniosa* (Linné, 1758):

Le sommet de sa coquille est relativement élevé. Elle dispose de côtes radiales nombreuses (32 environ) et relativement égales entre elles. On la trouve sous les pierres et dans le lac. Pour ce qui est de sa taille maximale elle est de 25 x 19 mm (**Fig. 03**).

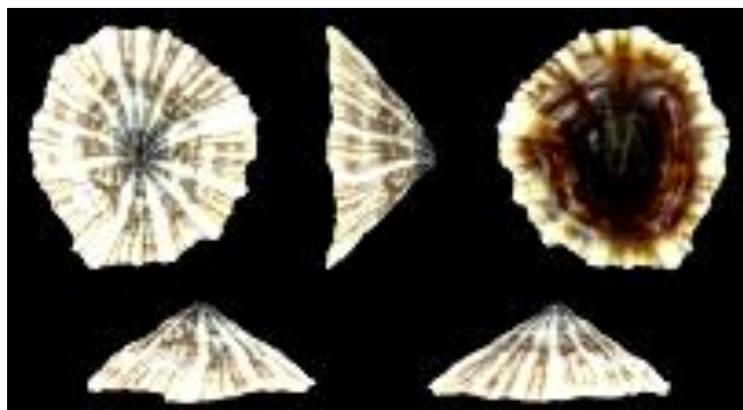


Figure 03: *Siphonaria laciniosa* (Linné, 1758)

•*Siphonariacrassicostata* (Deshayes, 1863):

Coquille relativement élevée et Côtes radiales au nombre de 20-25 elle représente la même forme que *laciniosa* (Coll. Drivas) à la seule exception, le nombre de côte réduit. Fréquentant les rochers (substrat dur) et sa taille maximale est de 16 x 14 mm(**Fig. 4**)

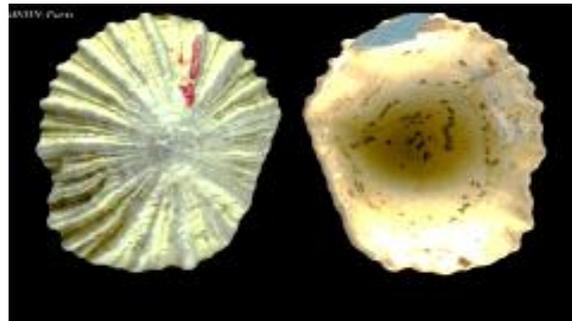


Figure 4: *Siphonariacrassicostata*(Deshayes, 1863)

• *Siphonarianormalis*(Gould ,1846):

Douze à quatorze cotes radiales principales, relativement égales, en plus de la cote siphonale double. Côtes secondaires variable, le plus souvent une par intervalle. Couleur noirâtre, les cotes blanchâtres. Intérieur brun-noir, vivant sur les rochers basaltiques. Sa taille est d'un maximum de 14 x 11 mm (**Fig.05**).



Figure 05: *Siphonarianormalis*(Gould ,1846)

2. Etude de l'espèce *Siphonaria pectinata*:

2.1. Présentation de l'espèce *Siphonaria pectinata* :

Les *Siphonaria pectinata* (Linnaeus, 1758) sont des gastéropodes marins de la famille des Siphonariidae (Gray, 1827).*S. pectinata* a souvent été considéré comme étant réparti le long de l'ouest et de l'est Rives de l'Atlantique, avec des signalements sporadiques de l'ouest Pacifique (par exemple Voss, 1959; Puizina et al, 2012 entre autres).Cependant, Giribet et Kawauchi (2016) ont récemment montré que l'ancien *S. Pectinata* était un complexe de trois

espèces différentes: *S. naufragum* (Stearns,1872), survenant en Floride et dans le golfe du Mexique, *S. placentula* (Menke, 1853), uniquement connu du Cap-Vert Archipel, et *S. pectinata*, restreint à l'est Atlantique jusqu'au Gabon et à la mer Méditerranée.

Siphonaria pectinata (Linnaeus, 1758)est donc un gastéropode pulmonaire à qui fréquente les substrats rocheux à la ligne de marée haute au littoral bas et moyen de l'océan Atlantique Nord et de la mer Méditerranée(Ocaña et Emson 1999; Antit et al. 2008; Boukhicha et al.2015) dont le Nom commun est la fausse patelle rayée.



Figure 6: observation du *Siphonaria pectinata* (Baalache.S, Ahmed Benklaouz .M, 2023).

Tableau 1 : Classification général de *Siphonaria pectinata*

| | |
|---------------------|-----------------------|
| <i>Règne</i> | <i>Animalia</i> |
| <i>Phylum</i> | <i>Les mollusques</i> |
| <i>Classe</i> | <i>Gastropoda</i> |
| <i>Sous-classe</i> | <i>Hétérobranches</i> |
| <i>Superfamille</i> | <i>Siphonarioidea</i> |
| <i>Famille</i> | <i>Siphonaridae</i> |
| <i>Genre</i> | <i>Siphonaria</i> |
| <i>Espèce</i> | <i>S.pectinata</i> |

2.2. Description de l'espèce *Siphonaria pectinata*:

Siphonaria pectinata (Linnaeus, 1758) se trouve en zones médiolittorales et en particulier à la partie supérieure des substrats durs (Ocaña & Fa, 2003). *S. pectinata* caractérisée par une coquille externe ovale en forme de patelle avec plusieurs bandes radiales brunes et une couleur crème-beige (Fig. 07). Examiné de dessus, l'apex est légèrement excentré par rapport aux axes médians de l'axe x et de l'axe y. Comme avec d'autres espèces de la même famille, le dessous de la coquille présente une cicatrice musculaire en forme de C (souvent indistincte) qui s'ouvre sur un côté. Le dessous présente également une rainure siphonale peu profonde qui passe à travers l'extrémité ouverte de la cicatrice musculaire.

Les espèces de la famille des Siphonariidae ne sont pas de vraies patelles. Il s'agit d'une famille distincte de gastéropodes présentant une morphologie de coquille convergente évolutive (les espèces non apparentées présentent une forme et une fonction similaires) bien adaptées à la vie sur des rivages rocheux intertidaux balayés par les vagues. (Ferhi Bouchra et Boukhorissa, 2021)

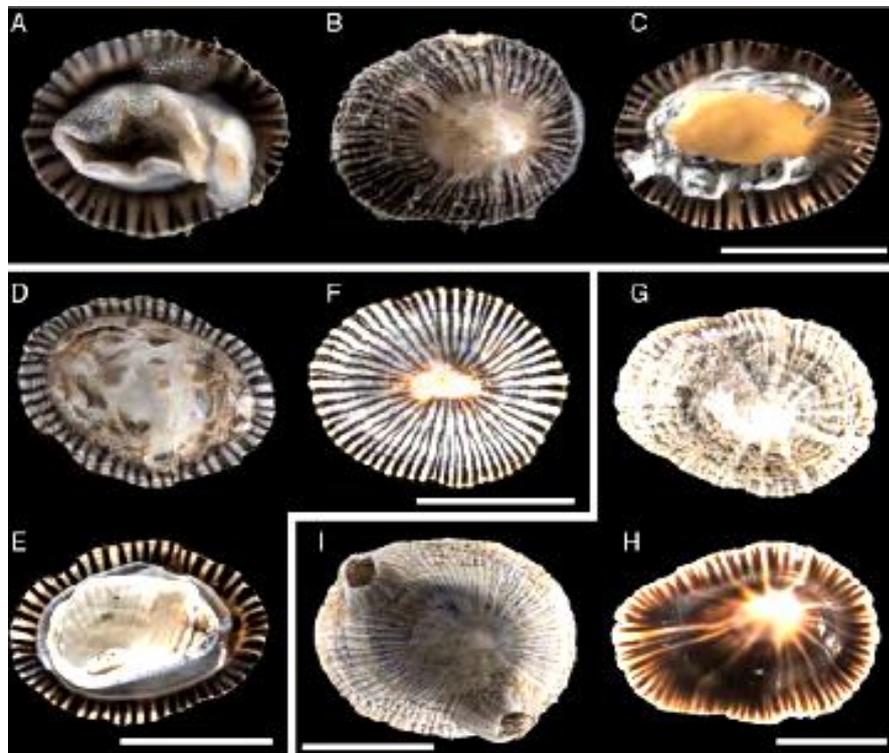


Figure 07: Spécimens représentatifs de *Siphonaria pectinata* des localités échantillonnées. **A**, **B**. Spécimen vivant de Fort Pierce, Floride (MCZ DNA104866). **C**. Vue ventrale de la coquille de Fort Pierce (MCZ DNA104866). **D**, **E**. Spécimen conservé de Kribi, Cameroun (MCZ DNA104633). **F**. Vue dorsale d'un spécimen conservé de Kribi (MCZ DNA104633). **G**, **H**. Coquille de spécimen

d'El Puerto de Santa Maria, Espagne (MCZ DNA100660). Vue dorsale d'un spécimen conservé d'El Puerto de Santa Maria (MCZ DNA100660). Barres d'échelle 1/4 10mm.

Différentes appellations de *S.pectinata* :

- *Mouret usadansonii* (Blainville, 1824)
- *Patella pectinata* (Linnaeus, 1758) (original combination)
- *Siphonaria adansonii* (Blainville, 1827)
- *Siphonaria algesirae* (Quoy & Gaimard, 1832)
- *Siphonaria algesirae* var. (*Depressa*) Locard, 1898
- *Siphonaria grisea* (Gmelin, 1791)
- *Siphonaria jonasi* (Dunker, 1853)
- *Siphonaria mouret* (Sowerby G.B. I, 1825)
- *Siphonaria mouret* var. *Conica* (Pallary, 1900)
- *Siphonaria mouret* var. *Minor* (Pallary, 1900)
- *Siphonaria mouret* var. *Nigra* (Pallary, 1900)
- *Siphonaria mouretus* (Blainville, 1824)
- *Siphonaria striatocostata* (Dunker, 1846)

2.3. La morphologie externe et interne de l'espèce :

▪ **Morphologie externe de l'espèce :**

La longueur peut atteindre jusqu'à 40 mm. Contour assez foncé, largeur 70% de la longueur; hauteur 40% de la longueur. Couleur gris brunâtre à beige, Mosaique sculptée de 100 nervures radiales étroites, à profil arrondi, augmentant progressivement et uniformément vers le bord, Apex sous-central, légèrement décalé à gauche et postérieur (**Fig.07**).

La surface intérieure est d'un brun foncé, brillante, avec des bandes radiales beiges étroites correspondant aux fils externes ; tache beige brunâtre dans la région apicale occupant environ 15% de la surface. Bords légèrement irréguliers ; large rainure radiale au milieu du quadrant antérieur droit; cette rainure marque une faille dans les cicatrices musculaires en forme

de fer à cheval, située à mi-chemin entre l'apex et le bord (Fig. 8). Sous l'influence de l'environnement l'apex s'érode à divers degrés à la surface dorsale (Luiz et al, 2017).

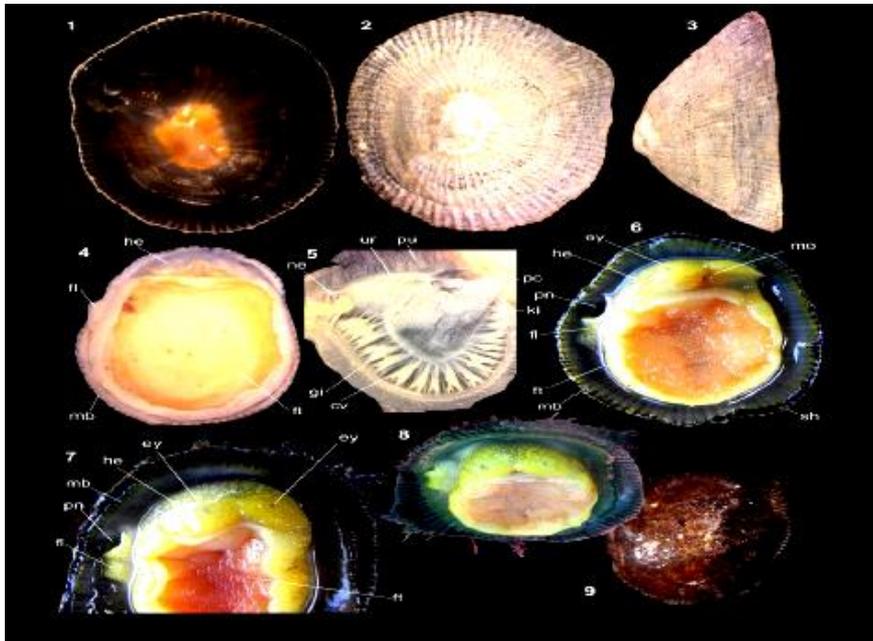


Figure 08: *Siphonaria pectinata*. Morphologie de la coquille et anatomie générale: e1- coquille du spécimen, vue ventrale (L 36,3 mm); 2- coquille du spécimen vue dorsale; 3- coquille du spécimen vue latérale droite; 4- vue entièrement ventrale du spécimen extrait de la coquille (L 21,6 mm); 5- détail de la cavité palléale, vue ventrale-intérieure, spécimen (L: 12,5 mm); 6- spécimen vivant, vue ventrale (L: 35,0 mm); 7- un autre spécimen vivant, vue ventrale; 8 - même échantillon, vue antéro-ventrale; 9 - coquille, vue dorsale (L 32,3 mm). Br- Branchies, Pi – pied, Ma: Manteau, Te –tête, Bo- la bouche, Co-coquille, Ye-yeux, Pc - péricarde (Luiz et al ,2017).

• **La Tête (Te) :**

La tête est uniformément jaune à crème avec une mosaïque de taches verdâtres / brunes et crémeuses sur sa surface dorsale (Fig.08). Tête en forme de lambeau antérieur épais, bord antérieur largement bilobé, à rainure médiane, chaque lobe se déplaçant relativement indépendamment l'un de l'autre ; paire de minuscules yeux (Fig.08) immergés dans le tégument, chacun situé à mi-chemin entre la ligne médiane et le bord latéral de la tête. Pas de tentacules avec la bouche au milieu (Luiz et al ,2017).

• **Le Pied (Pi) :**

Large et ample, aplati, occupant la majeure partie de la surface ventrale de la coquille couleur orange pâle à gris. Coquille épaisse, en forme de fer à cheval, entourant presque tout le bord de la coquille, près du bord du manteau, sauf la région antérieure (Luiz et al ,2017).

• **Le manteau:**

Bord du manteau relativement mince, pigmenté avec une rangée de taches brun foncé parallèle au bord. L'anus se trouve dans la région médiane. « Poumon » occupant environ 80% de la surface de la coquille. Vaisseaux pulmonaires discrets, branchies secondaires bien développées occupant environ le 1/3 du toit palléal; filaments branchiaux quelque peu irréguliers, hauts filaments alternant avec des plus courts. Rein crème pâle, légèrement centré à gauche, occupant environ 25% de la cavité (Luiz et al ,2017), masse viscérale pratiquement entièrement décalée vers la partie antérieure (tête-pied). Intestin moyen et intestin postérieur occupant les zones centrales, Glande digestive (dg) entourant extérieurement la plupart des structures moyenne set postérieures. Système génital adjacent aux structures digestives. Gonade (go) de couleur crème, immergée dans le côté droit de la glande digestive (Luiz et al ,2017).

▪ **Morphologie interne de l'espèce :**

• **Systèmes circulatoire et excréteur:**

Péricarde à peu près aussi long que large, situé entre les tiers antérieur et moyen du côté gauche; occupant environ 5% de la surface dorsale totale. Auricule situé en avant et à droite de la région péricardique. Ventricule à paroi épaisse, relié à l'auricule du côté droit, relié au tronc de l'aorte postérieure. Aorte antérieure environ 4 fois plus large que l'aorte postérieure, dirigée initialement vers la gauche, à courte distance pliée en arrière. Rein simplea deux lobes séparés par une cavité pulmonaire; les deux lobes sont solides et aplatis; lobe dorsal situé dans le toit palléal à droite du péricarde, aussi grand que le péricarde, lobe ventral situé juste entre le lobe dorsal et ventral, elliptique (axe antéro-postérieur plus long) dans le plancher palléal. Néphropore (ou néphrostome) petit, précédé d'une papille élevée, avec des parois épaisses et quelque peu creuses comme réservoir urinaire (Luiz et al ,2017).

• **Système digestif :**

Tube buccal court et musclé, développé comme sphincter, Mâchoires simples, pliées transversalement ; ~5 fois plus large que long, situé dans la région dorsale de la cavité buccale, juste en arrière du sphincter. Paire de plis dorsaux bien développés de la masse buccale (Luiz et al ,2017).

• **Système génital :**

Système génital situé principalement à droite de l'hémocèle, comprimé par les tubes digestifs et la glande; occupant ~ 1/4 du volume de l'hémocèle. Située dans la région postéro-droite de l'hémocèle, bombée dans la glande digestive; forme générale sphérique-ovale, avec 4–5 branches de canal hermaphrodite, épais et faiblement enroulé, parois épaisses glandulaires; Réceptacle séminal allongé, en forme de sac, deux fois plus large que le canal hermaphrodite;

parfois très long et enroulé et parfois plus court et courbé; surface interne généralement lisse, à l'exception dutiers antérieur, avec 5–8 plis longitudinaux. Glande albumine généralement légèrement plus petite que la gonade. Organe copulatoire semblable au pénis situé juste en avant de la partie isolée du muscle de la coquille, avec la partie externe composée de parois musculaires épaisses, (Köhler, 1894), (Saleuddin et *al.* 1997).

• **Radula :**

Légèrement plus longue que l'odontophore, avec dents rachidiennes; pas de limite claire avec des dents marginales. Chaque rangée radulaire est relativement droite au milieu aux 2/3 et la région marginale est légèrement incurvée vers l'arrière. Dent rachidienne petite, ~ 3 fois plus longue que large; base longue et rectangulaire, en forme de crochet, s'élevant à partir de l'extrémité postérieure, dirigée vers l'avant; Cuspide terminale pointue. Dents latérales semblables à la dent rachidienne, mais deux fois plus larges et dont le tranchant est deux fois plus long; forme légèrement asymétrique, faiblement courbée intérieurement. Pointe de la lame latérale des dents latérales variant. Les deux cuspides terminales sont semblables, petites, équidistantes, tournées vers l'avant. Tranchant des dents latérales triangulaires, environ deux fois plus long que large; pas de cuspide basale, mais avec un renforcement longitudinal en tant que pli central; 26-27 paires de dents centrales de plus, de forme relativement uniforme restantes, ~ 23 paires de dents deviennent progressivement plus étroites, avec un tranchant légèrement plus court, constituant des dents marginales (Luiz et *al.*,2017) (**Fig.09**).

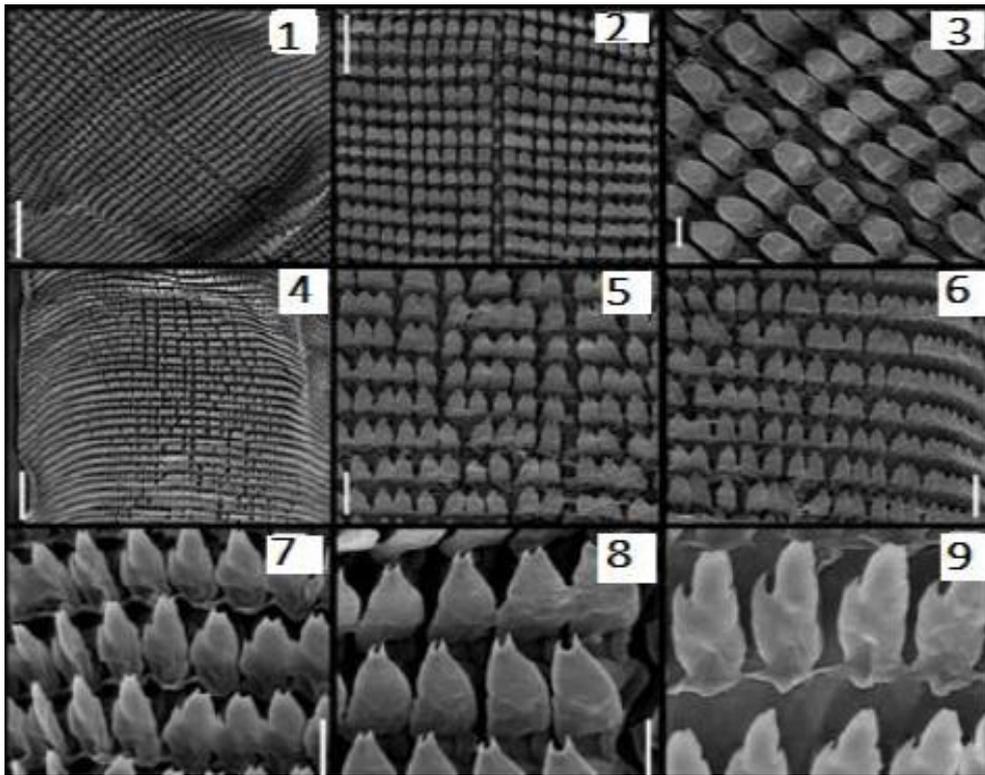


Figure09 : *Siphonaria pectinata*. Radules au microscope électronique à balayage (5 échantillons): 1- longueur moyenne, barre d'échelle 200 µm; 2 - détail de la région centrale, barre 100 µm; 3 - idem, fort grossissement, barre 20 µm; 4 - vue complète, longueur moyenne, barre 200 µm; 5-détail de la région centrale (rachidien légèrement à droite), barre 50 µm; 6 - détail de la région latérale, barre 50 µm; 7 -détail du milieu de la région latérale, barre 20 µm; 8 - détail du bord central des dents latérales (rachidien sur le bord droit), barrette 20 µm; 9 - grossissement supérieur, barre 10 µm (Luiz *et al.*, 2017).

▪ **Reproduction de l'espèce :**

Les *siphonariides* (Pulmonata: Basommatophora) sont abondantes sur les côtes rocheuses intertidales tempérées à tropicales (Hodgson, 1999). Ils sont hermaphrodites et la plupart des espèces pondent des masses d'œufs benthiques gélatineuses sur des rochers. Deux types de développement ont été décrits pour les *siphonariides*: planctonique, dans lequel les larves éclosent après environ 1 semaine de capsules d'œufs intégré dans la masse d'œufs ; et intracapsulaire, où rampent les juvéniles émergeant après 3 à 4 semaines (Chambers McQuaid, 1994), (Hodgson, 1999). Bien qu'un certain nombre d'aspects de la biologie des siphonariidés ont été étudiés (Hodgson, 1999), les informations sur les cycles de reproduction, y compris la gamétogenèse et le caractère saisonnier du frai, font généralement défaut (Hodgson, 1999) ont suggéré que les *siphonariidés avec* reproduction saisonnière produirait des gamètes de façon saisonnière, bien que certains auteurs (Marcus & Marcus, 1960; Berry, 1977; Hodgson, Bernard et Lindley, 1991) ont noté que les œufs et le sperme étaient toujours présents dans la gonade. Basé sur des informations provenant de deux espèces seulement, Hubendick (1978) a déclaré

que les *siphonariidés* étaient protandriques hermaphrodites. Il reste donc à déterminer si les espèces de *Siphonaria* ont un cycle gamétogène distinct impliquant hermaphroditisme simultané ou séquentiel.

La biologie de la reproduction de certaines espèces de la famille *Siphonariidae* a été étudiée dans l'ensemble de leurs aires de répartition. Cela concerne principalement le développement de la ponte et du développement embryonnaire chez *S. alternata*, *S. baconia*, *S. denticulata*, *S. diemenensis*, *S. japonica*, *S. lessonii*, *S. pectinata*, *S. serrata* et *S. virgulata* de Gibraltar, d'Algérie et de Floride, Argentine, Japon et Australie (Dieuzeide 1935; Vos 1959; Zischke 1974; Mapstone 1978; Creese 1980; Ocaña et Emson 1999; Huang et Chan 2000; Zabala et al. 2018). D'autres études ont rapporté le cycle de reproduction de *S. capensis* et de *S. serrata* en Afrique du Sud sur la base d'analyses histologiques et d'ultra structure de la gamétogénèse (Hodgson et al. 1991 ; Pal et Hodgson 2002, 2005). Dans le cas de *S. pectinata*, ces informations sont pour la plupart datées et dispersées et manquent d'informations détaillées sur divers aspects de la période de frai et de comportement, la fécondité potentielle, le développement embryonnaire et larvaire, la croissance et le peuplement. Récemment introduite en Algérie, *S. pectinata* a fait l'objet que de deux études antérieures traitant de sa répartition géographique locale (Antit et al. 2008 ; Boukhicha et al. 2015). L'information sur sa biologie générale et l'écologie dans les eaux algériennes est assez rare, sans étude de la dynamique de la reproduction.

▪ **Comportement de frai :**

Siphonaria pectinata s'éloigne de la cicatrice d'origine pour s'accoupler et il se reproduit et est donc sensible à la dessiccation et au déplacement des ondes de prédation. La copulation observée était limitée aux marées du matin. Malgré un examen attentif de nombreux animaux à marée basse à d'autres moments de la journée, impossible d'observer un accouplement. Il a été observé que les individus en accouplement étaient alignés dans des directions opposées et se touchaient c'est par le trou de respiration que le sperme a été échangé.

Les masses d'œufs de *S. Pectinata* étaient constituées de petits rubans gélatineux ovales d'une longueur de 20 à 50 mm, mais d'une largeur et d'une hauteur de 3 mm. Entre 150 et 200 œufs étaient présents par mm. Les capsules d'œufs ovales étaient irrégulièrement espacées dans la matrice gélatineuse et chacune était limitée par deux membranes.

▪ **Développement larvaire :**

Tout le processus de développement de la fertilisation à l'éclosion a pris de 14 à 21 jours à la température ambiante. Le moment exact du développement était très difficile à déterminer car la même section de ruban d'œufs contenait des embryons à différents stades de développement. Comme ils ont probablement tous été fécondés simultanément, cela indique que les embryons se développent à des vitesses légèrement différentes. Le timing des différentes étapes est donc approximatif. La figure 10 montre les stades de développement. L'œuf fécondé mesurant 200-150 µm (**Fig. 10 A**) a subi les premiers stades de clivage pour atteindre la phase de blastula en 36 à 48 heures (**Fig. 10 B.D**). Au cours des 48 heures suivantes, ces cellules se sont subdivisées et une invagination a eu lieu. La gastrulation était complète 6 jours après le dépôt du ruban d'œufs. Les embryons ont rapidement commencé à tourner dans la capsule, en raison du développement de cils à la surface. Après huit jours, cette trochophore développa une coquille rudimentaire contenant des tissus indifférenciés et du jaune. Ceci a formé la bosse viscérale (Terence M. J. Ocaña and Roland H. Emson **1999**).

Au cours des jours suivants, les lobes vélaires ciliés se sont développés et le pied est devenu évident sous la forme d'une petite excroissance carrée sous le vélum. L'opercule rudimentaire est devenu visible et après douze jours, l'embryon avait atteint le stade précoce des œufs (**Fig. 10 E**). Une croissance de la coquille, du vélum et du pied a ensuite eu lieu, ainsi que la différenciation des organes internes et la torsion. Après la torsion, la croissance s'est poursuivie pendant deux jours supplémentaires et le stade avancé des œufs a été atteint en un minimum de 14 jours (**Fig. 10 F**). Celle-ci était prête à éclore en une larve en nage libre dix-huit jours après le dépôt d'une masse d'œufs. (Terence M. J. Ocaña and Roland H. Emson **1999**). Quand les œufs étaient prêts à éclore, ils ont commencé à tourner vigoureusement dans leurs capsules.

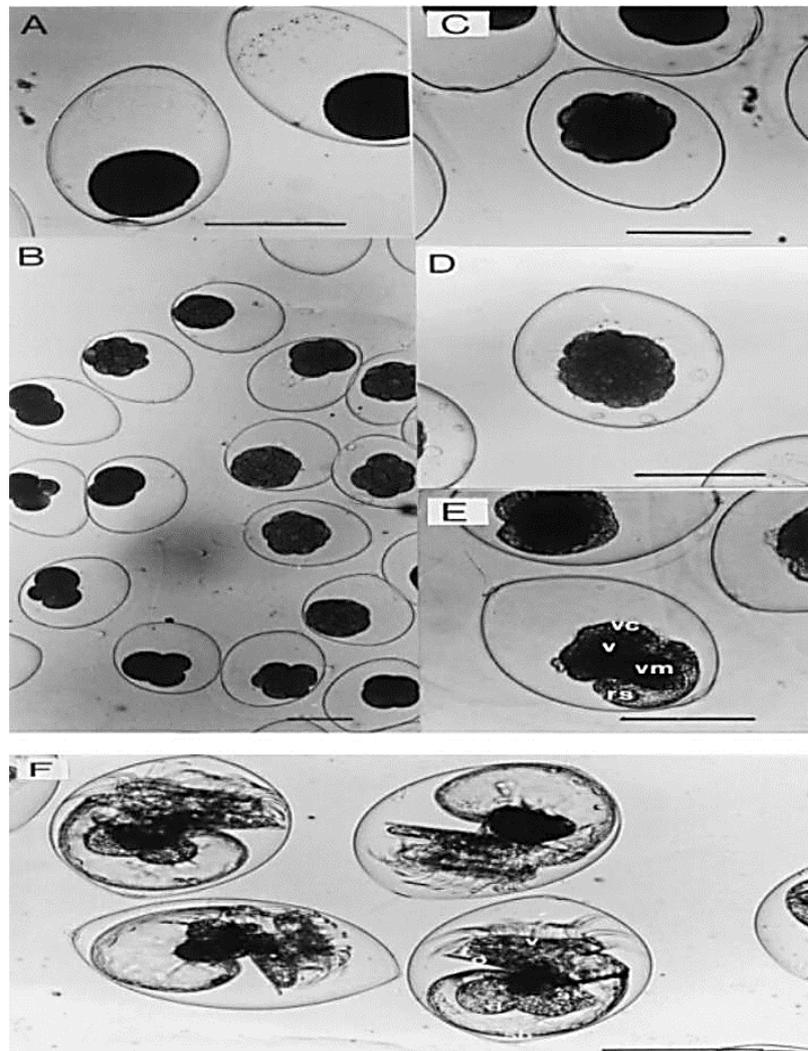


Figure 10 : Série de stades de développement chez *S. pectinata*. A. Capsules d'œufs ellipsoïdales de pontes fraîchement pondues avant le début du clivage. B. Premiers stades de la division cellulaire. C. Blastula précoce, 4 jours après le dépôt. D. Blastula tardive, 6 jours après le dépôt. E. œuf fécondé précoce, 12 jours après le dépôt. F : Veligers avancés prêts à éclore, 18 jours après le dépôt. (Terencem. J. Ocaña and rolandh. Emson1999).

II - Ecologie:

Il n'existe actuellement aucune étude écologique sur *Siphonaria pectinata* (Linnaeus, 1758) sur le long des rives nord de la mer Méditerranée, bien que Despalatovi *et al.* (2008) ont rapporté par une abondance de cette espèce qui a augmenté dans la région de Split entre 2003 et 2008.

1. Habitat :

Siphonaria pectinata vit sur la zone intertidale supérieure sur les côtes rocheuses de l'océan Atlantique Nord et de la mer Méditerranée.

Cette espèce petite gastéropode est un animal benthique sédentaire qui vit fixé sur les rochers battus et éclairés de l'étage médiolittoral. Elle s'y fixe très solidement à la manière d'une ventouse très puissante pour résister à la fois à la dessiccation et aux chocs des vagues. Espèce qui favorise la vie en colonie et donc on ne la retrouve jamais isolée mais plutôt en groupe. Dans les substrats tendres comme la roche calcaire, elle creuse grâce à une sécrétion acide des cavités appelées cupules dans lesquelles elles s'encastrent pour mieux résister à l'assaut des vagues (MokertarImene, 2019)

1.1. Abondance:

Siphonaria pectinata est l'un des gastéropodes les plus abondants dans la zone de marée haute. Le laboratoire de Whitney à St. Augustine énumère les espèces comme communes, notant que de 10 à 50 individus peuvent facilement être collectés sur le terrain au cours d'une journée.

1.2. Tolérances physiques:

1.2.1. Température:

Le stress à haute température est une possibilité distincte dans la zone intertidale supérieure pendant les périodes d'exposition et les animaux ont évolué de plusieurs façons pour réduire le stress thermique. *Siphonaria pectinata* retourne dans sa place d'origine pour attendre les périodes d'exposition à l'air et (Williams et Morrill 1995). Lorsque les températures de l'air ne sont pas extrêmes, *S. pectinata* peut également présenter un comportement qui est de soulever la coquille pour exposer le pied et d'autres tissus, peut-être comme un moyen d'améliorer le refroidissement par évaporation (Lowell 1984). Il existe un conflit potentiel dans les organismes intertidaux entre la nécessité de lutter contre la dessiccation et la nécessité de réguler la température, et suggère que la conservation de l'eau est souvent la principale préoccupation (Baker et al. 2004).

1.2.2. Salinité:

Les travaux expérimentaux de McAlister et Fisher (1968) suggèrent que *Siphonaria pectinata* est capable de tolérer des salinités entre 20 et 40 ppt. Les animaux exposés à des salinités au-dessus et en dessous de cet intervalle n'ont pas pu se fixer sur des surfaces dures. De plus, aucun animal n'a survécu plus de 24 heures après l'exposition à ces extrêmes concentrations. Les auteurs suggèrent que *S. pectinata* s'attaque au substrat en réponse à une exposition à des valeurs extrêmes de salinité et maintient le tonus musculaire pendant de

longues périodes pour éviter d'entrer en contact avec l'environnement extrême (Baker et al. 2004) .

2. Alimentation:

Siphonaria pectinata se nourrit de l'algue *Hildenbrandia prototypus* existante sur les rochers en raclant et râpant le matériel épiphyte (plante) à la surface suite à l'action de la radula c'est un brouteur qui se nourrit sur de courtes distances. Les fausses patelles font leurs excursions alimentaires quand la marée sont basses et toujours à roche humide et aussi lorsque la marée est sur le point de l'immerger.

Voss (1959) a suggéré que l'organisme se nourrissait de matériel encroûtant, mais des études plus récentes indiquent que *S. pectinata* broute plutôt des algues superficielles douces (y compris des spores et des germes émergents) avec sa radula à dents fines (Ocana et Fa 2003).

3. Air de répartition :

La répartition historique de cette fausse patelle comprend l'Atlantique Ouest de la Floride à la frontière mexico-mexicaine, à l'est de l'océan Atlantique du Portugal au Cameroun (Voss, 1959) et occidental la mer Méditerranée est limitée au Sud Péninsule ibérique (Hidalgo, 1917) et Algérie (Pallary, 1900). Depuis les années 1980, les espèces ont élargi leur aire de répartition en Méditerranée et immatriculé en Grèce (Nikolai, 1980), la Croatie (Despalatović et al., 2009) et la Tunisie (Enzenro & Enzenro, 2001, Despalatović et al. 2008) confirment la présence de *S. pectinata* en Croatie, et dans l'ensemble des rives nord de la Méditerranée. En enregistrant cette espèce depuis 2003, les auteurs ont émis l'hypothèse qu'elle a probablement fréquenté les zones depuis plusieurs années précédentes, Les observations rapportées confirment également que les spécimens de *S. Pectinata* peuvent facilement être confondus en raison des similitudes avec d'autres spécimens dont l'exemple des patelles. Cela a déjà été démontré par Boukhicha et al, (2015).

Aux côtes tunisiennes (Nicolay, 1980; Enzerob et Enzerob, 2001) sa distribution a été aussi observée, sur la côte ouest algérienne (Mekertar, 2019 ainsi que le présent travail), et dans l'île de Rehgone. McAlister et Fiasher (1968) ont démontré que lorsque *Siphonaria pectinata* est fixé sur un substrat dur, elle peut résister à la déshydratation jusqu'à 72 heures.

Siphonaria pectinata est répandu dans tout le bassin méditerranéen et atlantique au nord de l'équateur. Il s'agit d'un habitant des hautes roches intertidales (Voss 1959, Baker et al. 2004).

III. Genre similaire «Patella»:

Patelle, petit gastéropodes en forme de chapeau chinois, est un animal benthique sédentaire qui vit fixé sur les rochers battus et éclairés de l'étage médiolittoral (Neal&Skewes,2004). Elle s'y fixe très solidement à la manière d'une ventouse très puissante pour résister à la fois à la dessiccation et aux chocs des vagues (Boudouresques ,2005). Dans les substrats tendres comme la roche calcaire, elle creuse grâce à une sécrétion acide des cavités appelées cupules dans lesquelles elles s'encastrent pour mieux se protéger. (George &George ,1980). Bien qu'elle soit sédentaire, la patelle se déplace à marée haute pour se nourrir, et regagne son gîte à marée basse tout en épousant parfaitement la forme du rocher afin de réduire les pertes d'eau par évaporation (Nakhlé ,2003)

Les patelles appartiennent à l'embranchement des *Mollusque*, classe des *Gastéropodes*, sous-classe des *Prosobranches*, famille des *Patellidés*, genre *Patella*. Elles affectent profondément la structure des communautés en contrôlant la croissance des algues (Branch, 1981). Toutes les espèces existantes du genre *Patella* sont limités à l'Atlantique Nord Est et la mer Méditerranée (Ridgway et al., 1998).

1. Quelques différentes espèces du genre « Patella » :

Mollusques très abondants sur les côtes méditerranéennes, présentent au sein d'une même espèce des variations morphologiques qui sont, dans le domaine de la systématique, à l'origine de controverses dont témoignent de nombreux essais de classification qui a été élaborée en plusieurs étapes. Les premiers auteurs, tel Dautzenberg (1887, 1900).

La taxonomie des espèces du genre *Patella* est très complexe et fait l'objet d'une abondante littérature. Les caractères de la coquille sont très variables et seule l'étude des parties molles (principalement la radula) permet une identification sure. Ce qui rend assez difficile l'identification des patelles sur le terrain car les caractères de la coquille ainsi que les préférences écologiques ne fournissent qu'une indication et doivent être utilisé avec beaucoup de prudence (Boudouresque, 2005). D'après la littérature, il y a environ six espèces de patelle au niveau méditerranéen.

1.1. *Patella caerulea* (Linnaeus ,1758) :

L'espèce *Patella caerulea* (Linnaeus, 1758) appartient à l'ordre des Patellogastropoda et à la famille des Patellidae. Cette famille, bien représentée au niveau des côtes rocheuses des

zones tempérées, possède en général une influence marquée sur la structure des communautés benthiques. Elle présente une grande importance écologique et comportementale complexes vue sa grande diversité spécifique (Belkhodja et Romdhane; 2012).

Cette espèce présente une coquille mince et aplatie, avec un contour ovale à fortement irrégulier (Bourdouesque, 2005) et est caractérisée par la présence de 6 à 8 rayons colorés et /ou reliefs rayonnant. Sa face interne est bleu grisâtre, et sa face externe présente une alternance entre rayons claire et rayons brunâtre coïncidant avec l'alternance des reliefs (Hakabe, 2010) (**Fig. 11 .)**



Figure 11: *Patella caerulea* (Natural History Museum, Rotterdam, 2019)

1.2. *Patella Vulgata* (Linnaeus ,1758) :

Patella vulgata est un mollusque gastéropode elle est appelée patelle grise, est plutôt petite, fréquentant l'étagement intertidal à côtes plates et régulières. Elle a une coquille conique qui est de l'extérieur de couleur grisâtre ou brunâtres avec des stries radiaires plus ou moins marquées, et de l'intérieur de couleur nacré, blanche ou jaune, elle est mesure entre 30 et 50 mm, la plupart de ces gastéropodes ont une couleur gris-vert (vert terne), à cause du milieu environnant. Elle peut atteindre 6 à 7cm de diamètre, et se reproduit toute l'année avec un pic au cour de la période automne /hiver (George& George, 1980; Nakhlé, 2003) (**Fig 12.**).



Figure12:*Patella vulgata*(George& George ,1980)

1.3. *Patella rustica* *Patella lusitanica* (Linnaeus ,1758):

Les *P.rustica* appelées aussi en français Patelle pointue, patelle ponctuée de Méditerranée, patelle du Portugal, chapeau chinois, lapas, écaille de rocher, bouclier, arapède (uniquement en Méditerranée). Sont l'un des mollusques les plus abondants sur les côtes rocheuses.

Cette espèce possède une coquille épaisse, en forme de cône haut et pointu. La Coquille est striée, la surface externe grise est garnie de stries d'accroissement concentriques et de nombreux cordons rayonnants granuleux assez réguliers et ornés de ponctuations noirâtres. L'intérieur foncé dans l'ensemble, a des bandes rayonnantes alternativement sombres (brun ferrugineux) et claires (grisâtres); groupées par deux (Rampal, 1965); et ne dépasse pas 4 cm de longueur. Son sommet est un peu antérieur (**Fig.13**). Cette espèce est répartie en Méditerranée et au Nord-Est de l'Atlantique (Harmelin et Bassemayousse, 2008) .



Figure 13: *Patella rustica* (Le Neuthiec&Delemarre ,2003).

1.4. *Patella ferruginea* (Gmelin, 1791) :

L'espèce *Patella ferruginea* (Gmelin, 1791) est une espèce menacée en Méditerranée elle était initialement décrite comme un hermaphrodite protandre en se basant sur les résultats des méthodes indirectes (Frenkiel 1975; Laborel-Deguen et Laborel 1991; Espinosa et al. 2006).Actuellement, elle n'est présente que dans certains secteurs de la Méditerranée occidentale, notamment en Corse, en Sardaigne, dans le sud de l'Espagne et en Afrique du Nord (Laborel-Deguen&Laborel ,1991;Porechedu&Millela ,1991;Guerra-Garcia et al, 2004 ; Casu et al.,2005). Récemment (Larbi Doukara, 2007)note sa présence au niveau de la cote accidentelle algérienne (Ils Habibas et Cap Falcon) (**Fig.14**).

Cette espèce vit sur les roches du médiolittoral moyen, dans un milieu non pollué, bien oxygéné et avec un fort hydrodynamisme (Vela &Leoni, 2007)



Figure 14: Vues externe et interne de la coquille de *Patella ferruginea*
(In Benguedda-Rahal ; 2012)

1.5. *Patella ulyssiponensis* (Gmelin ,1791):

La patelle moussue ou patelle rude appelée autrefois *Patella aspera*, elle peuple les zones médio et infralittoral, la taille varie entre 20 et 50 mm, exceptionnellement jusqu'à 74 mm (Poppe et Goto, 1991).

Elle a une coquille conique mince, à base ovale denticulée et faiblement rétrécie antérieurement. La surface externe, gris jaunâtre, ornée de rayons peu apparent, a de nombreuses cotes rayonnantes inégales, rugueuses, coupées par des stries d'accroissement concentrique, qui déterminent des aspérités épineuses. L'intérieur de l'ouverture est blanc jaunâtre luisant, rayonné de brun, et a quelquefois des reflets bleuâtres (Rampal, 1965) (Fig.15).



Figure 15 : *Patella ulyssiponensis* (poppe&poppe, 2003)

PARTIE 2:
STRESS DES XÉNOBIOTIQUE
CAUSÉ PAR L'HOMME DANS LE
MILIEU MARIN

Introduction:

Toutes les activités humaines entraînent des effets physiques, chimiques ou biologiques sur son environnement. Dans le milieu marin côtier, la présence de polluants chimiques s'explique par la diversité des polluants associés aux activités humaines et par la multiplicité des voies d'exposition dans cet écosystème. En effet, premièrement, les activités humaines dans les zones côtières peuvent, épisodiquement ou chroniquement, perturber le fonctionnement de ces écosystèmes. Deuxièmement, la cascade eau douce-eau de mer transporte des effluents chargés de polluants issus des activités humaines. Ces activités, situées en amont dans ces régions, génèrent des effets chimiques à cette interface que sont les estuaires. Troisièmement, les particules, ou aérosols, libérés dans l'atmosphère par les activités humaines peuvent parcourir de longues distances et se dissoudre dans la colonne d'eau à l'interface atmosphère-mer. Les voies de migration, ou la dispersion des populations polluées, agissent également sur les flux de polluants et donc sur le niveau de vulnérabilité d'un écosystème donné (OSPAR, 2000 ; AEE, 2005, 2006). Ainsi, le milieu marin côtier est le point de rencontre de ces voies d'exposition, qui sont sous l'influence chimique de nombreuses substances chimiques d'origine exogène, **les xénobiotiques**.

Une fois que le polluant est dispersé dans l'environnement, le polluant, ou sa forme convertie dans la colonne d'eau, devient bio disponible. Il peut y rester initialement sous forme dissoute. Il peut également être séquestré dans les sédiments, un compartiment qui est un véritable réservoir de polluants. Enfin, il peut se propager à travers les membranes biologiques de tous les organismes unicellulaires et multicellulaires présents dans la colonne d'eau. Le xénobiotique est alors distribué dans tout l'organisme où il est métabolisé par des organes spécialisés, comme le foie, puis, ou sous sa forme métabolisée, atteint ses différents compartiments cibles (Narbonne et Michel, 1997). Selon l'intensité de dose et la durée d'exposition, les perturbations chimiques se produisent à différents niveaux d'organisation: moléculaire, cellulaire, histologique et fonctionnel (Boudou et Ribeyre, 1997). Ainsi, en altérant la fonction de reproduction ou la fonction de défense immunitaire d'un noyau de population dans un écosystème, les polluants chimiques peuvent affecter ses performances à long terme. La molécule exogène peut également être stockée, et donc bioconcentrée, dans l'organisme. L'animal devient alors vecteur de ce polluant qui expose à son tour son

consommateur. Ce consommateur concentre également ces organismes étrangers en fonction de son alimentation et de son exposition directe aux polluants. C'est la bioamplification dans tout le réseau trophique. Ainsi les prédateurs en bout de chaîne alimentaire, sont les premiers prédateurs.

Il est exposé à des concentrations très supérieures aux doses initialement présentes dans la colonne d'eau. L'ensemble de l'écosystème subit les conséquences toxiques de ces multiples polluants chimiques, tout comme l'homme exploitant cette ressource (Gonzalez *et al.*, 2002 ; Campbell *et al.*, 2005 ; Lockhart *et al.*, 2005).

Les stress environnementaux comme les contaminants peuvent causer une variété de réponses (parfois complexes) des poissons depuis le niveau moléculaire à la population/communauté (fig 16).

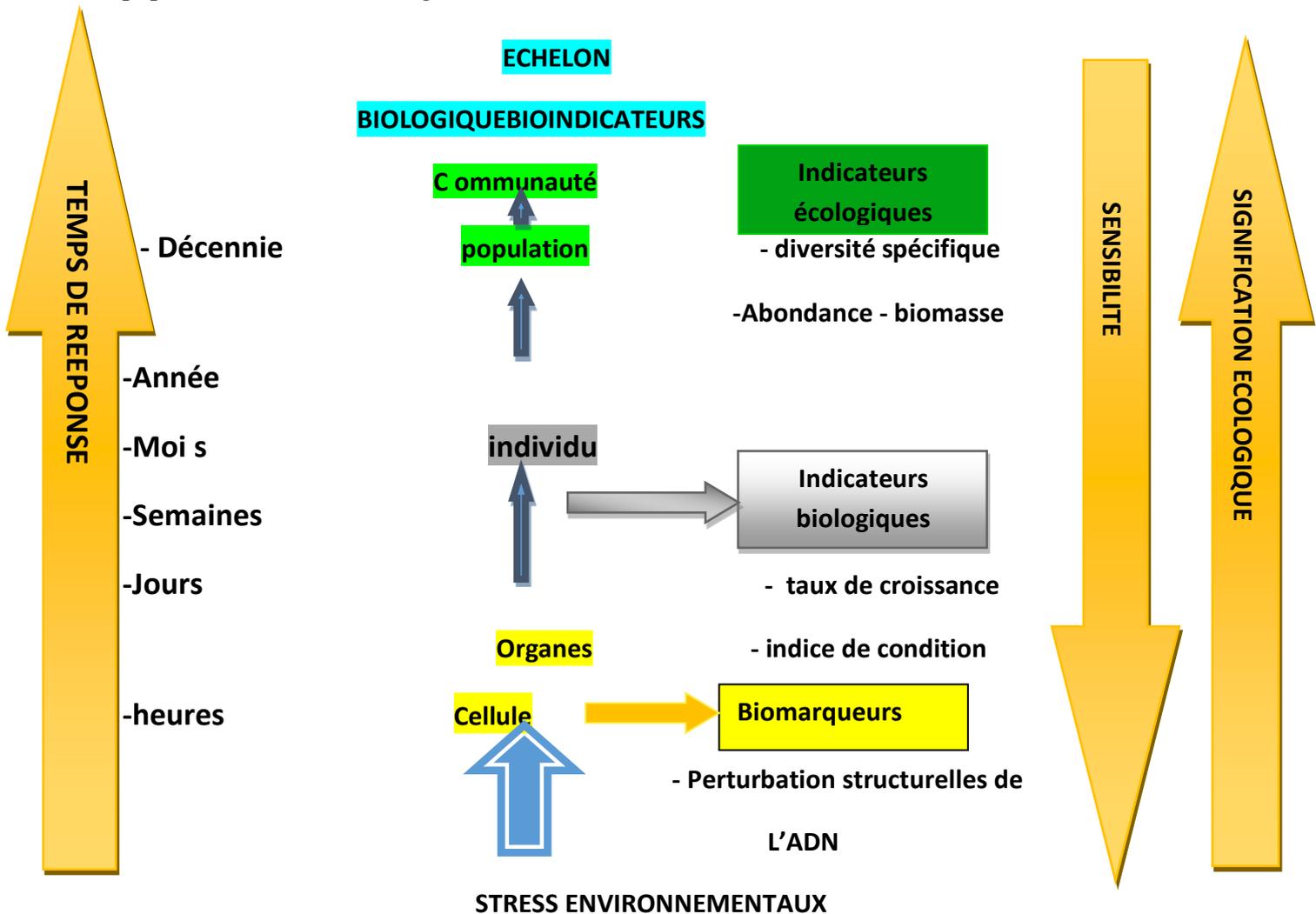


Figure 16: Diagramme illustrant les différentes approches liées à l'évolution de la qualité environnementale

I. Perturbation anthropique causé par l'homme dans le milieu marin:

I.1. Pollution marine :

Les activités humaines sont responsables de l'introduction dans le milieu marin d'un grand nombre de substances. Selon le PNUE (Programme des Nations Unies pour l'Environnement), 80 % des pollutions marines sont d'origine terrestre et anthropique (PNUE 2010). Aux sources industrielles s'ajoutent les effluents domestiques et urbains ainsi que les apports diffus dus aux usages agricoles. L'impact de la pollution des eaux marines est mal mesuré, mais il serait responsable d'importants effets létaux et sublétaux sur les organismes marins. La pollution a des répercussions à tous les niveaux trophiques, des producteurs primaires aux consommateurs supérieurs et, par conséquent, affecte le fonctionnement des écosystèmes. Les contaminants chimiques peuvent avoir des effets en cascade sur la croissance et la reproduction des organismes, entraînant des changements dans l'organisation biologique supérieure, chez les populations et les communautés (Amiard-Triquet et Amiard, 2008).

La forme de pollution la plus commune et la plus visible est la pollution pétrolière causée par les accidents de navires pétroliers et le nettoyage des soutes en mer. Le pétrole déversé en mer constitue une pollution importante et préoccupante à l'échelle globale. On estime à six millions de tonnes par an la quantité d'hydrocarbures introduite dans les océans par l'activité humaine ce qui constitue par conséquent une cause fondamentale de la pollution des océans. Lors de la pollution de l'Amoco Cadiz sur les côtes nord de Bretagne, plusieurs dizaines d'espèces ont été affectées, cependant alors que les crustacés et les mollusques ont montré une forte mortalité, les polychètes se sont avérées beaucoup plus résistantes même dans des sédiments fortement pollués (Dauvin, 1997). Les atteintes chroniques à l'environnement, moins spectaculaires, sont tout aussi nocives pour le milieu marin. Il existe aujourd'hui plus de 100 000 molécules chimiques et il est difficile de savoir quelles en sont les conséquences sur les organismes vivants. Certains de ces contaminants entraînent chez les organismes marins des perturbations endocriniennes, des modifications du comportement, des perturbations du métabolisme énergétique et des réponses génétiques. L'augmentation des matières en suspension colmate les organes de filtration ou de récolte de la nourriture. La Manche et le sud de la mer du Nord comprennent une grande diversité d'habitats côtiers (baies, estuaires, larges

zones intertidales) présentant différents niveaux de contamination chimique en relation avec le degré d'anthropisation. Un état des lieux récemment réalisé a montré des différences d'imprégnation par les métaux chez les poissons le long de ce littoral (Henry *et al.*, 2004), combinées à l'apparition de pathologies (Amara, 2002) et à des performances biologiques moindres (moindre croissance et indices de condition, faible accumulation de réserves énergétiques chez les juvéniles) pour les sites les plus anthropisés, i.e. l'estuaire de la Seine et les secteurs des ports de Calais et Dunkerque (Amara *et al.*, 2007 ; Amara *et al.*, 2009).

Au-delà des substances surveillées classiquement (métaux, organochlorés, pesticides, hydrocarbures), une préoccupation majeure se fait sur les éventuels effets de nombreuses autres substances chimiques que l'on retrouve pour les usages domestiques ou comme produits cosmétiques ou pharmaceutiques (antibiotiques, hormones, stéroïdes). Ces substances sont qualifiées de contaminants émergents. En 2002, la consommation d'antibiotiques était de 8 500 T par l'homme et de 4 700 T par les animaux dans l'UE (800 T par l'homme, 1 300 T par les animaux en France). Ces substances se retrouvent en grande partie dans le milieu marin car les stations d'épuration, bien qu'elles se soient énormément améliorées sur le plan technique, n'ont pas été conçues pour éliminer ces molécules.

La pollution par les macrodéchets est un problème de pollution généralisé qui affecte tous les océans du monde. Sa menace pour le milieu marin a été ignorée pendant longtemps et, ce n'est que récemment que sa gravité a été reconnue (Derraik, 2002). Les macrodéchets sont la cause de lésions et de décès de nombreuses espèces marines (tortues, albatros, phoques, baleines ou poissons), soit parce que ceux-ci y restent emprisonnés soit parce qu'ils les prennent pour des proies et les avalent. Ils constituent des pièges physiques et des leurres pour la biodiversité marine. Dans le monde, 10 % des 260 millions de tonnes de matières plastiques produites annuellement se retrouvent en mer. Selon les estimations de l'Ifremer (Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer), en mer du Nord, il y aurait 150 millions de débris entre la surface et 200 m de profondeur (fig17)

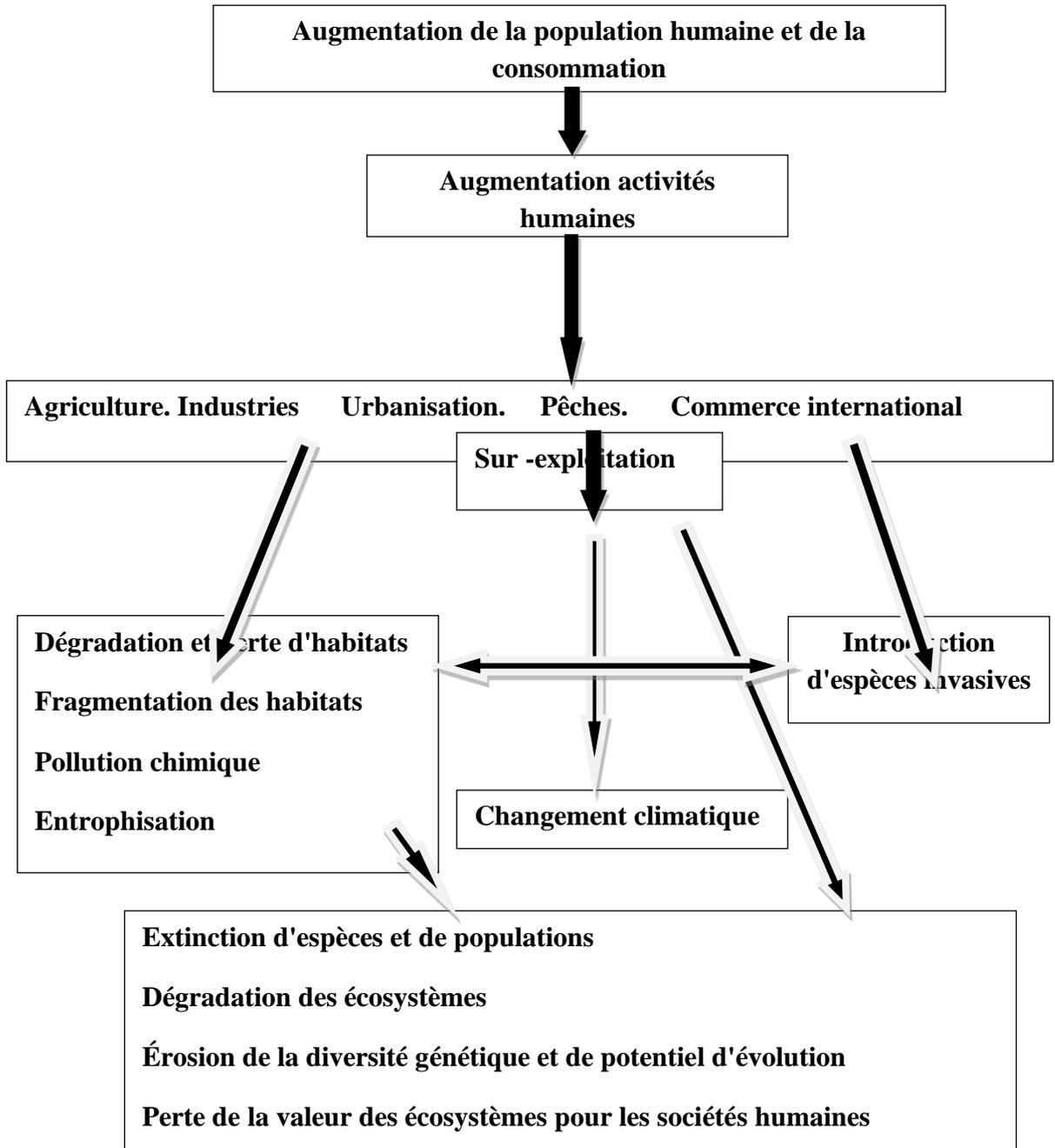


Figure17: Les causes et conséquences de la pollution marine

(modifié par Groom et *al*,2006).

I.2. Les polluants dans le milieu marin :

Un polluant ou contaminant est un produit chimique qui existe à un niveau jugé comme étant supérieur à celui qui doit exister normalement dans n'importe quelle composante de l'environnement. Cependant, pour les produits synthétisés par l'homme, tout niveau détectable est considéré comme anormal (AH-PENG, 2003). Dans l'environnement côtier, un polluant est défini comme un agent physique, chimique ou biologique dans un hydrosystème, qui y provoque, par sa concentration dans l'eau, des perturbations préjudiciables au bon équilibre de l'écosystème et en réduit les possibilités d'usages de l'eau.

On distingue :

a- Les micropolluants : qui sont les produits actifs minéraux ou organiques susceptibles d'avoir une action toxique à des concentrations infimes (de l'ordre du $\mu\text{g/l}$ au moins).

b- Les macropolluants : sont des molécules naturelles qui se trouvent dans l'environnement à des concentrations différentes de celles habituellement observées, ce qui entraîne une augmentation de la cinétique des réactions biochimiques. Les polluants agissent au commencement en changeant les propriétés structurales et/ou fonctionnelles des molécules essentielles dans l'activité cellulaire (Newman, 1998). Leurs effets sont principalement exercés donc au niveau moléculaire et les toxiques agissent finalement par des actions chimiques avec des substances biochimiques dans les cellules (Moore, 1985).

II. Les xénobiotiques présents dans le milieu marin :

II.1. Biomarqueurs chez les gastéropodes:

Les gastéropodes marins sont principalement benthiques à l'âge adulte (Robert et Barnes, 1994). Ils sont donc en contact avec tous les contaminants présents dans la colonne d'eau et sédiments. Malgré cela, il y a eu peu d'intérêt pour la toxicologie environnementale apporté aux gastéropodes, par rapport aux bivalves, ils ont pourtant chacun des caractères souhaitables pour une bonne étude des biomarqueurs (Bélangier, 2009) (Hong et al. (2001)). Cependant, en comparant l'accumulation d'oligo-éléments minéraux en Taïwan, les plus fortes concentrations de cadmium, chrome, cuivre, le plomb et le zinc ont été mesurées chez les espèces de gastéropodes que les bivalves Szefer et al. (1999). Au Liban, des palourdes et des

monodontes ont été utilisés pour l'étude accumulation de cadmium, cuivre, fer, mercure, nickel et plomb (Sheiber et Chatila, 1978 ; Kayal 1981 ; Nakhle, 2003).

D'autres études se sont concentrées sur l'utilisation des gastéropodes comme indicateurs de la contamination par le tributylétain dans l'environnement marin (Bauer et *al.*, 1995 ; Huet et *al.*, 1995 ; Oehlmann et *al.*, 1998 ; El Ayari et *al.*, 2018 ; Otegui et *al.*, 2019). Les gastéropodes peuvent également être utilisés dans d'autres cas ETM et TBT à des fins de surveillance vitale uniquement. Par exemple, les recherches en Mer de Bohai en Chine, par Zhao et *al.* (2005) montre que les gastéropodes accumulent plus de PCB que de bivalves. Enfin, de manière générale, Espinoza et *al.* (2007) suggèrent d'utiliser un fichier comportant des communautés de patelles du port de Ceuta en Espagne comme bio-indicateur de l'état des côtes exposées aux rejets d'eaux usées (Fig 18).

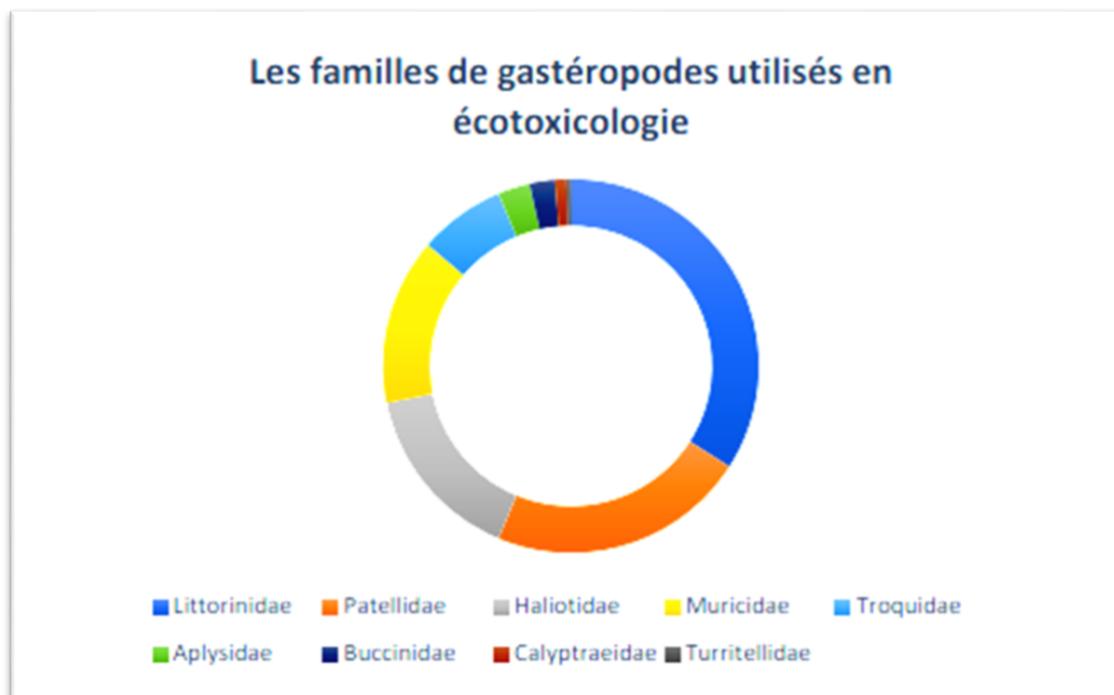


Figure 18: Référencement de publications PubMed utilisant des gastéropodes en écotoxicologie marine

II.2. Les composés organiques PAH et PCB :

Les organismes sont en contact permanent avec de multiples molécules organiques entrant dans les cycles vitaux ou bien qui leur sont étrangères. Parmi les xénobiotiques les plus répandus dans l'environnement les PCB et PAH sont les plus étudiés. Leurs propriétés

chimiques leurs confèrent une relative stabilité et leur permet de pénétrer dans les cycles biologiques (RNO, 1994).

II.2.1. Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (PAH) :

Les PAH de faibles poids moléculaires sont constitués de 2 à 3 cycles et ont une toxicité aiguë pour les organismes marins. Il s'agit notamment du naphthalène, du fluorène, de l'anthracène, et du phénanthrène (Kennish, 2001). La toxicité EC50 des molécules composés de trois cycles varie de < 1 à $3000 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ pour les organismes invertébrés et de 30 à $4000 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ pour les poissons (International Programme of Chemical Safety, IPCS, 1998). Les PAH de forts poids moléculaires, constitués de 4 à 6 cycles, sont d'une façon générale moins toxiques mais plus cancérigènes. Les plus toxiques sont le benzo[a]anthracène (4 cycles) et le benzo[a]pyrène (5 cycles) (International Programme of Chemical Safety (IPCS), 1998).

Les PAH sont produits sous la forme de mélanges de PAH dont la composition exacte dépend de la source et également des conditions de leur formation. Le paragraphe suivant présente de façon synthétique l'origine et la composition de quelques mélanges de PAH selon les principaux types de source, anthropique (pétrole et combustion) et naturelle (biogénique et diagenétique) (Wakeham et *al.*, 1980).

La première source de PAH dans l'environnement contemporain est l'utilisation des combustibles fossiles, c'est à dire le pétrole, charbons, schistes bitumineux et autres types de sédiments. Ils sont formés au cours de la lente maturation de la matière organique dans le milieu sédimentaire. Le pétrole brut contient de 0,2 à 7 % de PAH et l'abondance relative de chaque molécule diminue avec l'augmentation du poids moléculaire (Neff, 2002). Les pétroles bruts sont particulièrement riches en homologues alkylés. La plupart des composés sont présents à une concentration inférieure à $1 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, à l'exception du phénanthrène, de l'anthracène et du fluoranthène qui peuvent être présents à des concentrations supérieures à $10 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (IPCS, 1998)

Les PAH sont aussi le produit de pyrolyse ou de combustion incomplète de la matière organique et sont dispensés dans l'atmosphère par adsorption sur les particules atmosphériques. Dans le milieu marin, leur principale origine est anthropogénique : déchets provenant des activités industrielles et urbaines acheminés par les pluies et les eaux de lessivage, fuites accidentelles partir de puits de pétrole ou de plates-formes de forages, dégazage de pétroliers.

Il convient aussi de ne pas oublier les combustions naturelles de matières organiques ou les infiltrations à partir de la croûte terrestre. Certains organismes procaryotes marins peuvent aussi synthétiser les PAH mais leur apport reste minime. Moins biodégradables que les autres hydrocarbures, les PAH subsistent plus longtemps dans le milieu marin et sont également les plus toxiques (RNO, 1994).

II.2.2. Les polychlorobiphényles (PCB) :

Les PCB sont des molécules exclusivement de synthèse constituées de deux groupements phényles pouvant être substitués par 1 à 10 atomes de chlore (mono à deca-substitué).

Il existe au total 209 congénères possibles en fonction du positionnement et du degré de chloration. La production de PCB a commencé en 1929 et a fortement augmenté au cours des années 1960. Ces composés sont inertes chimiquement, très peu inflammables, très peu solubles dans l'eau, solubles dans les solvants organiques et présentent une constante diélectrique élevée. Ils sont aussi résistants à l'oxydation et aux fortes températures. En raison de ces propriétés physico-chimiques les PCB ont été utilisés dans diverses applications industrielles (Gustafson, 1970).

Ces contaminants sont ubiquistes et sont inclus dans les cycles biogéochimiques à l'échelle globale. On les trouve dans tous les compartiments de l'environnement, notamment dans les plantes, les organismes marins et les mammifères. Les PCB peuvent être transportés sur de longues distances. Le compartiment sédimentaire s'avère un puits important pour les PCB du fait de leur hydrophobicité et de leur préférence à être associés aux particules dans la colonne d'eau. L'affinité des PCB pour les particules sera d'autant plus grande que la particule sera riche en éléments organiques (Tolossa et *al.*, 1995).

II.3. Les pesticides organochlorés : cas particulier du DDT :

Le DDT est l'un des principaux pesticides organochlorés ayant eu des effets très nocifs pour l'environnement. Ce pesticide organochloré est formé de 2 cycles aromatiques substitués par des atomes de chlore. Il s'agit d'une famille de molécules qui regroupe 2 molécules mères,

le 1,1,1-trichloro-2-(2-chlorophényl)-2-(4-chlorophényl)éthane (o,p'-DDT), 1,1,1-trichloro-2,2-bis(4-chlorophényl)éthane (p,p'-DDT)(Carter, 1948 ; Fitzhugh, 1948).

Les pesticides organochlorés sont principalement utilisés dans le domaine de l'agriculture et dans le domaine de la lutte contre les insectes proliférants et vecteurs de maladies (moustiques). Cette famille inclut de nombreux composés allant de molécules simples comme l'héxachlorobenzène(HCB) à des molécules plus complexes comme le dichlorodiphényltrichloroéthane plus connu sous l'abréviation DDT. Dans le premier cas (HCB) la molécule est constituée d'un noyau aromatique substitué par 6 atomes de chlore. Quant au DDT, il forme une famille de molécules regroupant 2 isomères et leurs métabolites. Parmi d'autres pesticides organochlorés, citons le lindane, l'heptachlore ou encore le dieldrine.

Le DDT et ses dérivés, en raison de leur stabilité et de leur caractère semi-volatil, subissent un transport atmosphérique sur de longues distances. Malgré les restrictions, ils montrent une répartition géographique mondiale plus de 30 ans après une diminution sévère de leur production et de leur utilisation. Leur distribution est ubiquiste, on les retrouve en particulier dans l'environnement marin (Iwata et *al.*, 1993).

II.4. Biopesticides dans le transport maritime:

L'homme utilise des biopesticides pour lutter contre les espèces jugées nuisibles. Il s'agit d'un groupe de molécules très diverses et classées comme pesticides à usage non agricole (MEDD, 2006). Ils comprennent les désinfectants ménagers, les insecticides, les produits de traitement du bois et de l'eau, les peintures antisalissures, etc. Leur présence dans le milieu marin est liée au trafic maritime. En fait, l'industrie du transport maritime utilise ces biocides dans les peintures antisalissures afin d'empêcher la propagation d'organismes marins sur les coques des navires. Mais par diffusion ou abrasion, ces biocides agissent également contre de nombreux autres organismes végétaux ou animaux de l'écosystème marin côtier. Parmi ces biocides figure le tributylétain (TBT), également utilisé dans l'industrie pétrochimique comme catalyseur. Le TBT est un puissant perturbateur endocrinien provoquant des défauts de biocalcification du cortex chez *Crassostrea gigas* (Alzieu et *al.*, 1980), un retard dans la formation des gamètes chez *Mya arenaria* (Siah et *al.*, 2003) et l'apparition chez les femelles exposées à l'emboque chez *Nucellalapidius* (Huet et *al.*, 1996), et d'autres troubles de la croissance, de la reproduction et du système immunitaire chez des limaces de mer

écologiquement et économiquement importantes (Bouchard *et al.*, 1999 ; Alzieu, 2000 ; Cima et Ballarin, 2004).

II.5. Les produits pharmaceutiques, cosmétiques et vétérinaires :

Avec le développement de la toxicologie environnementale, de nouvelles molécules ont récemment attiré l'attention des scientifiques et des gestionnaires. Parmi eux, il y a quelques années, les produits pharmaceutiques, cosmétiques et vétérinaires intéressaient particulièrement les pays développés. Bien qu'elles soient commercialisées sous licence par les agences gouvernementales pour leurs effets thérapeutiques, sur la base, entre autres, d'études de toxicité, une fois métabolisées et excrétées, les risques environnementaux ou sanitaires de ces molécules sont moins bien caractérisés (Daughton et Ternes, 1999). Dans l'environnement, en particulier dans les eaux usées urbaines, est une préoccupation. L'inefficacité des procédés actuellement utilisés dans les stations d'épuration urbaines contribue à la dispersion de ces substances dans les écosystèmes aquatiques dont les effets toxiques sont encore mal évalués. Par exemple, 85 % des eaux usées des grandes villes du pourtour méditerranéen ne sont pas traitées (PNUE, 2006). De plus, lorsque ces produits sont transformés, leur biodisponibilité et leur toxicité après transformation sont inconnues (Gagnon, 2005). En raison de la variété de leurs groupes chimiques, leur analyse est complexe. Cependant, l'exposition aux effluents urbains a déjà causé des effets toxiques chez les bivalves ou les poissons, tels que des perturbations endocriniennes (Gagne *et al.*, 2004 ; Quinn *et al.*, 2004) et des perturbations de l'activité mitochondriale (Gagne *et al.*, 2004) ou le système immunitaire (Hoeger *et al.*, 2004 ; Gagne *et al.*, 2006). Ces effets témoignent du danger réel d'une exposition chronique pour l'homme et l'environnement. Les principes actifs de ces molécules sont très divers et persistent au contact d'autres organismes. Par conséquent, la présence de ces polluants est liée aux habitudes et aux tailles de la population dans les zones côtières.

PARTIE 3

PRÉSENTATION DU SECTEUR

D'ÉTUDE

1. Caractéristiques générales de la côte algérienne :

L'Algérie dispose d'un littoral d'environ 1622 km, de la frontière algéro-marocaine (Marsat Ben Mhidi) à l'ouest à la frontière algéro-tunisienne (cap Roux) à l'est. Sa géographie se distingue par la diversité et la richesse des paysages qui rappelle la vocation naturelle incontestables de nos rivages.

D'une façon générale, la surface de la marge continentale a été subdivisée en plusieurs parties dont la différenciation est basée sur le critère de pente. La partie supérieure, la plus élevée, étant plate et de pente généralement très faible est appelée plateau continental. Cette partie est comprise entre le niveau 0, au voisinage duquel s'effectue le changement de pente entre la partie émergée et la partie sous-marine, ainsi que la première ligne d'inflexion sous-marine. La marge Nord-algérienne, quant à elle a une morphologie assez simple, caractérisée par un plateau continental très étroit (généralement moins de 10 km, à l'exception de quelques baies) et une pente continentale forte (10° en moyenne, plus de 20° parfois) (Leclaire, 1972).

La bordure sous-marine algérienne s'étend de 10km au large de Cap Falcon jusqu'à 90km dans le golfe de Ghazaouet. On considère que le plateau continental algérien le plus étroit de la méditerranée (sa largeur moyenne est de 7 km). La zone littoral est caractérisée par la présence de sable parsemé roches, suivie d'une zone à caractère vaseux.

2. Zone d'étude :

2.1. Caractéristiques de la côte de Mostaganem:

Mostaganem est une wilaya qui se trouve au Nord-Ouest algérien, à 365 Km à l'Ouest d'Alger et 80 km à l'Est d'Oran avec une superficie de 2269 km². Le cordon littoral de la wilaya s'étendant sur 124 km, étendu sur huit communes avec une superficie de 27.043 hectares. Elle est limitée à l'Est par la wilaya de Chéelif, au Nord par la Mer Méditerranée, à l'Ouest par les wilayas d'Oran et de Mascara et au Sud par la wilaya de Relizane.

Elle présente la plus grande zone de pêche en Algérie. Cette spécificité a conféré à cette wilaya une grande importance dans la stratégie nationale de développement du secteur de la pêche et des ressources halieutique (Autorité local) (**fig 19**).

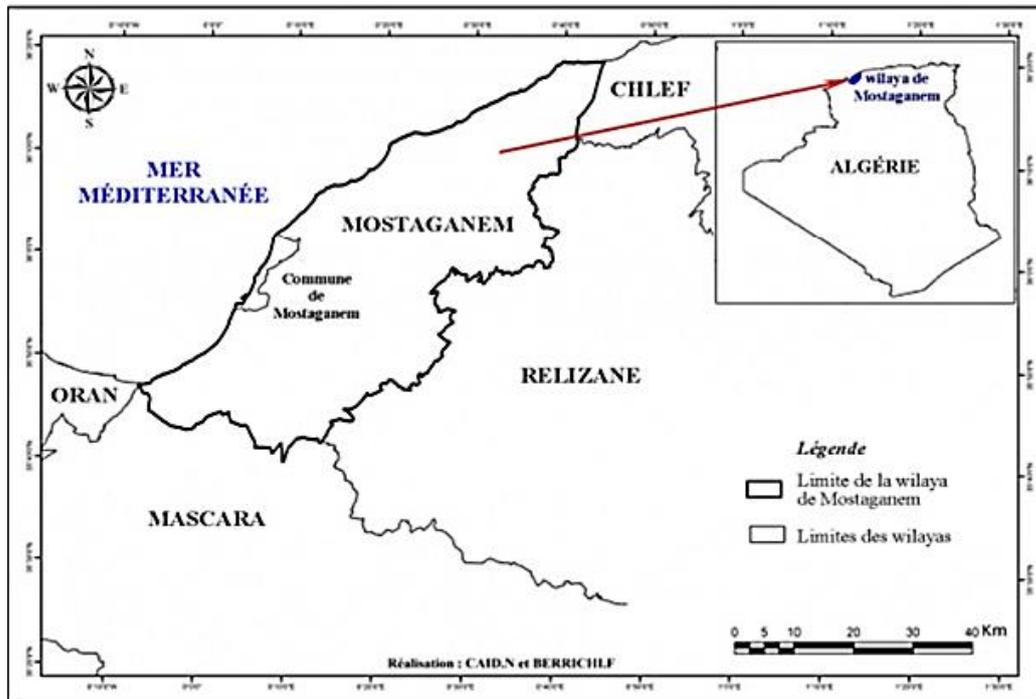


Figure 19: Localisation de la zone d'étude, la wilaya de Mostaganem.

Source : <https://journals.openedition.org>.

2.2. Caractéristiques physiques et naturels:

2.2.1. Climatologie et Température:

La wilaya de Mostaganem se caractérise par un climat saisonnier, semi-aride en été et tempéré en hiver (la température annuelle moyenne de 18.3 °C), avec une précipitations irrégulière variante. La région en « Est » est plus arrosée par rapport à la région « Ouest » (400 à 700 mm/An) sur les piémonts du Dahra (D.E.M, 2011).

- **Vent:** Le vent est un facteur parmi les facteurs effectifs de transport, reconnu dans la caractérisation du climat méditerranéen. Le mouvement du vent agite la surface de la mer avec des mouvements Horizontal, les vents sont principalement de l'Ouest, du Sud-Ouest et du Nord-Ouest à la fin de l'automne et jusqu'au début de l'hiver. Par contre, en été, ils proviennent du Nord-Est sur la côte de Mostaganem.

- Températures :

La température des eaux est liée étroitement à la température atmosphérique et, ainsi, elle varie en fonction des saisons (Sellem, 1990).

Lalami et Taleb,(1970) montrent que les couches superficielles sont directement influençables par les températures externes en raison des échanges thermiques entre le milieu interne et l'air ambiant, elles varient entre 21°C et 27°C en moyenne. Les maximums de températures se situent au mois d'octobre, les températures minimales se situent au mois de février-mars. En profondeur, les températures sont plus basses et relativement stables fluctuants entre 13°C et 14°C en toute saison.

- Salinité :

L'eau de mer de la région de Mostaganem contient 35 ‰ de sels minéraux, dont 27 ‰ de NaCl, les cations les plus abondants sont : Na⁺, K⁺, Mg²⁺ et Ca²⁺. Il y a 0,004 mg d'or/m³. Selon Boudjellal (1989), la salinité estivale au niveau de cette zone est comprise entre (35,5-36) ‰, en surface, et (36,2-36,8) ‰ en profondeur. Tandis que la salinité hivernale est comprise entre (36-36,9) ‰ et une salinité superficielle qui est toujours supérieure à 37‰.

2.3. Hydrodynamisme :

L'origine de courant fréquent au large de la région de Mostaganem est Atlantique. Ce courant est caractérisé par des tourbillons cycloniques de 100 km de diamètre. Ces tourbillons cycloniques correspondant aux upwellings (Millot, 1987). Ce dernier, est maximum en surface et il diminue en profondeur (Boubenia, 2011).

2.3.2. Houles

La surface de la mer est caractérisée par des renflements, qui sont des mouvements ondulatoires Ils s'étendent vers la côte selon des voies parallèles, identiques et relativement régulières. Ce groupe est constitué d'ondulations provenant de champs de vent

Les houles sur la cote de Mostaganem, ont un caractère saisonnier avec 02 directions principales ; une direction W.N.W de 30° et une direction de N.N.E de 20 à 40°. Ces houles se produisent pendant l'hiver et durant en moyenne de 08 à 10 secondes (D.E.M, 2011).

3. Site d'échantillonnage:

Nous avons opté pour deux stations de prélèvement dans deux sites différents : Stidia et port de salamandre.

On a pu constater que le site du port de Salamandre est bien plus pollué que celui de Stidia c'est pourquoi le premier constitue le site infecté, et le second le site plus au moins propre.

3.1. Le site de Stidia plage :

Stidia se localise à l'ouest de Mostaganem avec une distance de 20 km à la ville et le site de prélèvement se situe à l'ouest de la commune de Stidia. La zone de Stidia se voit être un site de plusieurs recherches de différents auteurs (Mezali, 2007 ; Boudjra et *al.*, 2010 ; Belbachir, 2012; Bouaziz , 2012 ; Oulhiz , 2012 ; Karfouf et *al.*,2015).

3.1.1. Les caractéristiques de site :

- **Situé au pied d'une montagne**
- **Une zone rocheuse**
- **Ouverte vers le nord-ouest**
- **Le vent dominant (nord-est)**
- **Le fond sous-marin principalement constitué par de substrats rocheux**



Figure 20 : vue général sur le site du stidia (Baalache.S .Ahmed Benklaouz .M, 2023).



Figure 21: vue général du point d'échantillonnage exacte du stidia

(Baalache.S, Ahmed Benklaouz.M 2023)

Tableau 2: Stations de prélèvement et positions géographiques (site de Stidia)

| Le site | Les coordonnées géographiques |
|-----------------------------|---|
| Stidia | 35°49'42''N.0°01'22''W |
| Localisation du site | Latitude / Longitude: 35.830546° / -0.018229. |

3.2. Le site du port de Salamandre :

Mostaganem possède plusieurs ports aussi importants les uns que les autres à l'exemple du port de Sidi Al-Akhdar et le port de Salamandre, et donc ce dernier est estimé avoir une superficie de 1000 mètres carrés et se compose de 25 carrés, sous réserve de plusieurs activités.

- Occupation humaine
- Pêche et émetteur
- Chalutage

C'est pour ces raisons que nous avons choisi le port de (Salamandre), ainsi que la facilité d'accès au site de prélèvement.



Figure 22 : vue général sur le site de port de salamandre (Baalache.S .Ahmed Benklaouz .M , 2023).



Figure 23 : vue général du point d'échantillonnage exacte du port de salamandre (Baalache.S, Ahmed Benklaouz.M 2023)

Tableau 3: Stations de prélèvement et positions géographiques (site du port de salamandre)

| Le site | Les coordonnées géographiques |
|-----------------------------|---|
| Porte | 35°55'25.1"N 0°03'31.6"E |
| Localisation du site | Latitude / Longitude: 35.912502° / 0.054170. |

PARTIE 4

MATÉRIEL ET MÉTHODE

1. Méthodologie:

L'étude a été menée dans des conditions météorologiques variables à partir de février en raison des précipitations et des changements climatiques soudains des mois précédents. Le long de la région supra-océanique des deux stations d'étude Port de salamandre et Stidia mentionnées ci-dessus.

Les spécimens ont été prélevés sur l'espèce *Siphonaria pectinata* qui est facilement visible et détectable à l'œil nu de la région médiolittorale supérieure et est prise nue à l'aide d'un couteau.

2. Collecte des échantillons :

Les espèces *Siphonaria pectinata* sont très différentes des autres espèces de Siphonaridae elles peuvent être facilement vues et détectées à l'œil nu à tous les niveaux appropriés, les échantillons qui ont fait l'objet de cette étude ont été prélevés à partir du Médiolittoral à la main à l'aide d'un objet métallique.

Des échantillons au nombre de 60 (30 de classe de taille grande et 30 petites) par mois (février, mars et avril 2023) ont été prélevés en au niveau des deux stations (Stidia et du port de salamandre. Au total 360 individus sont récoltés tout au long de l'étude. Cette dernière a été menée dans différentes conditions météorologiques se déplaçant à pied sur les rochers.(fig24).

Figure 24: Collecte de *siphonaria* à l'aide d'un levier. (Baalache.S, Ahmed Benklaouz .M 2023)



3. Traitement au laboratoire :

Au laboratoire, les échantillons sont nettoyés et rangés selon les informations collectées (date, station, espèce et classe de taille) sur la paillasse (Fig.25), après la disposition de symboles numérotés pour chaque individu, on commence la série de pesée et de mesure [Pt, L; La; H; SA; SP].

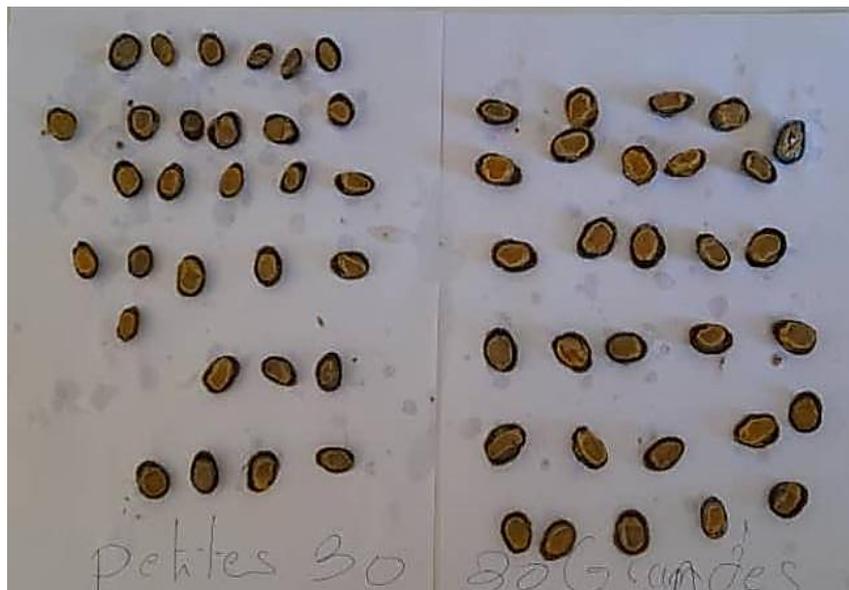


Figure 25: Classement des échantillons selon la taille (30 Grandes, 30 Petits)

(Baalache.S, Ahmed Benklaouz.M.2023)

4. Etude biométrique:

L'étude biométrique de l'espèce étudiée (*siphonaria pectinata*) est basée sur les six paramètres suivants : la longueur (**L**), la largeur (**La**) et la hauteur (**H**), sommet antérieur (**SA**) et sommet postérieur (**SP**) le poids total (**Pt**) de la coquille des *Siphonaria*. Ces paramètres ont été mesurés grâce à un pied à coulisse de précision (0,1mm)(fig26.).

Les valeurs de mesures des deux sites des relations (longueur, hauteur, largeur, sommet antérieur, sommet postérieur et poids total) sont comparées entre elles selon **le test de Student t activé de Excel**.

Nous considérons qu'une valeur de t correspondant à un seuil de $p < 0,05$ traduit une différence significative entre les moyennes (Poinsot, 2004).

Pour évaluer les relations : longueur-Hauteur, longueur-largeur, Longueur-Poids total, hauteur-poids total, largeur-poids total, sommet antérieur-sommet postérieur du mollusque

gastéropode *Siphonaria pectinata*, le coefficient de corrélation « r » est calculé. En fait, il permet de mesurer la force ou l'intensité du lien entre les deux séries de n valeurs $X=(x_i)$ et $Y=(y_i)$ (pour i de 1 à n) (Magain, 2004).

Le test de significativité du coefficient de corrélation « r » permet de décider si le lien est significatif, autrement dit si la corrélation observée entre X et Y de l'échantillon existe bel et bien au sein de la population à l'étude (Magain, 2004).

Si la valeur de p est supérieure à 0,05, nous devons accepter l'hypothèse nulle et conclure que la corrélation observée entre X et Y est due au hasard (Belhaouari, 2012).

Si la valeur de p est inférieure à 0,05, nous devons rejeter l'hypothèse nulle et conclure qu'une corrélation entre X et Y existe bel et bien au sein de la population.

Les relations d'allométrie peuvent se modéliser au moyen de courbe puissance de la forme $y = ax^b$ (Myers, 1986).

Comme il est plus facile de manipuler des droites, nous utiliserons les logarithmes pour transformer cette fonction en droite, obtenant ainsi : $\text{Log}(Y) = b \text{log}(X) + \text{log}(A)$ qui est bien une équation de droite.

- a= le coefficient de l'allométrie (représente le rapport de l'accroissement de Y par rapport à celui de X)
- b= l'ordonnée à l'origine (la valeur de Y quand X=0).

Dans ce cas la relation entre variable de même dimension (longueur – hauteur), nous examinons si la relation peut être assimilée à une isométrie (b=1) ou non.

Dans le cas des relations entre variables de dimension différente (Longueur- poids total, hauteur-poids total), nous examinerons si la relation peut être assimilée à une isométrie (b=3) ou non.

Les allométries observées sont comparées entre elles, par le biais d'un test de Student (t) sur la différence entre les coefficients d'allométrie. L'hypothèse nulle est qu'il n'y ait pas de différence entre les coefficients d'allométrie comparés.

Selon Hommay (1982) : à un seuil de risque de 5% les coefficients d'allométrie comparés sont significativement différents si t est supérieur à 2 (le cas de valeur théorique s'un DDL très grand).

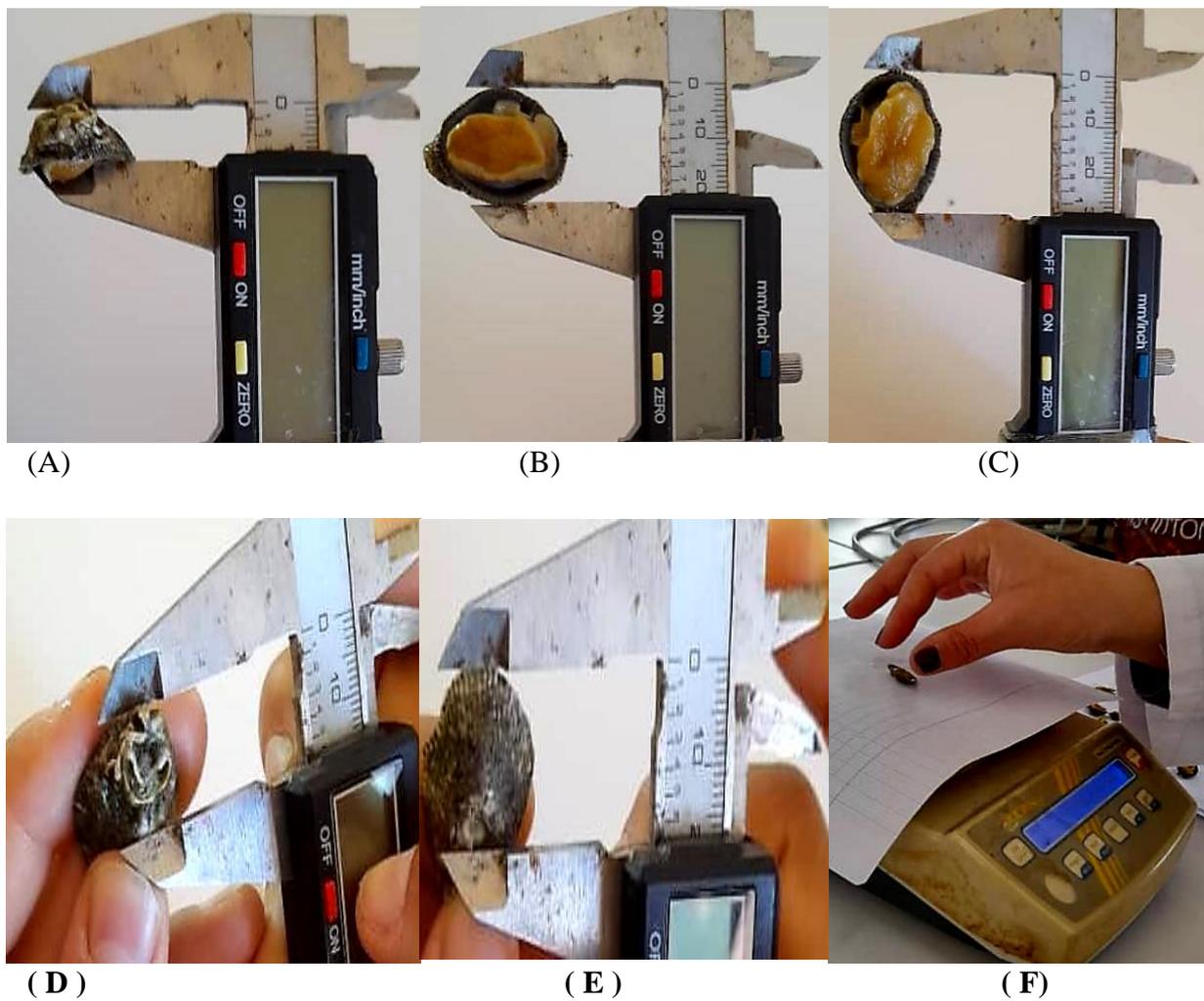


Figure 26 : Différentes mensurations effectuées sur les coquilles de *Siphonaria* étudiées. A : Mesure de la hauteur, B : Mesure de la largeur, C : Mesure de la longueur, D : Mesure du sommet postérieur, E : Mesure du sommet antérieur, F : pesée du poids total.

(Baalache.S, Ahmed Benklaouz.M 2023)

PARTIE5

RÉSULTATS ET DISCUSSION

• Analyse des paramètres biométriques:

La distinction systématique entre toutes les espèces du genre *Siphonaria* y compris *S. pectinata* repose principalement sur la morphologie de leurs coquilles. La grande plasticité morphologique des individus de chaque espèce, différents changements évolutifs, et une forte subjectivité a conduit à une richesse d'espèces et de sous-espèces nommées et ont provoqué des désaccords sur leur diversité morphologique et leur répartition géographique. Cette plasticité morphologique est très distincte chez *S. pectinata*. En effet, cette espèce possède des stratégies d'adaptation aux variations importantes des facteurs écologiques.

Plusieurs études ont été menées sur la diversité morphologique des genres similaires et d'autres espèces apparentées dans le monde, comme c'est le cas chez la plupart des mollusques, la coquille a longtemps été la principale source de connaissances taxonomiques des siphonariidés (tabLado & GaPPa, 2001).

La présente étude constitue une des premières approche morphométrique jusque-là non abordée en utilisant les populations indigènes de *S.pectinata*, comme espèce sentinelle, permettant de surveiller les effets néfastes potentiels associés aux différentes sources de pollution et cela par la mise en évidence des changements évolutifs qui nous conduiront à mieux comprendre l'approche de distinction de la coquille mais aussi sa distribution dans l'étagement marin.

Les paramètres longueur, hauteur, poids et même largeur pour les espèces de patelles sont souvent utilisés dans les relations biométriques étant donné qu'ils évoluent avec le volume de leur coquille (Nakhlé, 2003; Espinosa *et al.*, 2009; Rivera-Ingraham *et al.*, 2011; Belkhodja et Romdhane, 2012, Ait Mohamed Amer *et al.*, 2018).

Dans cette étude, les relations biométriques établies pour les différents paramètres de la coquille de *S.pectinata* ont montré une forte corrélation entre ces derniers, les résultats ont été traités par analyse de courbes puissances et linéaires des paramètres (longueur, hauteur largeur, poids total, sommet antérieur et sommet postérieur) corrélés entre eux (Annexe).

Les paramètres biométriques affichent des minimas et des maximas respectivement sur l'ensemble des paramètres établis (tab.4) selon la variation de la taille des individus échantillonnés nous avons pu établir deux classes de tailles dont les grandes comprises entre 29 mm et de 22 mm, et dans les petites entre 23 mm et de 17 mm pour ce qui est de la hauteur de

la coquille les individus des plus haut variant de 6 mm à 10 mm et dans les petites 4 mm à 8 mm, concernant le poids total des valeurs sont de l'ordre de 1,66 g à 4,14 g pour la classe des grandes et de 0,63 g à 1,94 g pour la classe des petites (**tab4**) .

Tableau 4 : variation des différents paramètres biométriques analysés (**L**: longueur, **La**: largeur, **H**: hauteur, **Sa**: Sommet antérieur, **Sp**: Sommet postérieur, **Pt**: poids total) selon deux classes de tailles (G: grande, P: petites) ; (min : minimum, max : maximum) sur *S.pectinata* échantillonnées depuis deux sites contrastés (**PS, STD**) durant trois mois (FEV: Février, MAR : Mars, AVR : Avril).

1-Port salamandre :

| Mois | Classe de Taille | L | | LA | | H | | SA | | SP | | Pt | |
|------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
| | | Max | min | Max | min | max | min | max | min | max | mix | max | Min |
| FEV | G | 29 | 20 | 21 | 15 | 10 | 6 | 19 | 13 | 16 | 11 | 4.14 | 1.43 |
| | P | 22 | 14 | 17 | 7 | 8 | 4 | 15 | 8 | 13 | 6 | 1.7 | 0.33 |
| MAR | G | 27 | 22 | 20 | 16 | 10 | 6 | 19 | 15 | 15 | 11 | 3.38 | 1.56 |
| | P | 23 | 17 | 17 | 13 | 7 | 4 | 16 | 11 | 12 | 8 | 1.94 | 0.63 |
| AVR | G | 27 | 17 | 22 | 15 | 10 | 6 | 19 | 14 | 16 | 11 | 3.51 | 1.66 |
| | P | 22 | 15 | 17 | 10 | 7 | 4 | 16 | 9 | 13 | 7 | 1.62 | 0.45 |

2-Stidia :

| Mois | Classe de Taille | L | | LA | | H | | SA | | SP | | Pt | |
|------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
| | | Max | min | Max | min | Max | min | max | min | max | mix | max | Min |
| FEV | G | 23 | 19 | 18 | 15 | 8 | 4 | 16 | 11 | 12 | 9 | 2.22 | 1.16 |
| | P | 20 | 15 | 16 | 11 | 6 | 3 | 14 | 10 | 10 | 7 | 1.30 | 0.52 |
| MARS | G | 24 | 18 | 17 | 14 | 8 | 5 | 16 | 12 | 14 | 9 | 1.78 | 0.80 |
| | P | 18 | 13 | 14 | 9 | 6 | 3 | 13 | 8 | 10 | 6 | 0.80 | 0.22 |
| AVR | G | 24 | 19 | 19 | 15 | 9 | 6 | 17 | 13 | 13 | 9 | 2.11 | 1.17 |
| | P | 19 | 12 | 14 | 9 | 7 | 4 | 13 | 8 | 12 | 6 | 1.12 | 0.18 |

On a pu constater après manipulation au laboratoire que les spécimens échantillonnés (*Siphonaria pectinata*) étaient beaucoup moins nombreux au niveau du site pollué que le site

de *Stidia* (différence d'abondance remarquable). L'explication revient au fait que le site pollué étant perturbé influe sur la présence de la *Siphonaria pectinata* à ce niveau.

Selon les deux classes de tailles sélectionnées on remarque clairement que les spécimens issus du PS présentent des coquilles de longueurs, largeur et hauteur plus importante que celles de ST, considérée lors de cette étude comme étant un site référentiel. Ceci est dû à la présence par excès de la matière nutritive (organique) pour ces espèces broteuses d'algue microscopique, ce qui explique le poids plus important au niveau de port par rapport à *Stidia*.

L'environnement intertidal, avec son écoulement d'eau et son action de haute énergie, influence la forme et la sculpture de la coquille des siphonariide par le biais d'un certain degré de plasticité phénotypique (Cooke 1911, Teske *et al.* 2007). Cette caractéristique est considérée comme étant écologiquement adaptable en termes de zonage intertidal et de répartition géographique: on trouve des coquillages en forme de dôme haut, de couleur claire et plus sculptés dans les hautes terres et chez les espèces tropicales (HodGson 1999)

La plupart des échantillons analysés dans cette étude provenaient de sites à haute énergie, ce qui nous mène à partager l'avis de White *et al* en 2011 qui pensent que l'environnement influence certaines caractéristiques des coquilles en forme de bouclier de *Siphonaria*.

La relation entre la longueur et la largeur affiche des coefficients de corrélation fort variant entre (73% et 81%) pour les deux classes de tailles au niveau du PS et une allométrie variant entre **majorante** pour les grandes et petites spécimens au mois de Mars et pour les petits au mois d'Avril, et **minorante** pour les deux classes de tailles au mois de février, et un coefficient de corrélation très important variant entre (73% et 90%) pour les spécimens à STD, avec une allométrie majorante pour les grandes spécimens échantillonnés dans les trois mois, exception faite (**minorante**) pour les petits siphonariide aux mois de Février et Mars. On peut noter une isométrie au mois d'Avril. Le test t révèle une **significativité** entre les deux paramètres ($P < 0,05$) et une allométrie **majorante** ($b > 1$) pour les deux stations et durant les trois mois, ce qui traduit que la **longueur croît plus vite que la largeur.** (tab5 et 6)

La fausse patelle favorise le développement de sa coquille en longueur plus vite que la largeur en périodes chaudes car elle se retrouve en pleine maturité sexuelle et de fécondation ce qui oblige l'espèce à avoir une bonne adhésion au substrats.

On remarque selon les tableaux (5) et (6), que la hauteur est le paramètre prioritaire chez la *Siphonaria pectinata* comparé à la longueur et la largeur pour l'ensemble des mois (Février, Mars et Avril) et pour les deux zones d'étude (PS, STD) avec une allométrie majorante pour les deux classes de tailles, exception faite pour les petits spécimens échantillonnés au niveau du port au mois de Mars.

Le coefficient de corrélation est par contre, lui moins important que la relation entre l'évolution de la longueur et la largeur et affiche des variations entre (61% et 77%) dans PS, et entre (61% et 74%) pour STD. Ce résultat s'explique par le fait que l'hydrodynamisme important fait pénétrer de l'eau dans sa réserve pour la maintenir hydratée, et c'est ce qui fait monter la coquille plus haut, en prenant la forme d'un triangle et cela la fait adhérer fortement à la roche sous-jacente.

Et Le test « t » montre une **significativité** entre les trois paramètres (**H-L-La**) et une allométrie majorante pour les deux stations durant les trois mois (**Février, mars et avril**) et pour les deux classes de taille, ce qui traduit que chez *S.pectinata* **la largeur pousse moins vite que la longueur et la hauteur croît plus vite que la longueur.**

En ce qui concerne la relation couplée du sommet antérieur (**Sa**) et de sommet postérieur(**SP**) pour PS les résultats sont mitigés entre une allométrie minorante chez les grands spécimens du mois d'Avril et les petits au mois de Février, contrairement aux autres où on remarque une allométrie majorante chez les grands spécimens au mois de Février et Mars, et pour les petits spécimens au mois Mars et Avril, avec un coefficient de corrélation très important allant de 75% à 86%.

Et pour les résultats au site de STD ils affichent une allométrie majorante pour les deux classes de tailles avec un coefficient de corrélation qui reste fort variant entre 73% et 84%. Lors de cette période la *S.pectinata* favorise le développement du sommet antérieur plus vite que sommet postérieur. Le test « t » montre une **significativité ($P \leq 0,05$)** entre les deux paramètres (Sa-Sp).

Après l'étude du tableau (5) et (6) sur la relation liant les quatre paramètres (**Pt, L, H, La**) on comprend facilement que le poids total prend la dernière position des paramètres que la *Siphonaria pectinata* favorise lors de son développement.

Dans le tableau (5) le poids total marque un ensemble d'allométrie **minorante** avec le paramètre H, affichant des coefficients de corrélation moyens variant entre 57% et 68% .la

même remarque est faite sur la relation entre poids total et la longueur ainsi que la largeur avec les coefficients de corrélation qui ne dépassent pas les 71%. On signale néanmoins une exception sur petits spécimens au mois de Février où la longueur pousse moins vite que le poids total. Au mois de Mars et avril chez les spécimens du site PS où le poids total et la longueur de la coquille croient dans le même sens (**isométrie**) ceci pourrait être due à la présence de nourriture accru durant cette période (printemps) ce qui permet à la fausse patelle de brouter plus d'algues minuscules et donc d'augmenter son poids (Ait Mohamed Amer *et al.*, 2018).

Dans le tableau (5) le poids total affiche une allométrie **minorante** pour les deux classes de taille dans les trois mois, exception faite pour les petits spécimens. La relation entre poids total et la longueur marque une allométrie **majorante dans** les mois de Mars et une isométrie au mois d'avril. La co-évolution du poids total et de la hauteur, longueur, largeur a révélé à son tour des coefficients de corrélation aussi moyens allant à bons variant entre 56% et 81%.

Ceci traduit que la *Siphonaria pectinata* consomme toute son énergie à développer sa coquille au dépend de son poids total pour s'assurer une protection maximale contre prédateurs et fort hydrodynamisme.

Le test « **t** » montre une **significativité** entre les paramètres (**P-La**), (**P-H**), (**P-L**) et une allométrie minorante pour les deux stations et durant les trois mois (Février, mars et Avril) et pour les deux classes de taille , ce qui traduit que chez *S.pectinata* **la largeur et longueur et la hauteur croient plus vite que le poids totale.**

Tableau 5: Equations allométriques entre les six paramètres choisis (**L**: longueur, **H** : hauteur, **La** largeur, **Pt** : poids total, **Sa** : Sommet antérieur, **Sp** : Sommet postérieur) de *Siphonaria pectinata* dans la station du **PS**(Port de salamandre)) durant trois mois de l'année 2023. **N** : nombre d'échantillons, **R** : Coefficient de corrélation des équations de régressions, **PG** : Spécimens de grande taille du site du Port de Mostaganem(salamandre),**PP** : les Spécimens de petite taille du site du Port de Mostaganem(salamandre), **Test t**: significativité du test de Student (P<0,05)

| | Mois | N | Équation | R | Test t | Allométrie |
|----|---------|----|-------------------------|---------------|--------|------------|
| PG | Février | 30 | $L=0,723La+0,792$ | $R^2= 0,810$ | ** | Isométrie |
| | Mars | 30 | $L=0,636 La +2,366$ | $R^2 = 0,737$ | ** | Majorante |
| | Avril | 30 | $L=0,629 La + 3,277$ | $R^2= 0,733$ | ** | Majorante |
| PP | Février | 30 | $L= 0,742 La + 0,698$ | $R^2= 0,804$ | ** | Minorante |
| | Mars | 30 | $L= 0,575 La + 3,300$ | $R^2 = 0,762$ | ** | Majorante |
| | Avril | 30 | $L= 0,773 La +0,265$ | $R^2= 0,737$ | ** | Minorante |
| PG | Février | 30 | $H= 0,358L +1,319$ | $R^2 = 0,655$ | * | Majorante |
| | Mars | 30 | $H=0,564L +5,762$ | $R^2 = 0,731$ | * | Majorante |
| | Avril | 30 | $H= 0,567L +5,936$ | $R^2= 0,735$ | * | Majorante |
| PP | Février | 30 | $H =0,394 L +1,362$ | $R^2 =0,704$ | * | Majorante |
| | Mars | 30 | $H= 0,278L + 0,403$ | $R^2= 0,662$ | ** | Minorante |
| | Avril | 30 | $H= 0,171L+ 2,677$ | $R^2= 0,707$ | ** | Majorante |
| PG | Février | 30 | $H = 1,121La +10,018$ | $R^2 = 0,639$ | * | Majorante |
| | Mars | 30 | $H=0,699 La + 13,728$ | $R^2 = 0,670$ | ** | Majorante |
| | Avril | 30 | $H= 1,080 La +9,615$ | $R^2=0,734$ | ** | Majorante |
| PP | Février | 30 | $H= 1,083La +8,083$ | $R^2 = 0,614$ | ** | Majorante |
| | Mars | 30 | $H= 1,069La +9,182$ | $R^2= 0,773$ | * | Majorante |
| | Avril | 30 | $H=1,794La +3,705$ | $R^2= 0,717$ | ** | Majorante |
| PG | Février | 30 | $SA= 0,665 SP+ 2,731$ | $R^2= 0,786$ | ** | Majorante |
| | Mars | 30 | $SA= 0,710 SP+1,273$ | $R^2=0,865$ | ** | Majorante |
| | Avril | 30 | $SA= 0,810 SP+0,304$ | $R^2= 0,822$ | ** | Minorante |
| PP | Février | 30 | $SA= 0,734SP +0,496$ | $R^2 = 0,803$ | ** | Minorante |
| | Mars | 30 | $SA= 0,853 SP+ 1,477$ | $R^2 =0,804$ | ** | Majorante |
| | Avril | 30 | $SA= 0,67 SP + 1,901$ | $R^2=0,751$ | ** | Majorante |
| PG | Février | 30 | $Pt = 0,241 H^{1.086}$ | $R^2 = 0,598$ | ** | Minorante |
| | Mars | 30 | $Pt= 1,441 H^{0.289}$ | $R^2= 0,579$ | ** | Minorante |
| | Avril | 30 | $Pt= 0,393H^{0.87}$ | $R^2= 0,635$ | ** | Minorante |
| PP | Février | 30 | $Pt = 0,037 H^{1.852}$ | $R^2= 0,687$ | ** | Minorante |
| | Mars | 30 | $Pt = 0,125 H^{1.194}$ | $R^2= 0,614$ | ** | Minorante |
| | Avril | 30 | $Pt= 0,047 H^{1.738}$ | $R^2= 0,596$ | ** | Minorante |
| PG | Février | 30 | $Pt = 0,336 L^{2.066}$ | $R^2= 0,679$ | ** | Minorante |
| | Mars | 30 | $Pt = 0,003 L^{2.104}$ | $R^2= 0,661$ | ** | Minorante |
| | Avril | 30 | $Pt= 0,011 L^{1.665}$ | $R^2= 0,626$ | ** | Minorante |
| PP | Février | 30 | $Pt = 0,128 L^{3.274}$ | $R^2= 0,672$ | ** | Isométrie |
| | Mars | 30 | $Pt= 0,001L^{2.425}$ | $R^2=0,610$ | ** | Minorante |
| | Avril | 30 | $Pt= 0,001L^{2.478}$ | $R^2= 0,700$ | ** | Minorante |
| PG | Février | 30 | $Pt = 0,005La^{2.094}$ | $R^2= 0,657$ | ** | Minorante |
| | Mars | 30 | $Pt= 0,003 La^{2.242}$ | $R^2= 0,595$ | ** | Minorante |
| | Avril | 30 | $Pt= 0,013 La^{1.781}$ | $R^2= 0,643$ | ** | Minorante |
| PP | Février | 30 | $Pt = 0,004 La^{2.081}$ | $R^2 = 0,719$ | ** | Minorante |
| | Mars | 30 | $Pt =0,001La^{2.522}$ | $R^2= 0,537$ | ** | Minorante |
| | Avril | 30 | $Pt= 0,003 La^{2.120}$ | $R^2= 0,794$ | ** | Minorante |

Tableau 6: Equations allométriques entre les six paramètres choisis (**L**: longueur, **H** : hauteur, **La**: largeur, **Pt** : poids total, **Sa** : Sommet antérieur, **Sp** : Sommet postérieur) de *Siphonaria pectinata* dans la station du **STD** (stidia) durant trois mois de l'année 2023. **N** : nombre d'échantillons, **R** : Coefficient de corrélation des équations de régressions, **SG** : Spécimens de grande taille du site de Stidia, **SP** : les Spécimens de petite taille du site de Stidia, **Test t** : significativité du test de Student($P < 0,05$)

| | Mois | N | Équation | R | Test t | Allométrie |
|----|---------|----|-------------------------|---------------|--------|------------|
| SG | Février | 30 | $L=0,659La+2,585$ | $R^2= 0,836$ | ** | Majorante |
| | Mars | 30 | $L= 0,437 La +6,209$ | $R^2 = 0,839$ | ** | Majorante |
| | Avril | 30 | $L=0,621 La + 3,537$ | $R^2= 0,734$ | ** | Majorante |
| SP | Février | 30 | $L= 0,777 La + 0,204$ | $R^2= 0,900$ | ** | Minorante |
| | Mars | 30 | $L= 0,796 La + 0,738$ | $R^2 = 0,805$ | ** | Minorante |
| | Avril | 30 | $L= 0,683 La + 0,999$ | $R^2= 0,796$ | ** | Isométrie |
| SG | Février | 30 | $H= 0,386 L + 1,621$ | $R^2 = 0,745$ | * | Majorante |
| | Mars | 30 | $H= 0,395 L +2,119$ | $R^2 = 0,747$ | ** | Majorante |
| | Avril | 30 | $H= 0,402 L +0,922$ | $R^2= 0,674$ | * | Isométrie |
| SP | Février | 30 | $H =0,493 L +3,864$ | $R^2 =0,707$ | ** | Majorante |
| | Mars | 30 | $H= 0,428 L + 2,233$ | $R^2= 0,688$ | ** | Majorante |
| | Avril | 30 | $H= 0,344 L+ 0,390$ | $R^2= 0,699$ | * | Minorante |
| SG | Février | 30 | $H = 1,185 La +8,756$ | $R^2 = 0,714$ | ** | Majorante |
| | Mars | 30 | $H= 0,839 La + 10,254$ | $R^2 = 0,624$ | ** | Majorante |
| | Avril | 30 | $H= 0,784 La + 10,821$ | $R^2=0,696$ | ** | Majorante |
| SP | Février | 30 | $H= 0,925 La + 8,782$ | $R^2 = 0,610$ | * | Majorante |
| | Mars | 30 | $H= 1,186 La + 6,429$ | $R^2= 0,656$ | * | Majorante |
| | Avril | 30 | $H= 1,368 La +4,716$ | $R^2= 0,745$ | ** | Majorante |
| SG | Février | 30 | $SA= 0,519 SP+ 3,595$ | $R^2= 0,806$ | ** | Majorante |
| | Mars | 30 | $SA= 1,084 SP+4,760$ | $R^2=0,781$ | ** | Majorante |
| | Avril | 30 | $SA= 0,651 SP+ 2,293$ | $R^2= 0,841$ | ** | Majorante |
| SP | Février | 30 | $SA= 0,440 SP +4,024$ | $R^2 = 0,817$ | ** | Majorante |
| | Mars | 30 | $SA= 0,591 SP+ 1,464$ | $R^2 =0,833$ | ** | Majorante |
| | Avril | 30 | $SA= 0,426 SP + 3,667$ | $R^2=0,734$ | ** | Majorante |
| SG | Février | 30 | $Pt = 0,900 H^{0.316}$ | $R^2 = 0,627$ | ** | Minorante |
| | Mars | 30 | $Pt= 0,395 H^{0.588}$ | $R^2= 0,563$ | ** | Minorante |
| | Avril | 30 | $Pt= 0,220 H^{1.019}$ | $R^2= 0,688$ | ** | Minorante |
| SP | Février | 30 | $Pt = 0,357 H^{0.636}$ | $R^2= 0,695$ | ** | Minorante |
| | Mars | 30 | $Pt = 0,058 H^{1.422}$ | $R^2= 0,656$ | ** | Minorante |
| | Avril | 30 | $Pt= 0,057 H^{1.509}$ | $R^2= 0,793$ | ** | Minorante |
| SG | Février | 30 | $Pt = 0,0015 L^{2.287}$ | $R^2= 0,720$ | ** | Minorante |
| | Mars | 30 | $Pt = 0,0015 L^{2.222}$ | $R^2= 0,722$ | ** | Minorante |
| | Avril | 30 | $Pt= 0,209 L^{2.797}$ | $R^2= 0,716$ | ** | Minorante |
| SP | Février | 30 | $Pt = 0,001 L^{2.376}$ | $R^2= 0,680$ | ** | Minorante |
| | Mars | 30 | $Pt= 1E-05 L^{3.788}$ | $R^2=0,770$ | ** | Majorante |
| | Avril | 30 | $Pt= 0,121 L^{3.397}$ | $R^2= 0,737$ | ** | Majorante |
| SG | Février | 30 | $Pt = 0,038 La^{1.335}$ | $R^2= 0,758$ | ** | Minorante |
| | Mars | 30 | $Pt= 0,007 La^{1.857}$ | $R^2= 0,62$ | ** | Minorante |
| | Avril | 30 | $Pt= 0,003 La^{2.206}$ | $R^2= 0,810$ | ** | Minorante |
| SP | Février | 30 | $Pt = 0,003 La^{2.186}$ | $R^2 = 0,655$ | ** | Minorante |
| | Mars | 30 | $Pt =0,0007 La^{2.700}$ | $R^2= 0,760$ | ** | Minorante |
| | Avril | 30 | $Pt= 0,0002 La^{3.181}$ | $R^2= 0,679$ | ** | Isométrie |

Après analyse des tableaux (5 et 6) on a pu constater que la hauteur de la coquille de *Siphonaria pectinata* poussée plus rapidement que la longueur, qui elle-même croît plus vite que le poids total et plus vite que la largeur (par moment) de la coquille, le paramètre poids total prend finalement la dernière place en inscrivant la vitesse la plus lente de croissance comparé aux trois paramètres précédents (L, La, H). On a pu observer aussi que le sommet postérieur de la coquille de cette fausse patelle poussé moins vite que le sommet antérieur. Ces remarques sont appliquées sur la grande classe de taille comme la petite, on n'a finalement pas vu de fragilité sur les petites, la réaction est plutôt identique.

Delà on peut dire que *Siphonaria pectinata* favorise le développement de sa coquille en hauteur en premier lieu, suivie de la longueur et de la largeur, vient finalement le poids total pour les deux classes de taille. Ceci a été constaté sur la patelle rustique (Ait Mohamed Amer *et al*, 2018), qui fréquente plus aux moins quelques centimètre le même étage.

Plusieurs études ont été menées sur la diversité morphologique du genre *Patella* et d'autres espèces apparentées dans le monde, telles que celle de Tablado et Lopez-Gappa (2001) sur la diversité morphométrique de la patelle pulmonée « *Siphonaria lessoni* » de la province de Buenos Aires (Argentine) et l'étude de Jerardino et Navarro (2008) sur la morphométrie des coquilles des espèces de patelles (genres *Cymbula* et *Scutelastra*) sur les côtes sud-africaines. Au sud-ouest de la mer Méditerranée, des études similaires ont été effectuées sur plusieurs espèces du genre *Patella* (*P. ferruginea*, *P. caerulea*) et du genre *Cymbula* (*C. nigra*) (Espinosa et Ozawa, 2006; Mezali, 2007; Rivera-Ingraham *et al.*, 2011; Kallouche, 2011 ; Belkhodja et Romdhane, 2012; Taibiet *et al.*, 2013 ; Bouzaza et Mezali, 2018, Ait Mohamed Amer *et al*, 2018). Ces études ont montré plusieurs morphotypes pouvant appartenir à la même espèce.

Ces constatations fond que les espèces marines de mollusques vivant dans les niveaux les plus hauts des zones intertidales, cas de *P. rustica*, possèdent des coquilles moins imposantes, moins grandes et plus hautes que celles des individus vivant dans les zones intertidales les plus basses. Rivera-Ingraham *et al.* (2011) ont montré que les longueurs de coquilles de la patelle *C. nigra* (côte nord-ouest de l'Afrique) étaient corrélées négativement aux hauteurs de coquilles au-dessus du niveau de la mer ; de même que la hauteur des coquilles diminuait progressivement vers les zones intertidales inférieures. Notre travail vient appuyer cette conclusion car notre observation sur la *Siphonaria* confirme la donnée. Sa distribution au niveau du médiolittoral supérieur lui confère une coquille plus haute que large et que longue.

CONCLUSION

Conclusion :

Cette étude a été menée pour une analyse biométrique des coquilles ainsi que le poids total d'une espèce bio-indicatrice de mollusque gastéropode « *Siphonaria pectinata* » de la côte ouest Algériennes (Mostaganem) dans le but de tester sa résistance et sa tolérance autant qu'espèce bio-indicatrice de l'état de santé de deux milieux dont les propriétés varient « la plage de Stidia » et « le port Salamandre » (l'un plus au moins référentiel et l'autre pollué).

L'étude de la variabilité spatiale des allométries a montré sur 6 prélèvements étalés sur 3 mois (février, mars, et avril 2023) et sur les 360 individus récoltés dont 180 de Stidia (90 petites et 90 grandes), site connu pour ses propriétés environnementales éloignées de toutes sources anthropiques et 180 du port Salamandre (90 petites et 90 grandes), où elles étaient présentes avec une densité importante, que la croissance relative ne varie pas beaucoup entre les deux stations.

En effet, la comparaison des droites de régression représentant la croissance relative de la hauteur, la longueur et la largeur par rapport au poids total (**L, La, H- Pt**), ainsi que de la largeur par rapport à la longueur (**L-La**), la longueur et la largeur par rapport à la hauteur (**L, La -H**) ainsi que le sommet antérieur de la coquille par rapport au sommet postérieur (**Sa-Sp**), fait apparaître des différences significatives au seuil de probabilité de 5% entre les paramètres de chaque station. Ce qui nous permet de déduire que les caractéristiques propres à chacun des deux biotopes n'exercent pas une forte variabilité sur la morphométrie des populations de *Siphonaria*.

Le développement de la coquille et le poids total fait ressortir le classement suivant partant du paramètre que la *Siphonaria pectinata* fait croître en premier au paramètre qui croît le plus lentement :

1- H>L>La>Pt

2- Sp<Sa

Après cette étude et les résultats obtenus, nous avons découvert que *Siphonaria pectinata* à une capacité de croître et de se développer dans différents environnements (propres ou pollués).

Et finalement la fausse patelle s'est avéré être une espèce **tolérante** et **résistante**.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

- Ait Mohamed Amer. L, 2019.** Evaluation biométrique et analyse biochimique de la patelle (*Patella rustica*) (Linné, 1758) de la côte ouest algérienne ; thèse Doctorat. Université d'Oran
- Alzieu, C., Abamou, A., Bassoullet, P., Boutier, B., 1999.** Dragage et environnement marin : état des connaissances. Plouzane : Edition Ifremer, 223p.
- Amara, R., 2003.** Seasonal ichthyodiversity and growth patterns of juvenile flatfish on a nursery ground in the Southern Bight of the North Sea (France). *Environmental Biology of Fishes* 67, 191–201
- **Amara, R., Meziane, T., Gilliers, C., Hermel, G., Laffargue, P., 2007.** Growth and condition indices in juvenile sole *Solea solea* measured to assess the quality of essential fish habitat. *Marine Ecology Progress Series* 351, 201–208
- **Amara, R., Selleslagh, J., Billon, G., Minier, C., 2009.** Growth and condition of 0–group European flounder, *Platichthys flesus* as indicator of estuarine habitat quality. *Hydrobiologia* 627, 87–98
- Amiard-Triquet C., Berthe T., Créach A., Denis F., Durou C., Gévaert F., Mouneyrac C., Ramond J.-B., Petit F., 2009.** Tolerance in organisms chronically exposed to estuarine pollution. In: Amiard-Triquet C. and Rainbow P. S. (Ed.), *Environmental Assessment of Estuarine Ecosystems : A Case Study*. CRC Press - Taylor & Francis Group, Boca Raton, p135-157.
- Amiard, J.C., Amiard-Triquet, C., Barka, S., Pellerin, J., Rainbow, P.S., 2006.** Metallothioneins in aquatic invertebrates: their role in metal detoxification and their use as biomarkers. *Aquatic Toxicology* 76, 160–202
- ANTIT, M., GOFAS, S. & AZZOUNA, A. 2009.** New records of upper shore Mollusca for the Tunisian coast: newcomers or overlooked?
- Belhaouri B., 2012.** Etude écotoxicologique chez un gastéropode marin, *Osilinus turbinatus* (Born, 1780) dans le littoral algérien occidental. Thèse doct. Univ d'Oran.
- Belkhodja H, et Romdhane M S., 2012.** Etude morphométrique du mollusque gastéropode *Patella caerulea* Linnaeus, 1758 des côtes nord de la Tunisie. *Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer de Salammbô*, Vol. 39.
- Bocchetti, R., Regoli, F., 2006.** Seasonal variability of oxidative biomarkers, lysosomal parameters, metallothioneins and peroxisomal enzymes in the Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* from Adriatic Sea. *Chemosphere* ;65(6):913-21.

- **Bouchard, N, Pelletier, E et Fournier, M, 1999.** Effects of butyltin compounds on phagocytic activity of hemocytes from three marine bivalves, *Environmental Toxicology and Chemistry*. 18, 519-522.
- **Boudou, A et Ribeyre, F. 1997.** Aquatic ecotoxicology from the ecosystem to the cellular and molecular levels. *Environ Health Perspect* 105 suppl 1, 21-35.
- **Boudouresque C.F. (2005).** Excursion au Cap-Croisette (Marseille) : le milieu marin. 12^e Ed. GIS Posidonie publ., Marseille, Fr., 1-48
- **Boukhicha J, OK Hassan OK, Tlig-Zouari S.** Sur l'établissement de *Siphonaria pectinata* faux-patte non indigène en Tunisie: répartition, structure de la population et relations environnementales. *Cah Biol mars* 2015; 56: 55–64. Google Scholar.
- **Branch G.M., 1981.** The biology of limpets: physical factors, energy flow and ecological interactions. *Oceanography and Marine Biology, An Annual Review*, 19: 235–380.
- **Casu M., Casu D., Lai T., Cossu P., Paliaga B., Massaro G., Manca A-L., Castelli A., Curini-Galletti M. (2005).** Differenziamento genetico tra popolazioni del mollusco *Patella ferruginea* (Gastropoda: Patellidae) provenienti da due AMP della Sardegna rilevato mediante marcatori ISSR. XV. Congresso della società
- **Cretella M, Scillitani G, Toscano F, Turella P, Picariello O et Cataudo A (1994).** Relationships between *Patella ferruginea* Gmelin, 1791 and the other Tyrrhenian species of *Patella* (Gastropoda: Patellidae). *J Mollus Stud* 60: 9-17.
- **Daughton, G. et Ternes, T.A, 1999** Pharmaceuticals and personal care products in the environment : agents of subtle change ? *Environmental Health perspectives* 107, supplément 6.
- **Dauvin J.C (Editeur) 1997,** «les biocénoses marines et littorales françaises des côtes Atlantiques, Manches et Mer du Nord synthèse, menaces et perspectives in *patrimoine Naturels* n° 28, pp- 1-359.
- **Despalatović M, Grubelić I, Dragičević B, J Dulčić, Zuljević A, Cvitković I, Antolić B.** Espèces d'eau chaude allochtone dans les communautés benthiques et ichthyofaune de la partie orientale de la mer Adriatique. Dans: Briand F, éditeur. Réchauffement climatique et changements associés dans le biote marin de la Méditerranée. Monaco: Monographies de l'atelier CIESM n° 35; 2008. p. 51–8.
- **Espinosa F, Rivera-Ingraham G, García-Gómez JC., 2009.** Gonochorism or Protandrous hermaphroditism? Evidence of sex change in the endangered limpet *Patella ferruginea*. *Marine Biodiversity Records*. 2, e153

- Gray J.S., Pearson T.H. (1982).** Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. I. Comparative methodology. Marine Ecology Progress Series, 9, 111-119.
- Hodgson A. N. 1999.** The biology of siphonariid limpets (Gastropoda: Pulmonata). Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev. 37: 245–314. - Hommay G., 1982. Contribution to the biology and ecology of the Thais *Lapillus* line (mollusca, Gastropoda, Prosobranchia, muricidae) on the armorican coast. 220 p.
- **Hommay G., 1982.** Contribution to the biology and ecology of the Thais *lapillus* line (Mollusca, Gastropoda, Prosobranchia, Muricidae) on the armorican coast. 220 p
- George D., George J. (1980).** La vie marine, encyclopédie illustrée des invertébrés marins, Ed. Maloine S.A., 173 pp.
- Giribet, Gisele Y. Kawachi,** How many species of *Siphonaria pectinata* (Gastropoda: Heterobranchia) are there? , Journal of Molluscan Studies, 10.1093/mollus/eyv038, (eyv038), (2015).
- **Gonzalez, f, sahalsha, E. Becerra, J. et Silva ,M 2002.** Mercury in a marine trophic chain Bull Environ Contam Toxicol .68,448-54.
- Guerra-Garcia J.M., Corzo J., Espinosa F., Garcia-Gomez J.C. (2004).** Assessing habitat use of the endangered marine mollusc *Patella ferruginea* (Gastropoda, Patellidae) in northern Africa: preliminary results and implications for conservation. Biological conservation, 116, 319-326
- Knight, J. B., L. R. Cox, A. M. Keen, R. L. Batten, E. L. Yochelson et R. Robertson, 1960.** In: R. C. MOORE, Treatise on invertebrate paleontology. I. Mollusca, 1. Univ. Kansas press
- **Laborel-Deguen F., Laborel J. (1991b).** Statut de *Patella ferruginea* Gmelin. en Méditerranée. Les espèces marines à protéger en Méditerranée. Boudouresque C.F., Avon M. et Gravez V., Ed. GIS Posidonie publ., 91-103
- Lalami-Taleb R. 1970.** Facteurs de répartition verticale du phytoplancton au large d'Alger. Thèse de Doctorat 3ème cycle en biologie. Université d'Alger, 168p
- **LALLI, C., et GIMER, S., 1989-** Pelagic snails, the biology of planktonic gastropod molluscs. Ed. Stanford university press, USA, 259 p
- Larbi Doukara K. (2007).** La Patelle géante *Patella ferruginea* Gmelin, 1791 : statut, biologie, écologie, et distribution sur le littoral occidental algérien, Mémoire de Magister, Univ. Es Sénia, Oran, Algérie, 136pp.
- **Lemee R. (2002)** mollusques www.club-aquabulles.fr/lecoindelabio/mollusques

- **Luiz Ricardo L. Simone1, Maria Inês G. L. Seabra 2017** .Shell and body structure of the plesiomorphic pulmonate marine limpets *Siphonaria pectinata* (LINNAEUS, 1758) from Portugal (GASTROPODA: HETEROBRANCHIA: SIPHONARIIDAE)
- **Magain D., 2004**. Financement de l'enseignement supérieur et aide aux étudiants dans les pays de l'OCDE. Analyses Economiques, N° 28 février. Paris : ministère de l'économie, des finances et de l'industrie, direction de la prévision et de l'analyse économique
- **MEED, 2006**. Réglementation des produits biocides, Ministère de l'écologie et du développement durable.
- Newman, S.J., Cappo, M., Williams, D.M., 2000. Age, growth, mortality rates and corresponding yield estimates using otolith of the tropical red snappers, *Lutjanus erythropterus*, *L. malabaricus* and *L. sebae* from the central Great Barrier Reef. Fisheries Research 48, 263-275.
- **Mokerater Imene .2019** . Evaluation biométrique de la fausse patelle (*Siphonaria pectinata*) (Linnaeus, 1758) issue de deux sites contrastés de la côte Mostaganémoise.
- **Moore ,C .A et Gelder ,S.R,1985**. Démonstration of lysosomal enzymes in hemocytes of *Morcenaria mercenaria* (Mollusca : Bivalvia). Transactions of the American Microscopy society. 104, 242-249.
- **Nakhlé K.F. (2003)**. Le mercure, le cadmium et le plomb dans les eaux littorales libanaises: apport et suivi au moyen de bioindicateurs quantitatifs (éponges, bivalves et gastéropodes). Thèse de Doctorat, Univ. Denis Diderot, Paris, France, 246pp.
- **Narbonne, J-F, et Michel ,X,1997**. systèmes de biotransformations chez les Mollusques aquatiques In : Biomarqueurs en ecotoxicologie-aspects fondamentaux L. Lagadic , T. Caquet, J, C Amiard et F. Paris, Masson : 11-32.
- **Nell, J.A,2002**. Farming triploid oysters . Aquacultura. 210, 68-88.
- **Newman, S.J., Cappo, M., Williams, D.M., 2000**. Age, growth, mortality rates and corresponding yield estimates using otolith of the tropical red snappers, *Lutjanus erythropterus*, *L. malabaricus* and *L. sebae* from the central Great Barrier Reef. Fisheries Research 48, 263-275.
- **Ocaña, T., Fa, D., 2003**. Microalgal availability and consumption by *Siphonaria pectinata* (L., 1758) on a rocky shore. Boletim do Instituto Oceanográfico, 19, 65-74
- **Ocana TMJ, Emson RH**. Maturation, frai et développement chez *Siphonaria Pectinata* Linnaeus (Gastropoda: Pulmonata) à Gibraltar. J Molluscan Stud. 1999; 65:185-93.
- **OSPAR ,C,2000** .Bilan de santé 2000. Commission OSPAR , London.

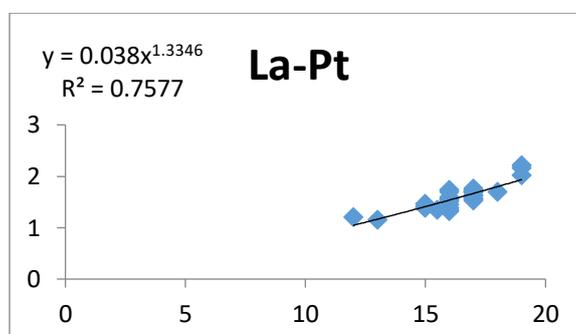
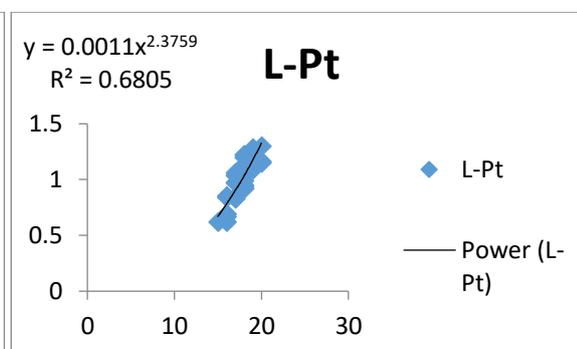
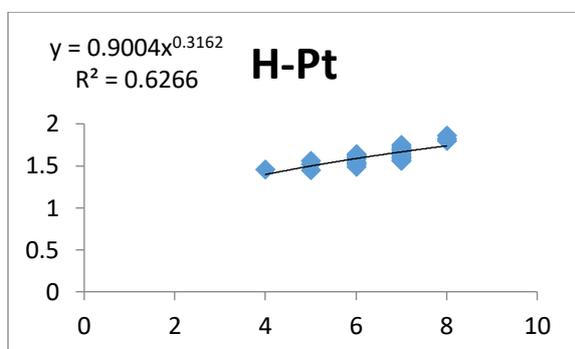
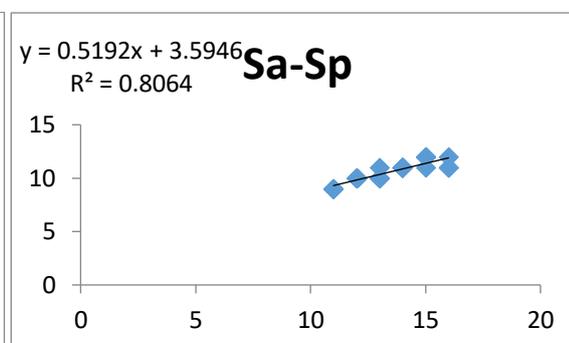
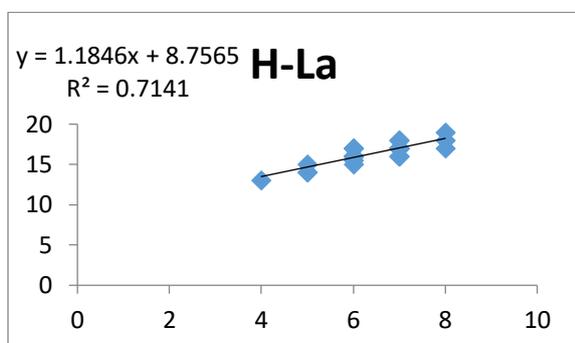
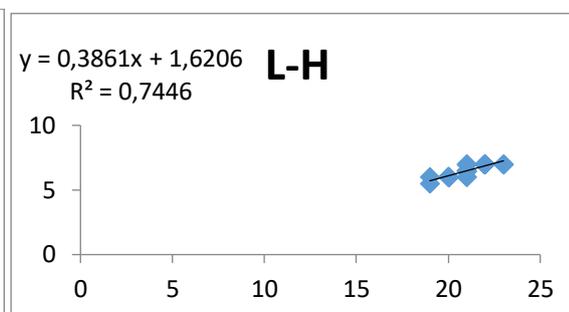
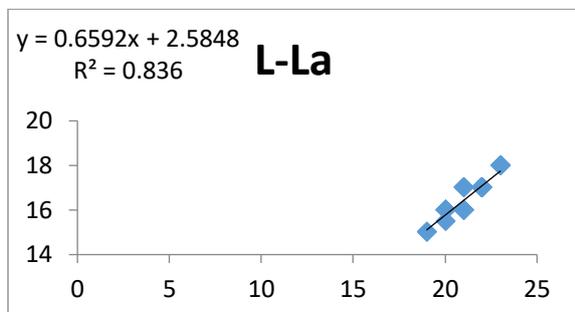
- OSPAR,C,2006.**Overview of OSPAR Assessments1998-2006 London,Commission OSPAR, 90.
- **Poinsot D., 2004.** Statistiques pour statophobes (en ligne ; <http://perso.univ-rennes1.fr/denis.ponson>)
- Porcheddu A., Milella I. (1991).** Aperçu sur l'écologie et sur la distribution de *Patella ferruginea* (L.) Gmelin 1791 en mers italiennes .
- **Rampal J. (1965).** Utilisation des dents radulaires pour la systématique des patelles méditerranéennes, 210pp.
- R.N.O 1994:**Surveillance du Milieu Marin,Travaux du Réseau National d'Observation de la Qualité du Milieu Marin
- Ridgway S.A., Reid D.G., Taylor J.D., Branch G.M. &Hodgson A.N., 1998.** A cladisticphylogeny of thefamilyPatellidae (Mollusca: Gastropoda). Philosophical Transactions of the Royal Society of London B,353: 1645–1671.
- Saleuddin A. S. M., Ashton M. L., Khan H. R. 1997.** An electronmicroscopicstudy of the endocrine dorsal bodies in reproductively active and inactive *Siphonariapectinata* (Pulmonata: Mollusca). Tissue Cell 29: 267–275.
[https://doi.org/10.1016/S0040-8166\(97\)80002-X](https://doi.org/10.1016/S0040-8166(97)80002-X)
- Sellem F. 1990. Données sur labiométrie de *Paracentrotuslividus*,*Arbacialixula* et *Sphaerechinusgrnularis* et sur labiologie de *Paracentrotuslividus* dans le golfe de Tunisie. Rapp. DEA. Biol mar.
- Sellem F. 1990.** Données sur la biométrie de *Paracentrotus lividus*, *Arbacia lixula* et *Sphaerechinus grnularis* et sur la biologie de *Paracentrotus lividus* dans le golfe de Tunisie. Rapp. DEA. Biol mar. oceanol, Univ. Tunis II, Faculté des Sciences de Tunis, 158p + Annexes-oceanol, Univ. Tunis II, Faculté des Sciences de Tunis, 158p
- **Szefer, P, Szefer, K., Skwarzec, B., 1990.** Distribution of trace metals in some representative fauna of the southern Baltic. Marine Pollution Bulletin 21, 60–62.
- **Taibi A, Oubaziz B, Ghermaoui M, Kaddour Hocine A, Bendimerad M-E., 2013.** Etude de la biométrie de la Patelle géante Littoraux, Oran, Algérie
- Vela A., Leoni V. (2007).** Etudes des espèces de l'étage médiolittoral sur la jetée du port de commerce de Bastia. Recensement des effectifs de *Patella*
- VossN. A. 1959.** Studies on the pulmonategastropod*Siphonariapectinata* (Linnaeus) from the southeastcoast of Florida. Bull. Mar. Sci. 9: 84-94.
- Site web**
<https://theses.hal.science/tel-00256657>

<https://theses.hal.science/tel-00449516>

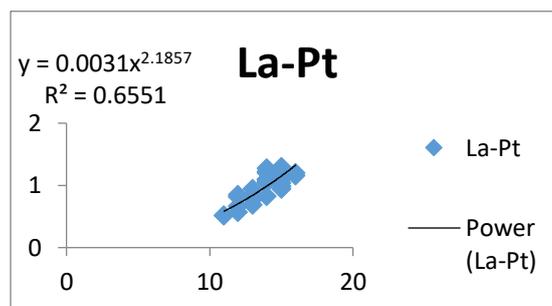
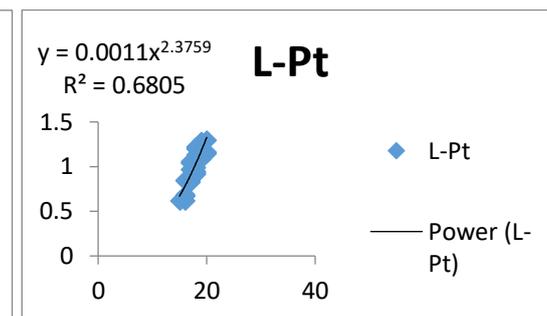
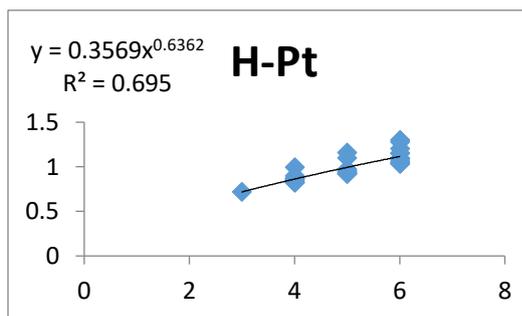
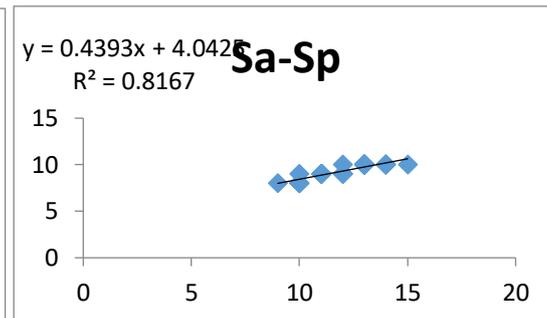
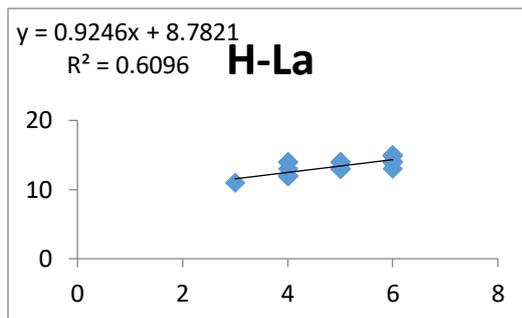
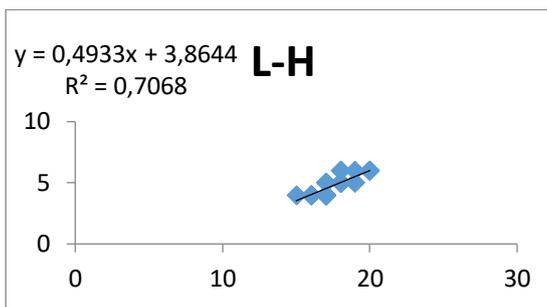
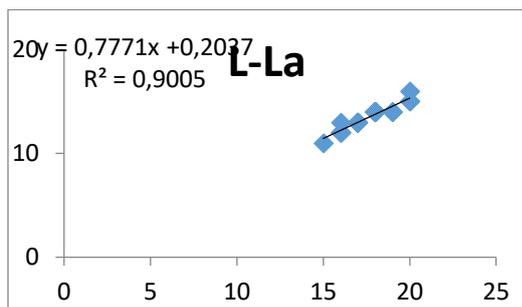
ANNEXE

Stidia

E. GRANDES

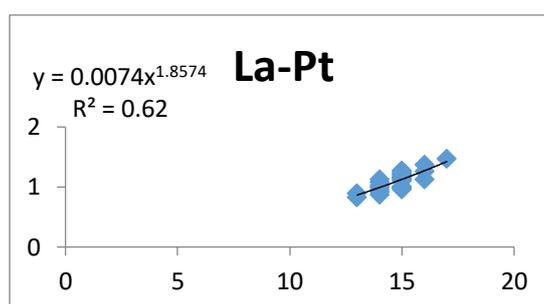
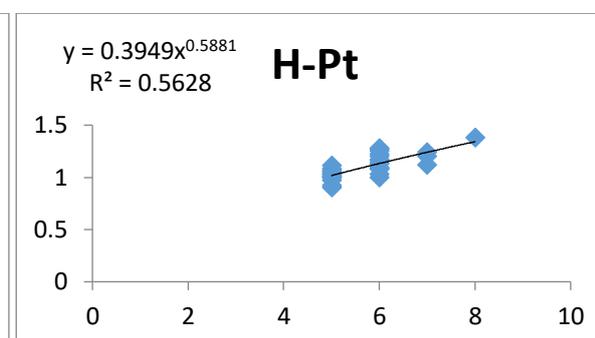
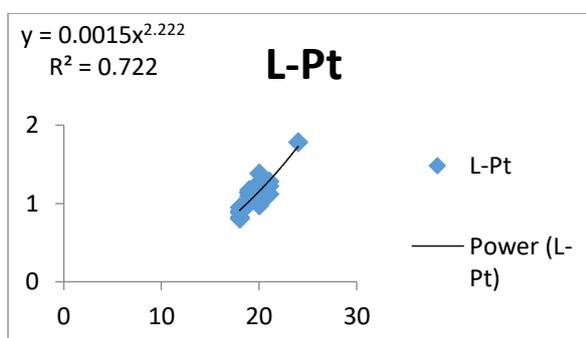
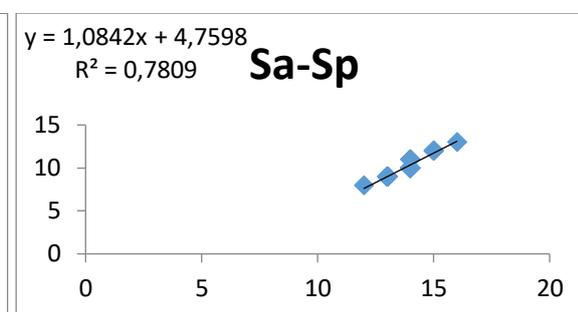
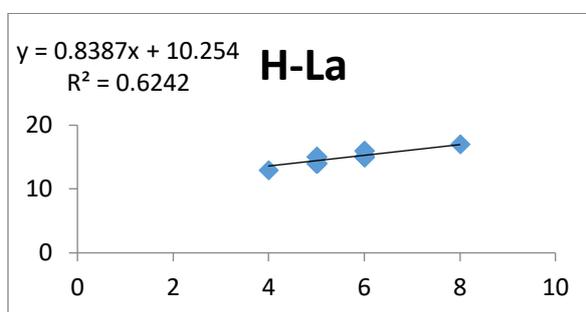
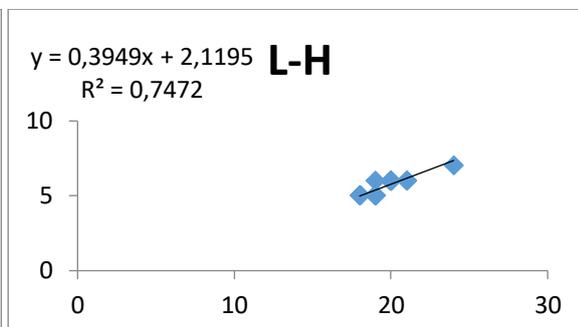
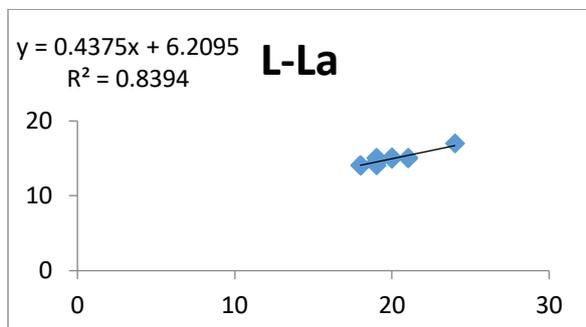


E.PETITE

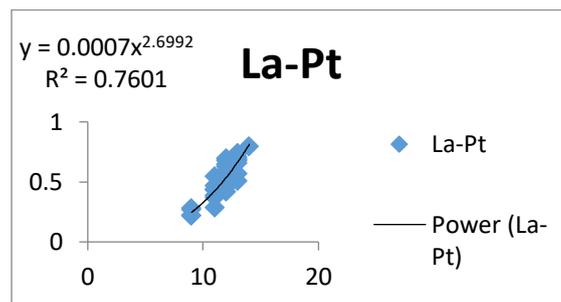
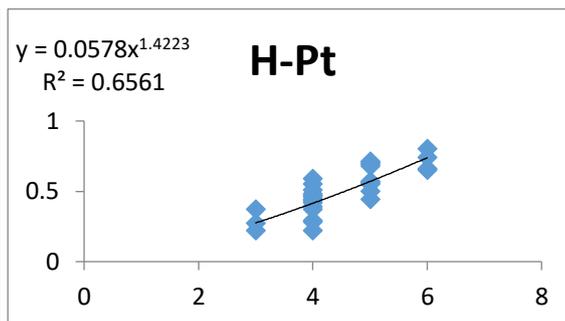
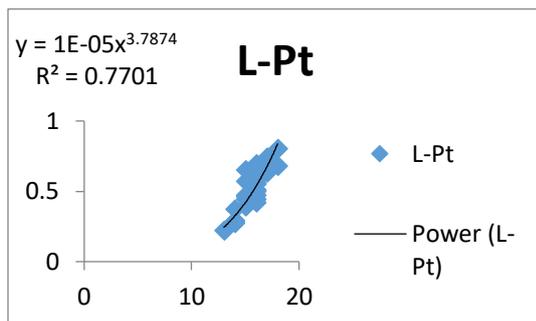
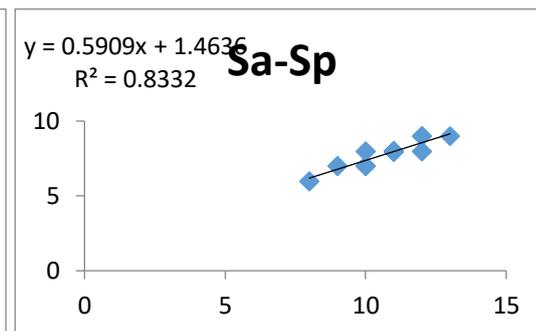
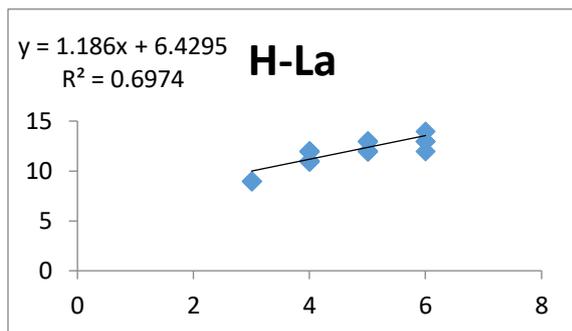
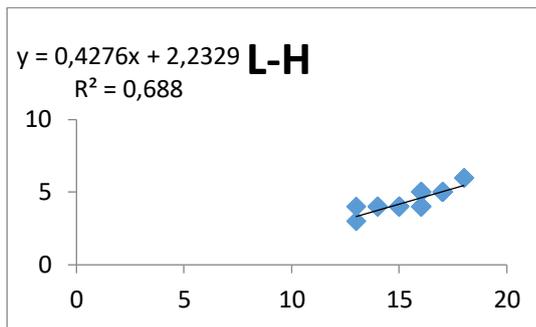
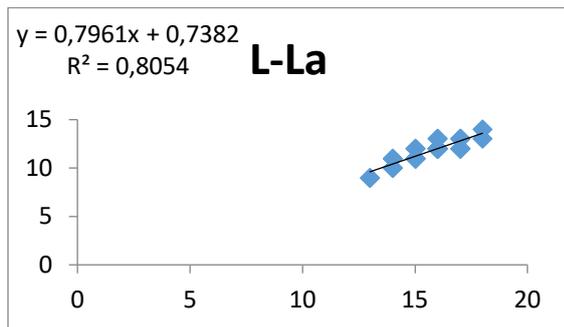


Stidia

E. GRANDES

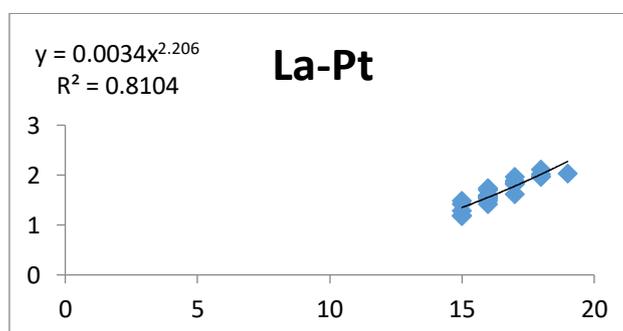
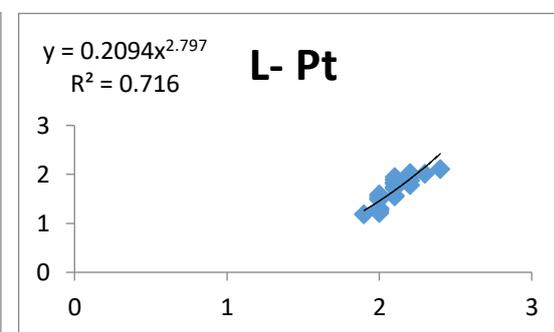
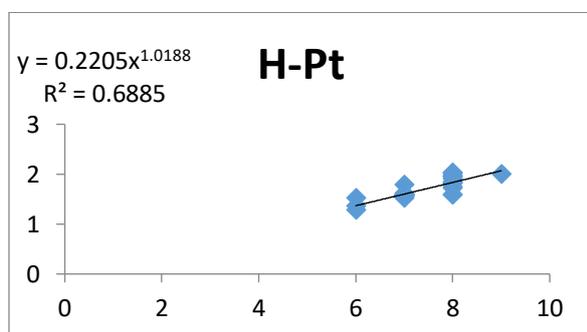
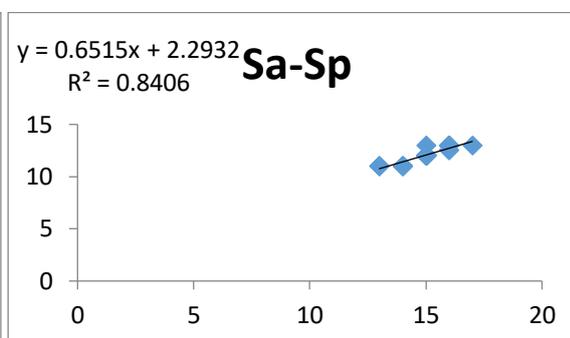
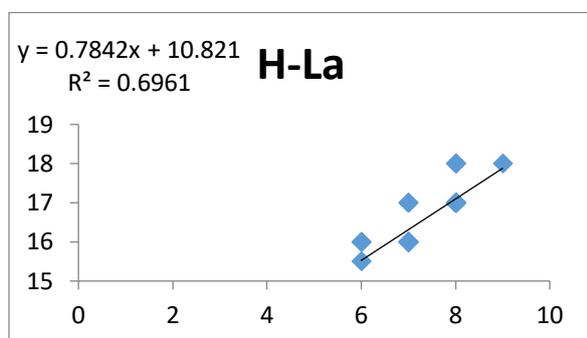
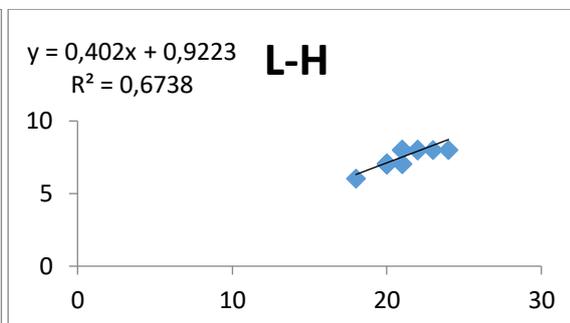
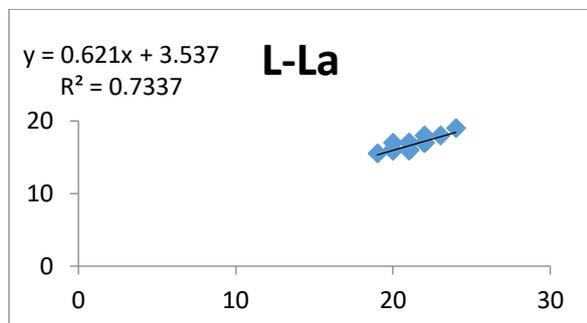


E.PETITE

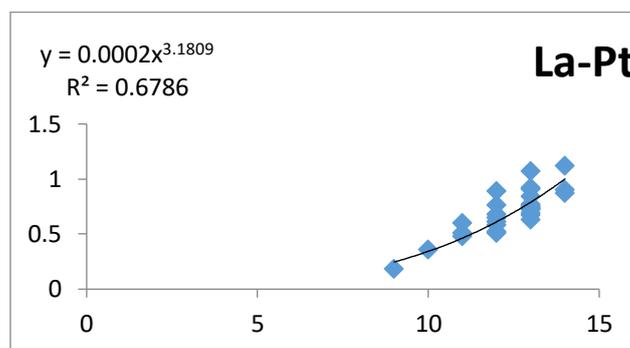
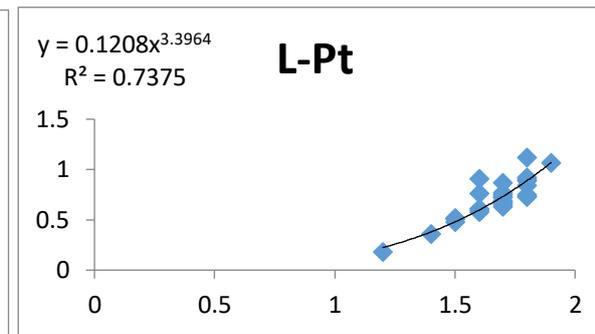
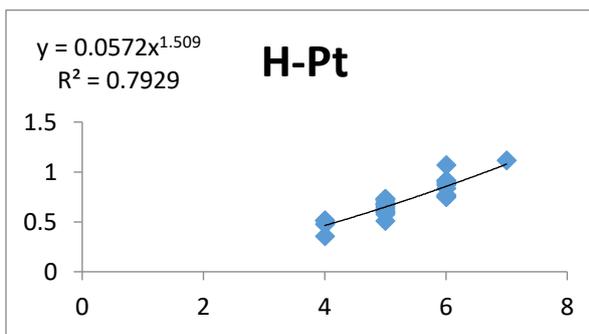
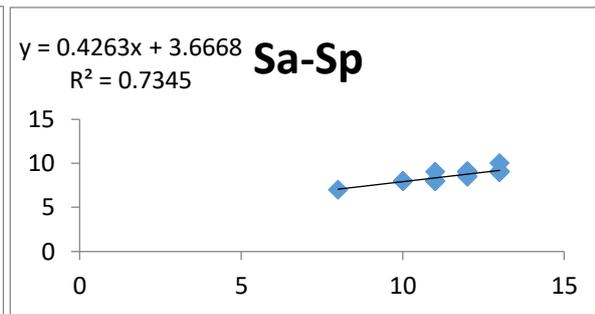
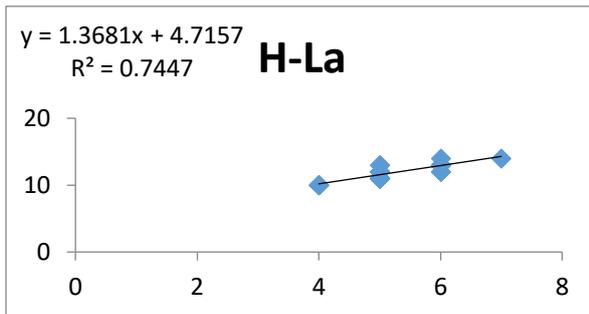
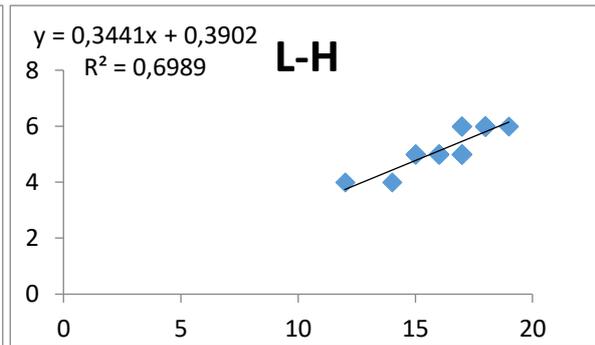
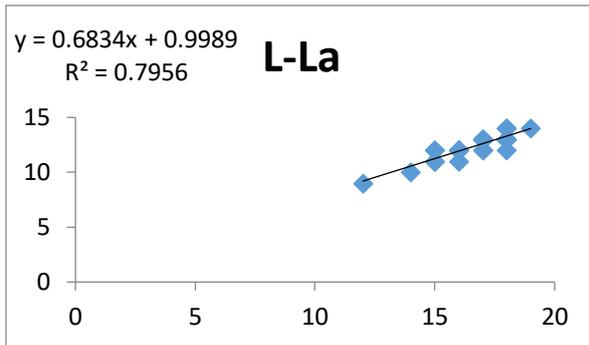


Stidia

E.GRANDES

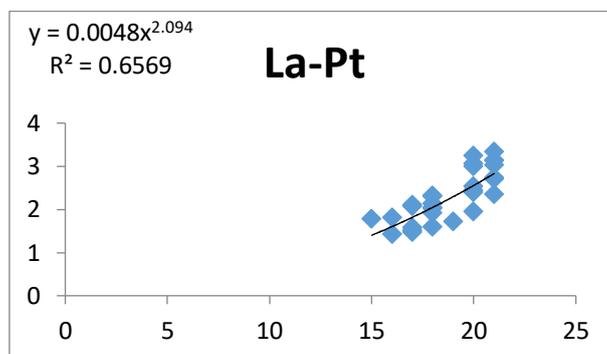
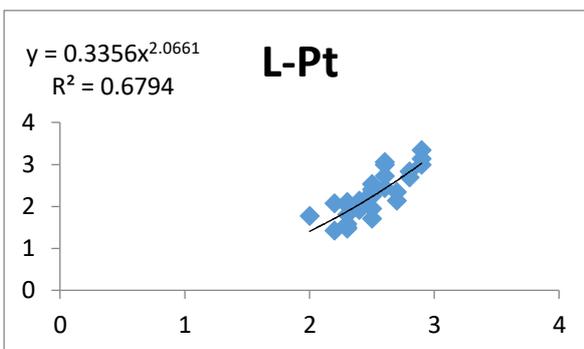
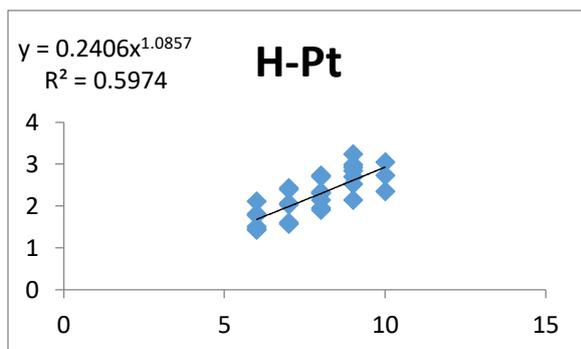
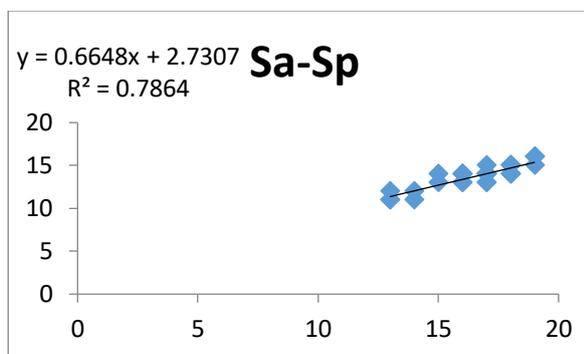
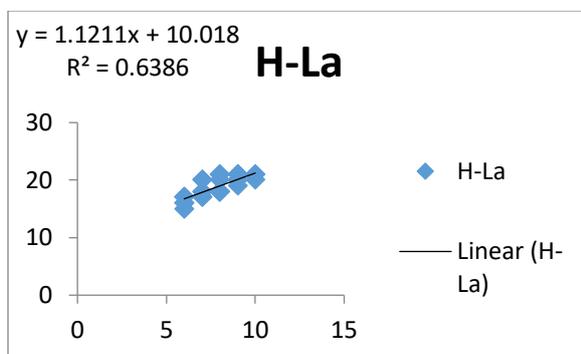
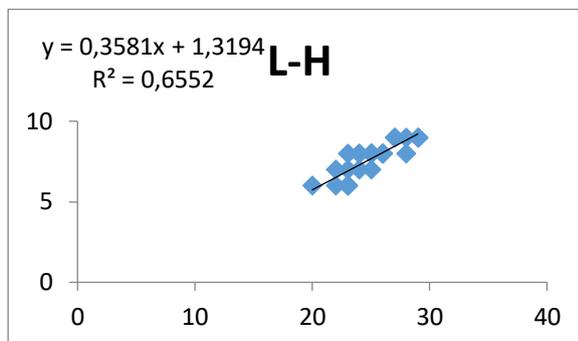
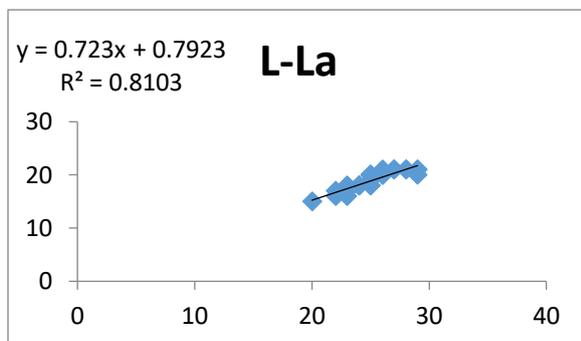


E.PETITE

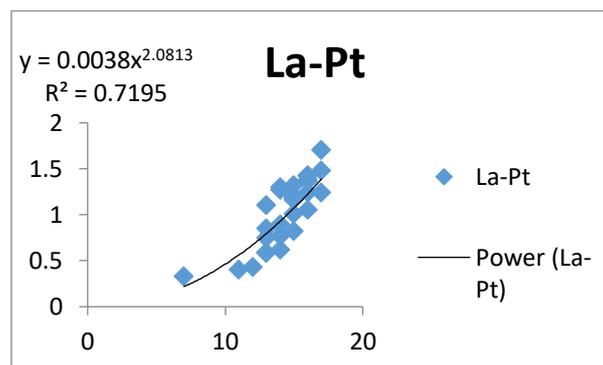
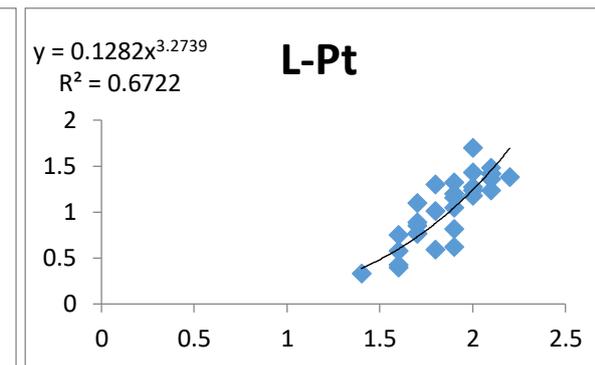
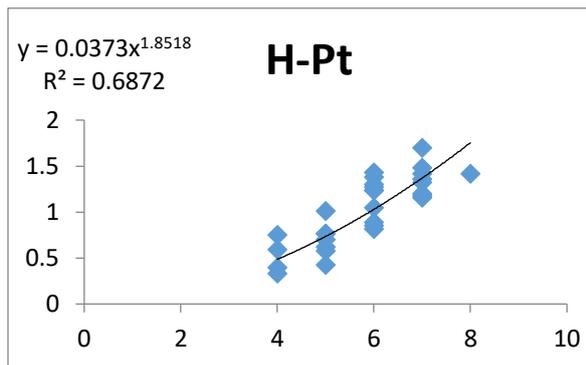
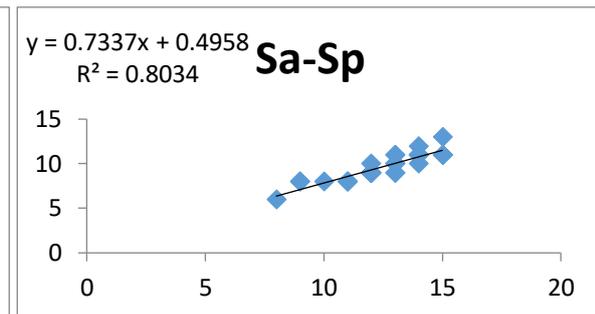
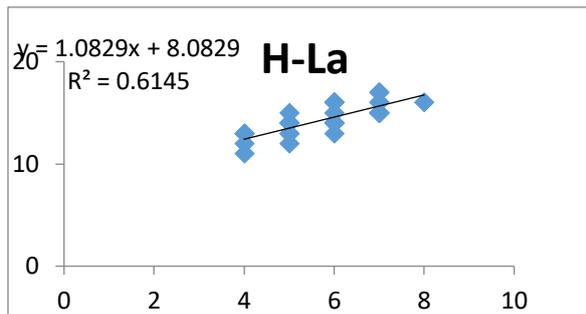
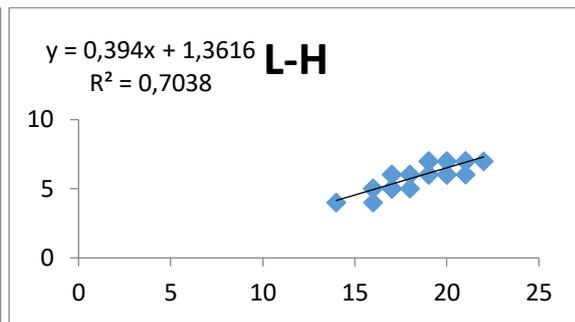
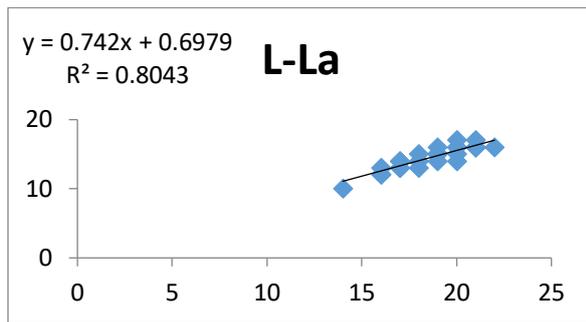


Porte de salamandre

E. GRANDES

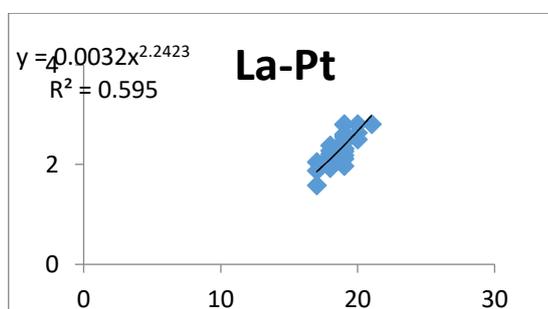
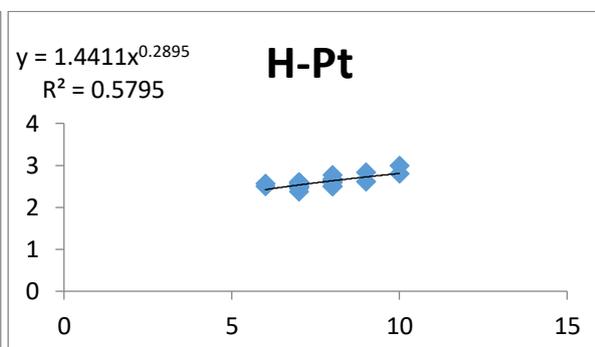
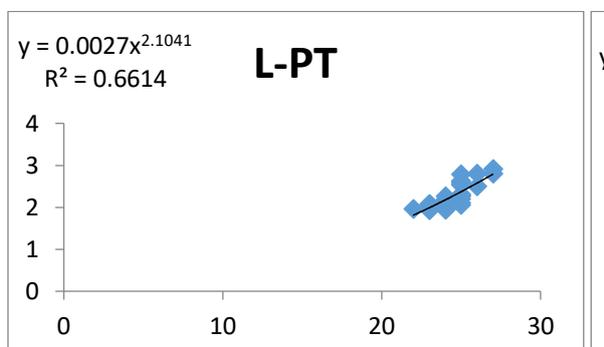
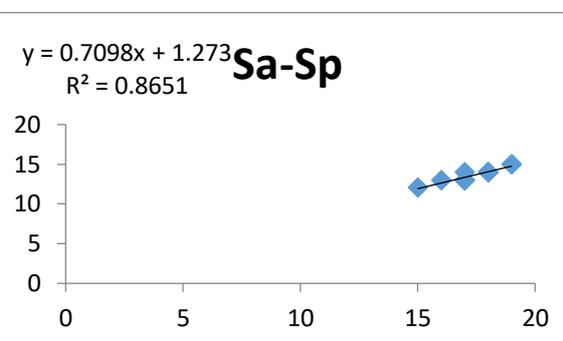
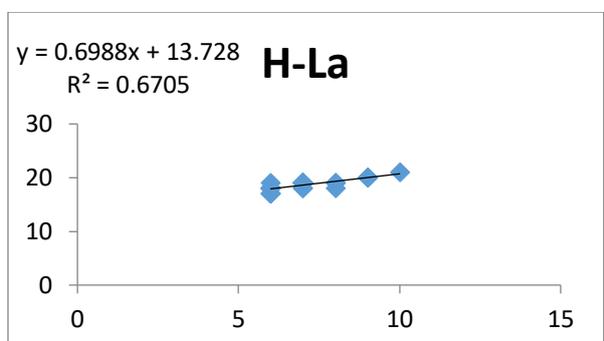
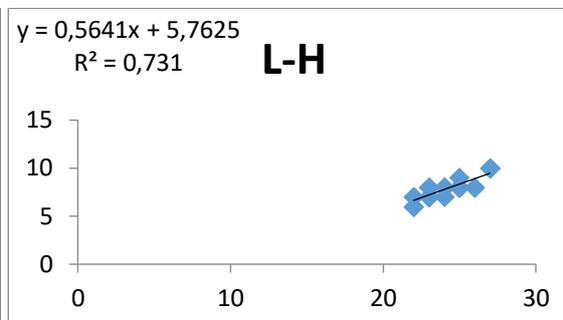
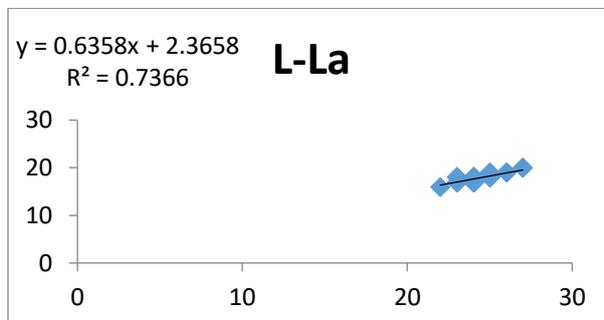


E.PETITE

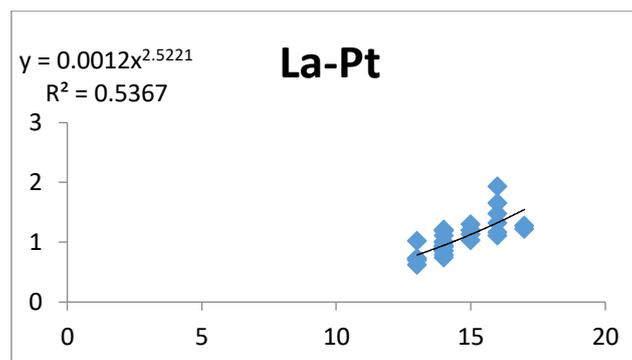
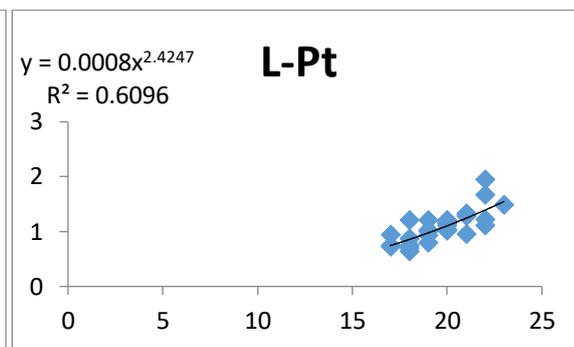
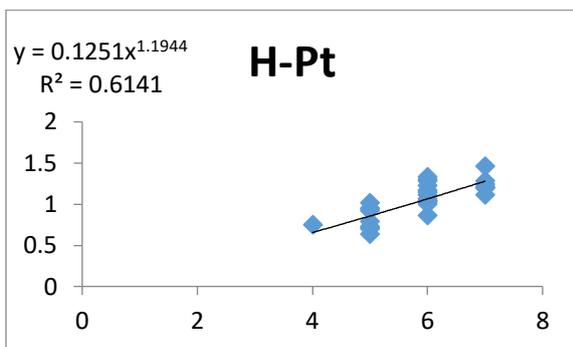
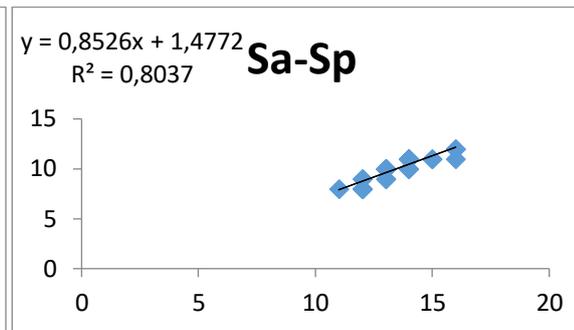
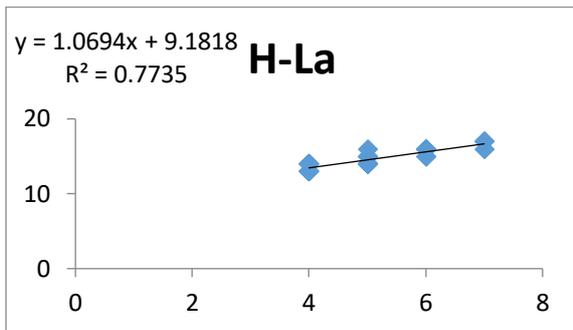
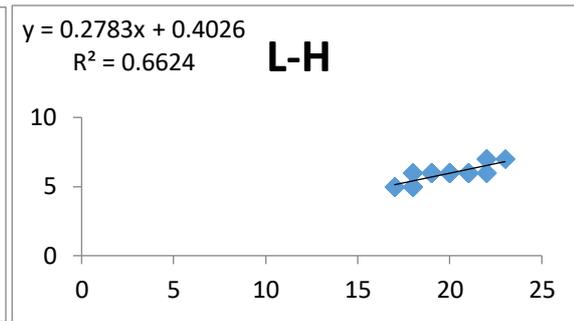
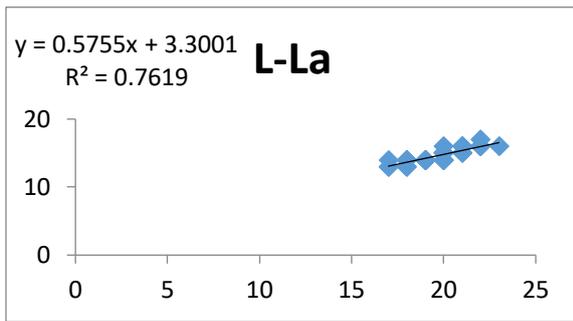


Porte de Mostaganem (salamandre)

E. GRANDES

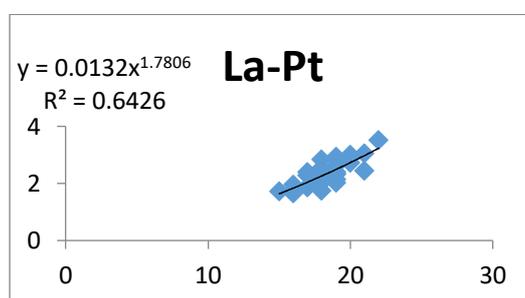
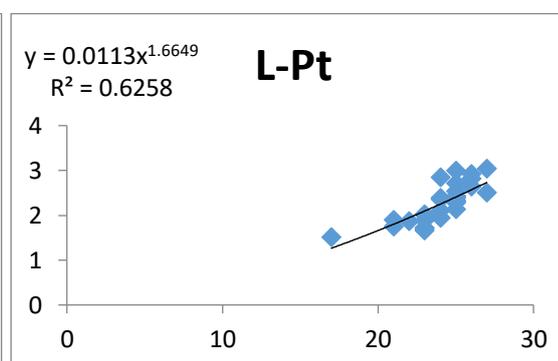
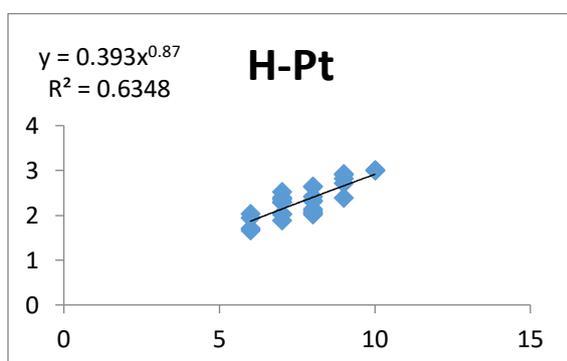
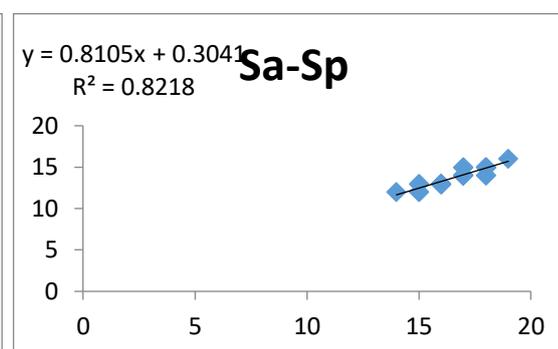
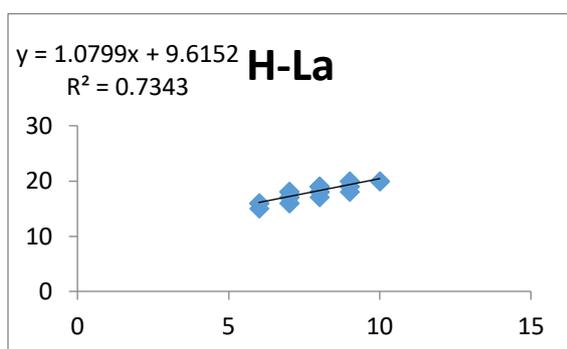
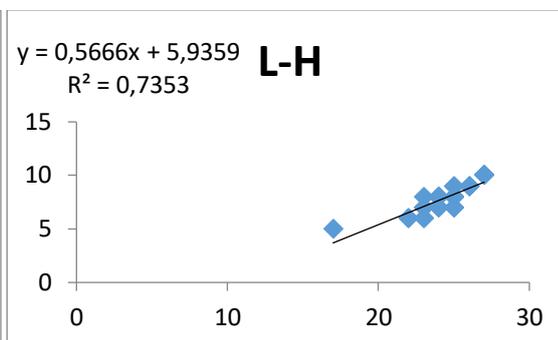
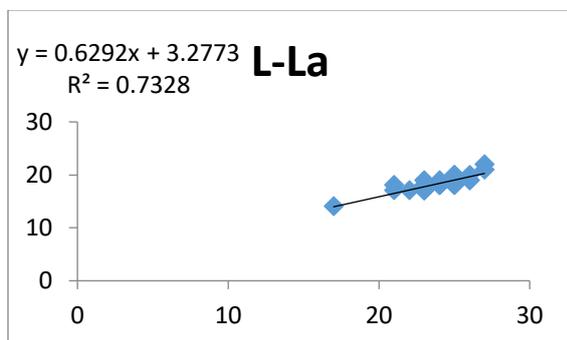


E. PETITE



Porte de Mostaganem (salamandre)

E. GRANDES



E.PETITE

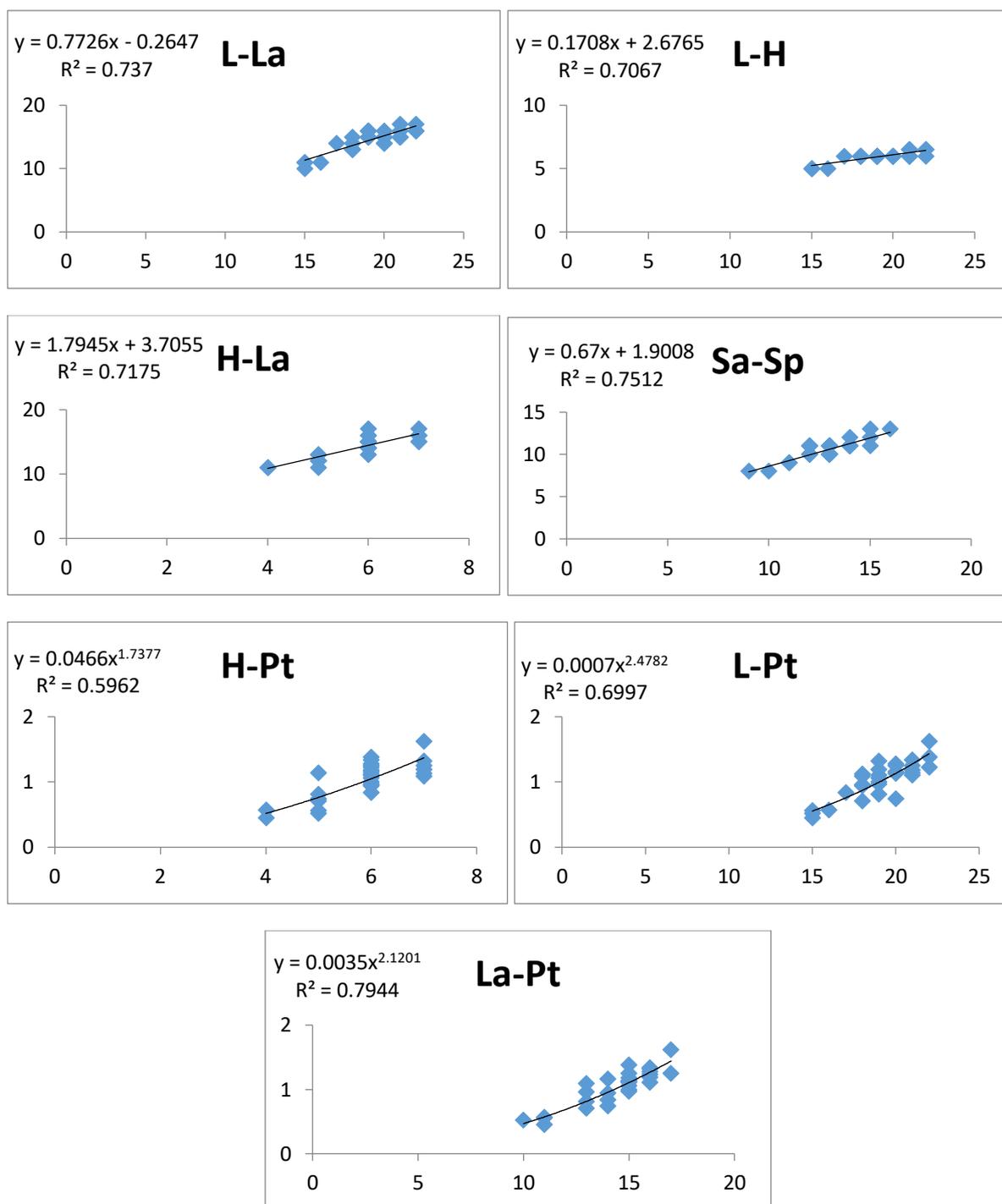


Figure 27 : Corrélations entre les six paramètres biologiques (L, H, La, Sa, Sp et PT) chez *Siphonariapectinata* au niveau des sites port de M.salamandre et Stidia durant les trois mois de l'année 2023 (Février, Mars et Avril)