



FACULTE

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MER ET DE L'AQUACULTURE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

**Bekhtaoui Amina**

**Abderrahmane Leyla**

Pour l'obtention du diplôme de

**MASTER EN HYDROBIOLOGIE MARINE ET CONTINENTALE**

Spécialité: (Ressources halieutiques)

THÈME

Evaluation biométrique de la fausse patelle (*Siphonaria pectinata*) issue de deux sites contrastés de la côte Mostaganemoise.

Soutenue publiquement le 28/06/2020

DEVANT LE JURY

Président	Dr BENAMAR Narjess	U. Mostaganem
Encadreur	Dr AIT MOHAMED AMER Lilia	U. Mostaganem
Co-encadreur	Pr MEZALI Karim	U. Mostaganem
Examineur	Dr BEKADA Djamel Eddine	U. Mostaganem

Thème réalisé au Laboratoire d'halieutique. (Université de Mostaganem)  
2019/2020



# REMERCIEMENTS

*Tout d'abord, nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir donné  
la force, le courage de surmonter tous les problèmes.*

*Nos remerciements s'adressent en particulier à notre promotrice **Dr***

***AIT MOHAMED AMER Lilia**, maître de conférences au département de « Sciences de la mer et de l'aquaculture » de l'université Abdelhamid ibn Badis Mostaganem pour avoir encadré et dirigé ce travail avec une grande rigueur scientifique. Sa disponibilité, ses conseils et la confiance qu'elle nous a accordée, nous a permis de réaliser ce travail.*

*Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche*

*Au **Dr BENAMAR Narjess**, maître de conférence au département de*

*« Sciences de la mer et de l'aquaculture » de l'université Abdelhamid ibn Badis Mostaganem, pour avoir accepté de présider le jury. Sensible à l'intérêt que vous avez bien voulu porter à ce travail, nous vous prions de croire en notre éternel respect et nos sincères gratitude.*

*Au **Dr Bekada Djamel Eddine**, maître de conférence au département « Sciences de la mer et de l'aquaculture » de l'université Abdelhamid ibn Badis Mostaganem, pour nous avoir honoré d'examiner ce travail, nous vous sommes très reconnaissantes de votre présence, et nous vous adressons nos vifs remerciements.*

*Nos remerciements les plus chaleureux ET spéciales vont droit à Monsieur **TAÏBI Nasreddine** pour sa présence et ses précieux conseils lors de notre séance d'échantillonnage*

*On remercie aussi vivement l'ingénieur du laboratoire d'Halieutique, d'université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem*

*A tous nos enseignants durant tout le parcours universitaire et spécialement au département « Sciences de la Mer et de l'Aquaculture »*

*Enfin, on tient également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la Réalisation de ce travail*

## ***Dédicace***

*En premier lieu je remercie Allah le tout puissant de m'avoir donné la volonté, la Santé et le courage pour réaliser ce travail.*

*Je dédie ce modeste travail...*

### ***A ma très chère mère***

*Affable, honorable, aimable : tu présente pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Je te dédie ce travail en témoignages de mon profond amour. Puisse dieu, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.*

### ***A mon père***

*Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime et le respect que j'ai toujours eu pour toi. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.*

*A ma petite sœur, tu es toujours dans mon cœur*

*A mes frères, ANWAR, NASR ELDIN*

*Aussi à tous les membres de ma famille, petite et grands*

*Mme AIT MOHAMED AMER Lilia , qui doit voir dans ce travail la fierté d'un savoir bien acquis*

*A tous mes amis et mon binôme leyla*

**AMINA**

## ***Dédicace***

*C'est avec un énorme plaisir et une immense joie, que je dédie ce travail*

*A ma très chère mère ! qui ma soutenue et  
encouragé pour arriver à ce niveau universitaire  
de son vivant et qui continue de le faire*

*pour son sacrifices et son soutiens permanents*

*A mon très cher père que j'estime beaucoup pour sa  
tendresse et sa compréhension pour son soutien moral  
et matériel, je souhaite tellement ta présence.*

*A ma grande mère pour tous son amour, sa  
gentillesse, son soutien et ses prières  
pour ma réussite tout au long de mes études.*

*Pendant mes années d'études,*

*A mes très chers frères*

*A tous les membres de ma famille, petits et grands*

*Veillez trouver dans ce modeste travail l'expression de mon Affection*

*Je dédie aussi ce mémoire à tous mes amis (**Amina**)*

*Je ne saurai terminer sans citer ma promotrice **Mme Aït Mohamed Amer***

*Enfin à toute personne qui m'ont encouragée ou aidée toute au long de  
mes études.*

***Leyla***

# Table de matières

Liste des Abréviations.  
 Liste des figures.  
 Liste des tableaux.  
 Résumés.

	<b>Introduction</b>	<b>1</b>
	<b>Partie 1 : Biologie et écologie de <i>Siphonaria pectinata</i></b>	
<b>I</b>	<b>Biologie</b>	<b>3</b>
<b>I.1</b>	Définition et caractéristiques communes aux mollusques	<b>3</b>
<b>I.1.1</b>	Les Gastéropodes	<b>3</b>
<b>I.1.1.1</b>	Anatomie d'un Gastéropode	<b>3</b>
<b>I.2</b>	Le genre « <i>Siphonaria</i> »	<b>4</b>
<b>I.2.1</b>	Quelques espèces du genre <i>Siphonaria</i>	<b>5</b>
<b>I.2.1.1</b>	<i>Siphonaria crenata</i>	<b>5</b>
<b>I.2.1.2.</b>	<i>Siphonaria belcheri</i>	<b>6</b>
<b>I.2.1.3.</b>	<i>Siphonaria alba</i>	<b>6</b>
<b>I.2.1.4.</b>	<i>Siphonaria ferruginea</i>	<b>7</b>
<b>I.2.1.5.</b>	<i>Siphonaria Laciniosa</i>	<b>7</b>
<b>I.2.1.6.</b>	<i>Siphonaria crassicostata</i>	<b>8</b>
<b>I.2.1.7.</b>	<i>Siphonaria plana</i>	<b>8</b>
<b>I.2.1.8.</b>	<i>Siphonaria carbo</i>	<b>8</b>
<b>I.2.1.9.</b>	<i>Siphonaria normalis</i>	<b>9</b>
<b>I.2.1.10</b>	<i>Siphonaria pectinata</i>	<b>9</b>
	<b>A-</b> Classification général de <i>Siphonaria pectinata</i>	<b>10</b>
	<b>B-</b> Description de l'espèce	<b>10</b>
	<b>C-</b> La morphologie externe et interne de l'espèce	<b>11</b>
	<b>C.1.</b> Morphologie externe du corps	<b>11</b>
	<b>C.2.</b> Morphologie interne	<b>15</b>
	<b>D-</b> La reproduction	<b>16</b>
	<b>E-</b> Comportement de frai	<b>17</b>
	<b>F-</b> Développement larvaire	<b>18</b>
	<b>G-</b> Embryologie	<b>20</b>
<b>II</b>	<b>Ecologie</b>	<b>20</b>
<b>II-1</b>	Habitat et distribution	<b>20</b>
<b>II-2</b>	Alimentation	<b>22</b>
<b>II-3</b>	Habitat	<b>22</b>
<b>III</b>	Genre similaire « <i>Patella</i> »	<b>23</b>
	<b>Partie 2 : Présentation du secteur d'étude</b>	
<b>I</b>	La mer Méditerranée	<b>24</b>
<b>1</b>	Caractéristiques générales de la côte algérienne	<b>24</b>
<b>2</b>	Données générales sur la wilaya de Mostaganem	<b>25</b>
<b>3</b>	Hydrodynamisme	<b>25</b>
<b>4</b>	Température et salinité	<b>25</b>
<b>5</b>	Choix des stations d'étude	<b>27</b>
	<b>5.1-</b> Le site de Stidia plage	<b>27</b>
	<b>5.2-</b> Le site de port de Mostaganem	<b>28</b>
	<b>Partie 3 : Matériel et méthodes</b>	
<b>1</b>	Le choix d'un bioindicateur	<b>29</b>

2	Méthodologie	30
3	Collecte des échantillons	30
4	Etiquetage des échantillons	31
5	Traitement au laboratoire	31
6	Mesures biométriques	31
	<b>Partie 4 : Résultats discussion</b>	
1	Analyse des paramètres biométriques.	33
	<b>Conclusion</b>	44
	<b>Références bibliographique</b>	45

## Liste des abréviations

**Fev** : Février

**H**: hauteur

**L**: Longueur

**La**: Largeur

**Pt**: Poids total.

**r** : coefficient de corrélation.

**S**: Siphonaria.

**Sa**: Sommet antérieur.

**SP**: Sommet P ostérieur.

**PM**: Port de Mostaganem.

**PG**: Spécimens de grande taille du site du port de Mostaganem

**PP**: Spécimens de petite taille du site du port de Mostaganem

**STD**: Stidia.

**SG**: Spécimens de grande taille du site de Stidia.

**SP** : Spécimens de petite taille du site de Stidia

## Listes des Figures

Figure	Titre	Page
Figure 1	<i>Siphonaria crenata</i>	6
Figure 2	<i>Siphonaria belcheri</i>	6
Figure 3	<i>Siphonaria alba</i> (Hubendick ,1946)	7
Figure 4	<i>Siphonaria ferruginea</i> (Reeve ,1856)	7
Figure 5	<i>Siphonaria laciniosa</i> (Linné ,1758)	7
Figure 6	<i>Siphonaria crassicostata</i> (Deshayes, 1863)	8
Figure 7	<i>Siphonaria plana</i> (Quoy &Gaimard, 1833)	8
Figure 8	<i>Siphonaria carbo</i> (Hanley,1858).	8
Figure 9	<i>siphonaria normalis</i> (Linné ;1758)	9
Figure 10	<i>Siphonaria pectinata</i>	10
Figure 11	Spécimens représentatifs de <i>Siphonaria pectinata</i> des localités échantillonnées. <b>A, B.</b> Spécimen vivant de Fort Pierce, Floride (MCZ DNA104866). <b>C.</b> Vue ventrale de la coquille de Fort Pierce (MCZ DNA104866). <b>D, E.</b> Spécimen conservé de Kribi, Cameroun (MCZ DNA104633). <b>F.</b> Vue dorsale d'un spécimen conservé de Kribi (MCZ DNA104633). <b>G, H.</b> 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.	11
Figure 12	<i>Siphonaria pectinata</i> . Morphologie de la coquille et anatomie général: 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 antéroventrale; 9 - coquille, vue dorsale (L 32,3 mm). <b>Br</b> - Branchies, <b>Pi</b> – pied, <b>Ma</b> : Manteau, <b>Te</b> – tête, <b>Bo</b> - la bouche, <b>Co</b> -coquille, <b>Ye</b> -yeux, <b>Pc</b> - péricarde (Luiz et al ,2017).	12
Figure 13	la morphologie externe et interne de la coquille de <i>Siphonaria</i>	14
Figure 14	<i>Siphonaria pectinata</i> . 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).	15
Figure 15	Rubans de masse d'œufs typiques déposés par <i>Siphonaria pectinata</i> entre desbalanes. ( Terencem. J. Ocaña and rolandh. Emson)	18
Figure 16	Série de stades de développement chez <i>S. pectinata</i> . <b>A.</b> Capsules d'œufs ellipsoïdales de pontes fraîchement pondues avant le début du clivage. <b>B.</b> Premiers stades de la division cellulaire. <b>C.</b> Blastula précoce, 4 jours après le dépôt. <b>D.</b> Blastula tardive, 6 jours après le dépôt. <b>E.</b> oeuf fécondé précoce, 12 jours après le dépôt. <b>F</b> : Veligers avancés prêts à éclore, 18 jours après le dépôt. (Terencem. J. Ocaña and rolandh. Emson1999)	19
Figure 17	Observation d'une colonie de <i>S.pectinata</i>	23

<b>Figure 18</b>	Présentation des déchets solides au niveau du port de Mostaganem	<b>26</b>
<b>Figure 19</b>	vue général sur le site de stidia	<b>27</b>
<b>Figure 20</b>	vue général du point d'échantillonnage du port de Mostaganem	<b>28</b>
<b>Figure 21</b>	Fasse patelle ( <i>Siphonaria pectinata</i> ) dans son habitat naturel	<b>30</b>
<b>Figure 22</b>	Collecte de <i>Siphonaria pectinata</i>	<b>30</b>
<b>Figure 23</b>	Différentes mensurations effectuées sur les coquilles de <i>Siphonaria</i> étudiées. <b>1</b> : Mesure de la largeur, <b>2</b> : Mesure de la hauteur ;, <b>3</b> : Mesure du sommet postérieur, <b>4</b> : Mesure de la longueur, <b>5</b> : pesée du poids total, <b>6</b> Mesure du sommet antérieur	<b>32</b>
<b>Figure24</b>	Corrélations entre les six paramètres biologiques (L, H, La, Sa, Sp et PT) chez <i>Siphonaria pectinata</i> au niveau des sites port de Mostaganem et Stidia durant le mois de février de l'année 2020	<b>39</b>
<b>Figure25</b>	Corrélations entre les six paramètres biologiques (L, H, La, Sa, Sp et PT) chez <i>Siphonaria pectinata</i> au niveau du site de Stidia durant le mois de février de l'année 2020	<b>41</b>

## Liste des tableaux

Tableau	Titre	page
<b>Tableau 1</b>	Systématique de l'espèce étudiée	10
<b>Tableau 2</b>	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: grandes, P: petites) ; (min : minimum, max : maximum) sur <i>S.pectinata</i> échantillonnée depuis deux sites contrastés (PM, STD) durant le mois de Février (Fev)	34
<b>Tableau 3</b>	Equations allométriques entre les six paramètres choisis ( <b>L</b> : longueur, <b>H</b> : hauteur, <b>La</b> largeur, <b>Pt</b> : poids total, <b>Sa</b> : Sommet antérieur, <b>Sp</b> : Sommet postérieur) de <i>Siphonaria pectinata</i> dans la station du PM (Port de Mostaganem) durant le mois de février de l'année 2020. <b>N</b> : nombre d'échantillons, <b>R</b> : Coefficient de corrélation des équations de régressions, <b>PP</b> : les Spécimens de petite taille du site du Port de Mostaganem, <b>GP</b> : Spécimens de grande taille du site du Port de Mostaganem, <b>**</b> : significativité du test de Student ( $P<0,05$ )	36
<b>Tableau 4</b>	Equations allométriques entre les six paramètres choisis ( <b>L</b> : longueur, <b>H</b> : hauteur, <b>La</b> largeur, <b>Pt</b> poids total, <b>Sa</b> : Sommet antérieur, <b>PS</b> : Sommet postérieur) de <i>Siphonaria pectinata</i> dans la station du STD (stidia) durant le mois de février de l'année 2020. <b>N</b> : nombre d'échantillons, <b>R</b> : Coefficient de corrélation des équations de régressions, <b>SP</b> : les Spécimens de petite taille du site de Stidia, <b>GS</b> : Spécimens de grande taille du site de Stidia, <b>**</b> : significativité du test de Student ( $P<0,05$ )	37

## Résume :

L'intérêt porté à la fausse patelle *Siphonaria pectinata* (Linné, 1758) est lié à l'importance de ses relations avec le phytobenthos marin étant un mollusque gastéropode très fréquent sur toutes les côtes rocheuses de l'Ouest algérien exposant ainsi des traits écologiques et comportementaux complexes qui varient d'un milieu à un autre selon le degré de pollution. Notre étude englobe une partie qui concerne l'analyse de la diversité biométrique de *S. pectinata* peuplant deux sites rocheux à savoir Stidia (STD) et le port de Mostaganem (PM). L'objectif principal de cette étude est l'évaluation de la résistance de cette dernière, aussi de statuer sur son profil, elle reste jusque là mal connue car mis à part l'étude semblable réalisée au cours de l'année précédente (2019), aucune étude ne lui a été consacrée. Le travail consiste en une série de mesures biométriques réalisées sur 120 individus de ce Mollusque Gastéropode à savoir : la hauteur de la coquille (H), la longueur (L) la largeur (La), sommet antérieur (Sa), sommet postérieur (Sp) ainsi que le poids total frais (Pt) sont effectuées pour l'ensemble des populations de *S. pectinata*. Les relations biométriques réalisées entre les différentes mesures (longueur-hauteur, longueur-largeur, longueur- poids total, hauteur- poids total, largeur-poids total, sommet postérieur-sommet antérieur) ont été réalisées suite aux courbes puissances de la forme  $y=ax^b$  et suite au test de STUDENT « t ». Les résultats obtenus révèlent des relations allométriques majorantes et isométriques mais la dominance va à l'allométrie minorantes entre les différents paramètres biologiques. On a pu observer que la fausse patelle favorise le développement de sa coquille en hauteur suivie de la largeur et la longueur et finalement l'accroissement du poids total frais. Le sommet antérieur quand à lui pousse plus lentement que le sommet postérieur. Il s'agit bien d'une réponse adaptative aux conditions physiques et écologiques du milieu. Cette étude a montré qu'il n'existe pas de différence significative ( $p < 0,05$ ) entre les caractéristiques morphométriques des deux populations étudiées.

**Cette approche représente un bon moyen d'évaluation environnementale qui pourrait être utilisé dans les programmes de biosurveillance.**

## Mots clés :

*Siphonaria pectinata*, indices biométriques, port de Mostaganem, Stidia, biosurveillance.

## ملخص

يرتبط الاهتمام ب(*Siphonaria pectinata* linné; 1758) بأهمية علاقات هذه الأخيرة مع الفيتوبانتوس البحرية كونها رخويات معدية متواجدة بكثرة على جميع السواحل الصخرية لغرب الجزائر معرضة انماط سلوكية و بيئة معقدة و التي تختلف من بيئة الي اخري اعتمادا على درجة التلوث. تتضمن دراستنا جزءا يتعلق بالاختلافات البيومترية *S.pectinata* التي تملا موقعين صخريين و هما ستيديا و ميناء مستغانم. الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو تقييم مقاومة هذه الأخيرة و كذلك لتحديد ملفها الشخصي. فهي لا تزال غير معروفة حتى الان لأنه بغض النظر عن الدراسة المماثلة في العام السابق. لم يتم اجراء اي دراسة خاصة. يتمثل العمل في سلسلة من القياسات التي تم اجراؤها علي عينة لمدة شهر واحد للمؤشرات البيومترية ل 120 فردا من هذا الرخويات المعدية. وهي ارتفاع القشرة (H) الطول (L) العرض (La) و الوزن الكلي (pt) و القمة الامامية (Sa) و القمة الخلفية (Sp) لجميع مجموعات (*S.pectinata*) تم معالجة وتحليل ارتباط القياسات المختلفة (الطول\_الارتفاع، الطول\_ العرض، الطول\_الوزن الإجمالي، الارتفاع\_الوزن الإجمالي، العرض\_الوزن الإجمالي، القمة الأمامية\_ القمة الخلفية) بتابع منحنيات القدرة  $y=ax^b$  واتباع اختبار *STUDENT/t*.

كشفت النتائج التي تم الحصول عليها فيما يتعلق القياسات الحيوية عن العلاقات أيزومترية وعلاقات عليا و لكن الهيمنة تعود الي العلاقات الصغرى بين مختلف المؤشرات البيولوجية. تكشف النتائج عن تطور صدفتها في الارتفاع أولاً متبوعاً بللعرض و الطول ثانياً، ويأخذ المؤشر للوزن الإجمالي الكلي المركز الأخير ليسجل أطول سرعة نمو مقارنة بالمعايير الثلاثة السابقة القمة الامامية تنمو بسرعة بطيئة من القمة الخلفية. إنه بالفعل استجابة تكيفية للظروف المادية والإيكولوجية للمحيط. أظهرت هذه الدراسة أنه لا يوجد فرق معنوي ( $P < 0.05$ ) بين الخصائص المورفومترية للمجموعتين المدروستين

يمثل هذا النهج وسيلة جيدة للتقييم البيئي التي يمكن استخدامها في برامج المراقبة الحيوية

الكلمات الدالة:

*Siphonaria pectinata*، مؤشرات البيومترية. ميناء مستغانم، ستيديا الرصد الحيوي.

## **Abstract:**

The interest in the false limpet *Siphonaria pectinata* (Linné, 1758) is linked to the importance of these relationships with the marine phytobenthos being a gastropod mollusk very frequent on all the rocky coasts of western Algeria thus exposing complex ecological and behaviors that vary from one environment to another depending on the degree of pollution. Our study includes a part which concerns the analysis of the biometric diversity of *S. pectinata* populating two rocky sites namely Stidia (STD) and the Mostaganem harbor (PM). The main objective of this study is the evaluation of the resistance of the latter, also to rule on its profile, it remains so far poorly known because apart from the similar study the previous year (2019), no study has been consecrated. The work consists of a series of measurements carried out on a one-month sampling of the biometric indices of 120 individuals of this Mollusc Gastropod, namely: the height of the shell (H), the length (L) the width (La), apex anterior (Sa), posterior apex (Sp) and the total fresh weight (Pt) are performed for all populations of *S. pectinata*. The correlation of the different measurements (length-height, length-width, length-total weight, height-total weight, width-total weight, posterior apex-anterior apex) was treated and analyzed following the power curves of the form  $y = ax^b$  and following the STUDENT "t" test. The results obtained concerning biometrics reveal major allometric and isometric relationships but the dominance goes to the minor allometry between the different biological parameters. It has been observed that the false limp promotes the development of its shell in height followed by the width and the length and finally the increase in the total fresh weight. The anterior apex when it grows more slowly than the posterior apex. It is indeed an adaptive response to the physical and ecological conditions of the environment. This study showed that there is no significant difference ( $p < 0.05$ ) between the morphometric characteristics of the two populations studied.

**This approach represents a good means of environmental assessment that could be used in biomonitoring programs.**

## **Keywords :**

*Siphonaria pectinata*, biometric indices, Mostaganem harbor, Stidia, biomonitoring.

---

---

# INTRODUCTION

---

---

L'introduction d'espèces non indigènes est un processus dynamique et un fort changement de la communauté marine du monde entier (Streftaris et *al.*, 2005). Le réchauffement climatique est en fait considéré comme le facteur majeur induisant des changements d'aire de répartition des espèces marines (CIESM, 2008) et semble avoir un effet plus rapide sur les mers semi-fermé « Méditerranée » que sur les océans du monde. (Lejeusne et *al.*, 2010), (Zenetos et *al.*, 2008), ont affirmé que 903 espèces sont entrés dans la mer Méditerranée. La plupart de ces nouveaux arrivants sont des espèces thermophiles de l'Indo-Pacifique d'origine qui sont entrées par le canal de Suez ou espèces de l'Atlantique tropical introduites par le détroit de Gibraltar. Les climatologues considèrent que la rive sud de la Méditerranée, à laquelle les algériens appartiennent, a été la plus touché par le changement climatique que la plupart des autres régions du monde (Radhouane, 2013).

Les milieux côtiers sont sujets à une forte variabilité environnementale naturelle qui impose un stress aux organismes, ces derniers doivent faire face à des variations des facteurs physico-chimiques comme la salinité, la température ou la disponibilité en oxygène, a cela s'annexe des perturbateurs d'origine anthropique (Pihl et *al.*, 2005) .

Cette pollution et son impact sur la santé des organismes marins représentent à l'heure actuelle un enjeu majeur sur l'équilibre structural des différents écosystèmes existants. En effet, de nombreux polluants de propriétés et de structure très variées sont à l'origine de la contamination et de la dégradation de l'environnement marin qui découle des différents aménagements effectués par l'homme qui entraîne une perte importante d'habitats essentiels et principalement au niveau des différents étagements (McLusky et *al.*, 1992).

Pour surveiller et essayer de contrôler cette pollution, des espèces bioindicatrice sont utilisées dans des programmes de biosurveillance dont l'exemple de la fausse patelle de Méditerranée, *Siphonaria pectinata*.

*Siphonaria pectinata* (Linnaeus, 1758), est un gastéropode pulmonaire à développement planctotrophique qui habite les substrats rocheux à la ligne de marée haute ou basse et au milieu du littoral (Ocaña et Emson 1999; Antit et *al.* 2008; Boukhicha et *al.* 2015). L'espèce était considérée comme originaire de l'Atlantique Ouest, de la Floride et du Texas au Mexique, de l'Atlantique Est du Portugal au Cameroun et de la Méditerranée occidentale où elle était limitée au sud-ouest de la péninsule ibérique et à l'Algérie en Afrique du Nord (Pallary 1900; Hidalgo 1917 ; Voss 1959). À la suite d'une évaluation moléculaire qui a distingué trois lignées, *S. pectinata* était considérée comme limitée à l'Atlantique Est et à la Méditerranée (Giribet et Kawauchi 2016), tandis que *S. naufragum* (Stearns, 1872) a été

trouvée en Floride et dans le golfe du Mexique, et *S. placentula* (Menke, 1853) était limité à l'archipel du Cap-Vert (Giribet et Kawauchi 2016). Dans les années 1980, *S. pectinata* a étendu sa distribution géographique le long du nord de la Méditerranée, atteignant la Croatie et la Grèce (Nicolay 1980; Crocetta 2016). En Tunisie, cette espèce exotique a d'abord été enregistrée en 1998 à Bizerte et Tabarka, élargissant son aire de répartition au golfe de Tunis en 2005 et à Kelibia en 2010 Enzenroß et Enzenroß 2001; Antit et *al.* 2008; Boukhicha et *al.* 2015).

La biologie de la reproduction de certaines espèces de la famille des Siphonariidae a été étudiée dans l'ensemble de leur aire de répartition. Cela concerne principalement le frai et le développement embryonnaire de *S. alternata*, *S. baconia*, *S. den-ticulata*, *S. diemenensis*, *S. japonica*, *S. lessonii*, *S. pectinata*, *S. serrata* et *S. virgulata* de Gibraltar, Algérie, Floride, Argentine, Japon et Australie (Dieuzeide 1935; Voss 1959; Zischke 1974; Mapstone 1978; Creese 1980; Ocaña et Emson 1999; Huang et Chan 2000; Zabala et *al.* 2018). D'autres études ont signalé le cycle de reproduction de *S. capensis* et *S. serrata* en Afrique du Sud sur la base d'analyses histologiques et de l'ultrastructure de la gamétogenèse (Hodgson et *al.* 1991; Pal et Hodgson 2002, 2005). Dans le cas de *S. pectinata*, ces informations sont pour la plupart datées et dispersées, manquant d'informations détaillées sur divers aspects de la saison et du comportement de frai, la fécondité potentielle, le développement embryonnaire et larvaire, la croissance et la colonisation.

---

---

***PARTIE 1 :***  
***PRÉSENTATION DU MODÈLE BIOLOGIQUE***

---

---

## **I- Biologie :**

### **I.1.Définition et caractéristiques communes aux mollusques :**

Ceux sont des animaux invertébrés aquatiques au corps mou ou vivant dans des lieux humides. L'embranchement des mollusques (du latin molluscus, mou) comprend 100.000 espèces vivantes dont 99% appartiennent aux bivalves et aux gastéropodes (Lalli & Gimer, 1989). Malgré leur immense diversité, les différents groupes de mollusques présentent des homologies anatomiques qui proviennent d'un seul et même ancêtre que les biologistes appellent affectueusement archimollusque (manteau, pied musculaire, des branchies, le tube digestif traversant le manteau avec bouche à l'avant un estomac et un anus à l'arrière). Ils présentent trois parties généralement distinctes : la tête, le pied ventral servant à la locomotion et la masse viscérale dorsale. Leur système nerveux se réduit à une courte chaîne ganglionnaire ventrale. La masse viscérale est enveloppée dans le manteau qui sécrète une coquille calcaire. Ses représentants habitent principalement le milieu marin, mais certains groupes ont colonisé avec succès les milieux dulcicoles (se dit d'organismes qui vivent en eaux douces) et terrestres. La science qui traite des mollusques se nomme la malacologie et celle qui traite uniquement des coquillages, la conchyliologie (Lalli & Gimer, 1989).

#### **I.1.1.Les Gastéropodes :**

Gastéropodes vient du Grec: gastêr: ventre et podos: pied. Ce terme souligne le large pied sur lequel repose leurs viscères. On connaît 103000 espèces de gastéropodes. C'est également un important groupe fossile dont le plus ancien spécimen du Cambrien supérieur remonte à 510 millions d'années (Grimm R.B., and J.B. Davidson. 1969). Les Gastéropodes ou Gastropodes forment le groupe de mollusques le plus important. La majorité des Gastéropodes sont des espèces marines, qui vivent de la zone de balancement des marées jusqu'aux grands fonds. On les trouve dans toutes les mers y compris les mers polaires. D'autres gastéropodes vivent dans les lacs, les rivières, et même dans les eaux souterraines. Enfin un certain nombre évolue en milieu terrestre, des régions humides, ou froides de l'Himalaya aux conditions arides des déserts, Nevada, Mexique, Namibie ou Nord du Sahara, supportant des températures avoisinant les 60°C (Davidson. 1969).

##### **I.1.1.1. Anatomie d'un Gastéropode :**

L'organisation générale d'un Gastéropode est sensiblement identique à celle de notre archétype. La tête est bien distincte, elle porte une ou deux paires de tentacules, et deux yeux situés à la base ou à l'extrémité des tentacules. Le pied sur lequel se prolonge la tête sert au déplacement par reptation. Une grande majorité de gastéropodes possède une coquille. Le

Le pied peut entièrement s'y rétracter, la tête en premier. Un opercule situé sur la queue peut obstruer l'entrée de la coquille, interdisant l'accès aux prédateurs. La masse viscérale est enroulée et la cavité branchiale est située à l'avant. Il nous faut remonter au stade larvaire des Gastéropodes pour comprendre la spécificité de cet enroulement. Au cours de son développement, la larve de gastéropode va subitement subir une torsion à 180 degrés, ramenant vers l'avant les organes respiratoires, plaçant à gauche les organes droits et à droite les organes de gauche. Initialement en forme de U, les viscères s'enrouleront.

**Classification**

Les Gastéropodes sont divisés en trois sous-classes: **Les Prosobranches** du grec, proso- = en avant et -branch = branchies. Ce groupe regroupe tous les gastéropodes marins à coquille. Ils respirent à l'aide de branchies situées à l'avant du cœur. On trouvera les ormeaux, les patelles, les littorines, les porcelaines. Note: Les porcelaines possèdent une coquille spiralée, mais dans leur cas chaque tour recouvre entièrement le précédent. **Les Opistobranches** du grec, opistho- = en arrière et -branch = branchies. Tous marins, ils possèdent généralement une seule branchie située à l'arrière du cœur. Cette disposition des branchies intervient suite à une détorsion que subissent les Opistobranches lors de leur développement. On distinguera deux ordres différenciés par la présence ou non de coquille. Les Tectibranches possèdent généralement une coquille bien visible, quoiqu'elle puisse être entièrement recouverte par le manteau. On y trouvera les lièvres de mer. Les Nudibranches sont démunis de coquille. On trouve les Doridacea, les Aeolidacea, les Dendronotacea et les Arminacea. **Les Pulmonés** du latin pulmo = poumon. Ils perdent leurs branchies au cours du développement pour acquérir un poumon unique. Un premier ordre réunit les Pulmonés primitifs qui possèdent des yeux à la base des tentacules. Ce sont souvent des Pulmonés qui sont retournés vivre dans l'eau. On les rencontre essentiellement en eau douce. Un deuxième ordre réunit les plus évolués qui possèdent les yeux au bout des tentacules. On trouvera nos escargots terrestres ainsi que les limaces (Fisher. 1968).

### **I.2. Le genre « Siphonaria » :**

Les espèces du genre **Siphonaria** se trouvent couramment dans les zones intertidales rocheuses. Ils sont aussi appelés «fausses» patelles car elles n'ont aucun lien phylogénétique avec les Patellogastropoda, ou "vraies" patelles: les patellogastropodes sont l'une des premières branches de l'arbre gastéropode tandis que **Siphonaria** appartient à l'Euthyneura (Dayrat et al. 2011; White et al. 2011). La position phylogénétique exacte de **Siphonaria** n'est pas claire, et son frère-taxon n'est pas connu. Un autre faux genre patelle, **Trimusculus**, longtemps considéré comme étroitement apparenté à **Siphonaria**, est en fait assez éloigné phylogénétiquement (Dayrat et al. 2011; White et al. 2011).

### Nom de l'espèce :

*Siphonaria pectinata* Linnaeus, 1758

### Nom commun:

La fausse patelle rayée

### Synonyme :

- *Mouretus adansonii* Blainville, 1824
- *Patella pectinata* Linnaeus, 1758
- *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* var. *conica* Pallary, 1900
- *Siphonaria mouret* var. *minor* Pallary, 1900
- *Siphonaria mouret* var. *nigra* Pallary, 1900
- *Siphonaria mouretus* Blainville, 1824
- *Siphonaria striatocostata* Dunker, 1846
- *Siphonaria lineolata* Orbigny 1841
- *Siphonaria naufragum* Stearns 1872
- *Siphonaria sowerbyi* Adams 1858

### I.2.1. Quelques espèces du genre *Siphonaria*:

#### I.2.1.1 *Siphonaria crenata* :

*Siphonaria crenata* (Blainville, 1827) est connu en mer rouge et au canal de suez (Dekkar & Orlin 2000, Rusmore, Villaume 2008) (Fig.1). Des spécimens de méditerrané ont été trouvés pour la première fois sur la côte israélienne en 1965 (Zentos et al., 2004). Une bonne iconographie est présente dans Barash & Danin 1992, qui mentionnent la présence de la coquille sous le nom de *siphonaria Kurracheensis* (Reeve, 1856). Par la suite une seconde espèce, originaire du golfe Persique et non présente dans la mer rouge ou le canal de suez a été localisée dans le Golf d'Iskenderun : *Siphonaria Belcheri* (Hanley, 1858) (Albayrak & Ceviker 2001). Il s'agissait d'un spécimen mort récolté sur une plage à Burnaz.



**Figure 1 :** *Siphonaria crenata*

### **I.2.1.2. *Siphonaria belcheri* :**

La coquille de *Siphonaria belcheri* est épaisse (**Fig. 2**), de forme ovale, mais son bord est souvent déformé. Il y a des côtes épaisses et des côtes plus petites entre elles et deux côtes presque soudées sur le côté de la rainure siphonale. Les rayons brunâtres, blanchâtres à l'intérieur, présentent entre eux des sections brun foncé ou brun pâle.



**Figure 2:** *Siphonaria belcheri*

### **I.2.1.3 *Siphonaria alba*: (Hubendick ,1946)**

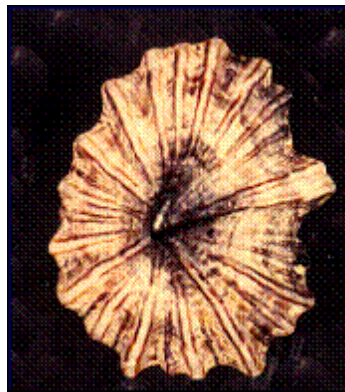
Cotes radiales nombreuses et relativement égales entre elles ; intérieur et extérieur entièrement blancs, sauf l'apex et la spatula qui sont en bruns. Sa distribution sur les roches basaltique est rare, de taille maximale 15x11 mm (Fig. 3)



**Figure 3:** *Siphonaria alba* (Hubendick, 1946)

**I.2.1.4. *Siphonaria ferruginea* (Reeve, 1856)**

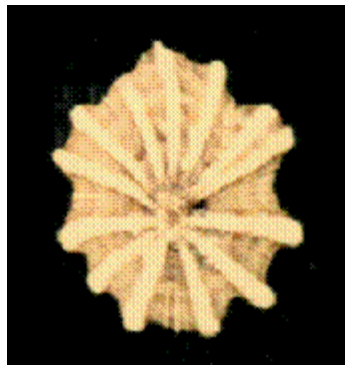
Dispose de 13 à 15 côtes radiales principales, inégales et côtes secondaires irrégulières et très inégales. Chaque côte bordée de 2 lignes brun-rouge. Vivant sur les rochers basaltiques dans la zone des fluctuations des marées. La présence de cette espèce est indiquée rare comparée aux autres du même genre. Sa taille maximale est de 24,5 x 21 mm (Fig. 4).



**Figure 4 :** *Siphonaria ferruginea* (Reeve, 1856 )

**I.2.1.5. *Siphonaria Laciniosa* (Linné, 1758) :**

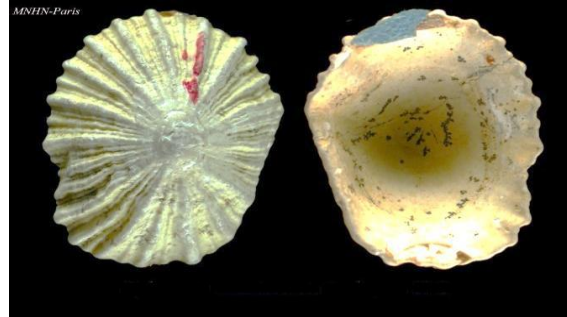
Coquille au sommet relativement élevé. Dispose de cotes radiales nombreuses (32 environ) et relativement égales entre elles. Se trouvant sous les pierres et dans le lagon. De taille maximale 25 x 19 mm (Fig. 5).



**Figure 5 :** *Siphonaria laciniosa* (Linné, 1758)

### I.2.1.6 *Siphonaria crassicostata*:

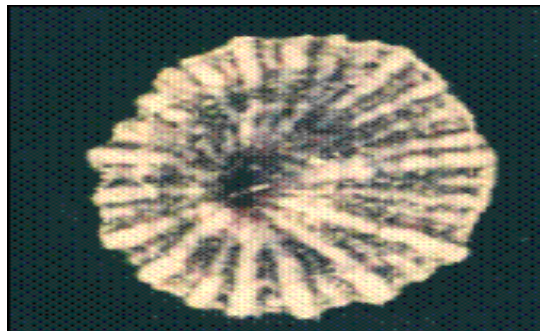
Coquille relativement élevée et conique. Cotes radiales au nombre de 20-25 même forme que *laciniosa* (appelée Drivas) mais a moins de cotes. Vivante sur les rochers basaltiques dans la zone des marées commune. Taille maximale 16 x 14 mm (Fig. 6)



**Figure 6:** *Siphonaria crassicostata* (Deshayes, 1863)

### I.2.1.7. *Siphonaria plana* :

Cotes radiales au nombre de 11 à 14, plus la cote siphonale double. Cotes secondaires égales et régulières. Intérieure brun foncé. Taille maximale 12 x 9,5 mm (Fig. 7).



**Figure 7:** *Siphonaria plana* (Quoy & Gaimard, 1833)

### I.2.1.8. *Siphonaria carbo* :

Coquille plate, plus régulièrement ovale que les autres, cotes radiales nombreuses et moins saillantes, peu visibles au centre de la coquille. Vie sur les rochers basaltiques commune (Fig. 8).



**Figure 8:** *Siphonaria carbo* (Hanley, 1858). (1697). syn. *s. tenuicostulata* Smith, 1903

### I.2.1.9 *Siphonaria normalis* :

Douze à quatorze côtes radiales principales, relativement égales, en plus de la côte siphonale double. Côtes secondaires variable, le plus souvent une par intervalle. Couleur noirâtre, les côtes blanchâtres. Intérieur brun-noir .vivante sur les rochers basaltiques. Taille maximale 14 x 11 mm (Fig. 9).



**Figure 9** : *siphonaria normalis* (Linné ;1758)

### I.2.1.10. *Siphonaria pectinata* (le matériel biologique choisit) (Linnaeus, 1758) :

Aurait été une espèce répandue à la distribution amphiatlantique. Une étude moléculaire récente a clairement distingué trois lignées sans connectivité apparente (**Giribet et Kawauchi, 2015**). Ces lignées sont maintenant traitées comme trois espèces distinctes. Ils portent le nom de *S. pectinata*, limité à l'Atlantique Est et à la Méditerranée, *S. naufragum* (Stearns, 1872) de Floride et du golfe du Mexique et *S. placentula* (**Menke, 1853**) de l'archipel du Cap-Vert.

La séquence nucléotidique complète du génome mitochondrial de *Siphonaria pectinata* est disponible depuis 2008 (Zardoya et *al.*, 2008). À la suite de cette étude, Grande et *al.* (2008) ont proposé que cette espèce soit reconnue comme membre de l'Opisthobranchia plutôt que de la Pulmonata (**Zardoya et *al.*, 2008**). On sait maintenant que les Pulmonata sont en réalité un groupe de l'ancienne Opisthobranchia et le terme Heterobranchia est généralement utilisé pour clarifier cette relation. (Fukuda et *al.*, 2010).

*Siphonaria pectinata* (Linnaeus, 1758) (Fig. 10), est donc un gastéropode pulmonaire à développement planctrophique qui fréquente les substrats rocheux à la ligne de marée haute au littoral bas et moyen (Ocaña et Emson 1999; Antit et *al.* 2008; Boukhicha et *al.* 2015).



**Figure 10 : *Siphonaria pectinata***

➤ **Classification général de *Siphonaria pectinata* :**

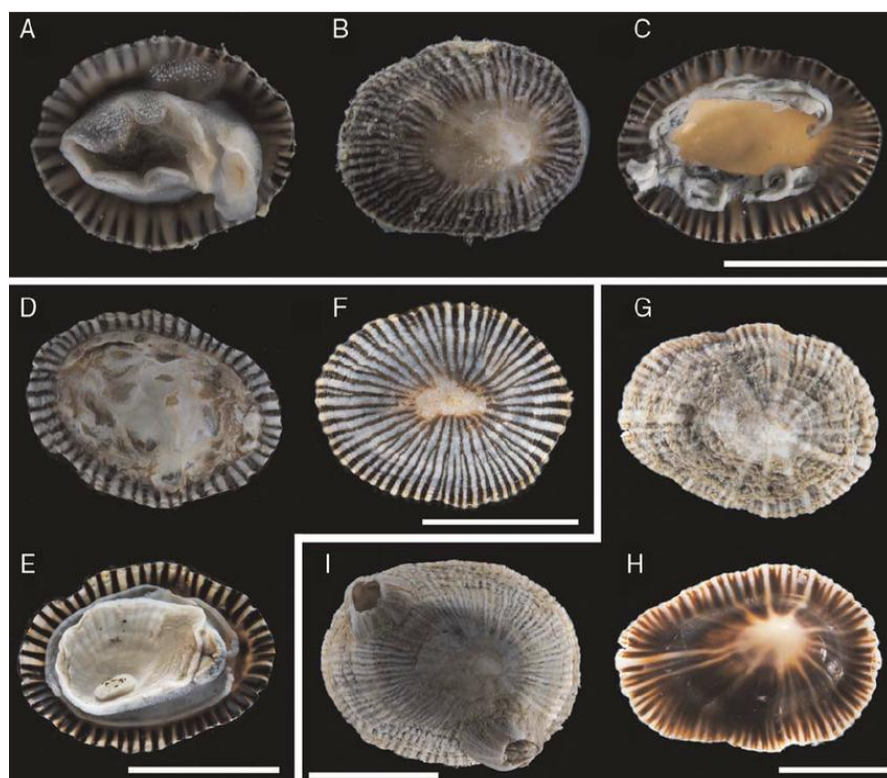
**Tableau 1 : Systématique de l'espèce étudiée :**

<b>Règne</b>	<b>Animalia</b>
<b>Phylum</b>	Les mollusques
<b>Classe</b>	Gastropoda
<b>Sous-classe</b>	Hétérobranche
<b>Superfamille</b>	Siphonarioidea
<b>Famille</b>	Siphonariidae
<b>Genre</b>	<i>Siphonaria</i>
<b>Espèce</b>	<i>S.pectinata</i>

➤ **Description de l'espèce :**

*Siphonaria pectinata* Linnaeus, 1758 possède une coquille ovale semblable à une patelle qui est de couleur blanche à beige crème avec de nombreuses rayures radiales brunes (Fig. 11). 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 membres de la 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 membres 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.



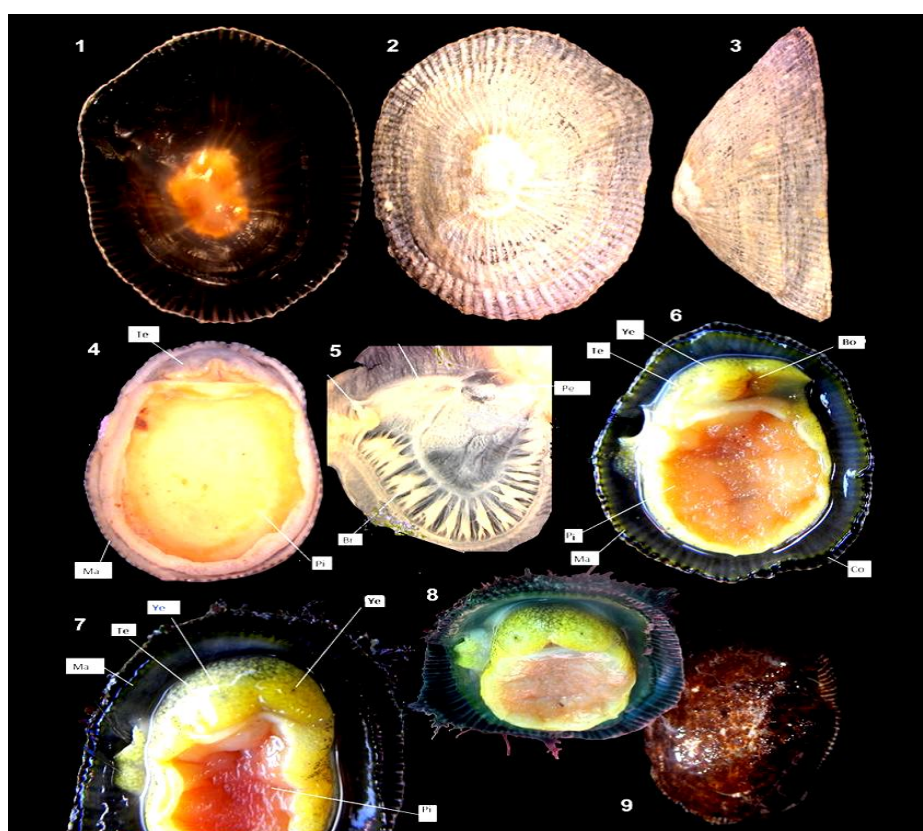
**Figure 11** : Spécimens représentatifs de *Siphonaria pectinata* des localités échantillonnées. **A**, **B**. Spécimen vivant de Fort Pierce, Floride (MCZ DNA104866). **C**. Vue ventrale de la coquille de Fort Pierce (MCZ DNA104866). **D**, **E**. Spécimen conservé de Kribi, Cameroun (MCZ DNA104633). **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.

➤ **La morphologie externe et interne de l'espèce :**

**A- Morphologie externe du corps:**

L'aspect externe est en forme de patelle avec une partie antérieure de la tête émergeant de la partie postérieure viscérale / du pied. À l'exception des yeux, le corps est complètement non pigmenté et blanchâtre pâle. Un manteau dorsal et symétrique forme un pli qui entoure tout le corps, enfermant une rainure entre celui-ci et le côté du pied. En avant, deux lobes tentaculaires discrets avec des yeux pigmentés forment les côtés antérieurs de la tête. Dans les échantillons fixes, les côtés de la semelle de la pédale sont courbés vers l'intérieur. La cavité palléale s'ouvre légèrement en avant du milieu du côté droit. L'ouverture s'étend sur environ un quart de la longueur de l'animal (Chambers et *al.* 1996, 1998). Au milieu de l'ouverture, un appendice bien visible, le lobe anal, fait saillie du plancher de la cavité du manteau à peu près jusqu'au pli du manteau (Carlton, 1992; Baker, Baker & Fajans, 2004). Ce lobe porte l'ouverture anale qui se trouve dorsalement au milieu, distinctement à l'extérieur de la cavité palléale. La cavité palléale est grande et s'étend en avant jusqu'au

milieu du bulbe pharyngé, et en arrière jusqu'au début de l'intestin. La majeure partie de la cavité se trouve sur le côté droit de l'animal. Sur le côté gauche, il y a une indentation causée par le cœur. À l'intérieur de la cavité palléale se trouve une branchie ; il s'agit d'une rangée de lamelles insérées dorsalement. Il s'étend de la cavité palléale s'ouvrant légèrement en arrière vers le côté gauche de la cavité palléale et se compose d'environ 17 lamelles, dont la taille augmente de gauche à droite. Sur le toit et au bas de la cavité palléale, des bandes ciliaires se trouvent face à face. Ils s'étendent de la partie postérieure de la cavité palléale s'ouvrant vers la partie postérieure de l'extrémité de la cavité palléale (Luiz et *al.*, 2017). Le dorsal court directement en arrière de la branchie. Le pied est entouré d'un certain nombre de glandes multicellulaires irrégulièrement disposées. Ces glandes épidermiques ont un corps interne bien visible, compact et souvent sphérique qui se trouve distinctement sous l'épiderme (Luiz et *al.*, 2017). Ils jettent leur contenu via un mince conduit à la surface du corps. Au total, il y a environ 30 de ces glandes.



**Figures 12:** *Siphonaria pectinata*. Morphologie de la coquille et anatomie général: 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 - mêmes échantillons, vue antéroventrale; 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).

Coquille en forme de patte, jusqu'à 40 mm. Contour assez foncé, largeur 70% de la longueur; hauteur 40% de la longueur. Couleur gris brunâtre à beige, Mosaïque 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. 11). Surface intérieure 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, situées à mi-chemin entre l'apex et le bord (Fig. 12). Sous l'influence de l'environnement l'apex s'érode à divers degrés à la surface dorsale (Voss, 1959).

**Tête (Te) :** de forme de la patelle, dorso-ventrale très aplatie. La tête est uniformément jaune à crème avec une mosaïque de taches verdâtres / brunes et crémeuses sur sa surface dorsale (Fig. 12). Tête en forme de lambeau antérieur épais, bord antérieur largement bi-lobé, à rainure médiane, chaque lobe se déplaçant relativement indépendamment l'un de l'autre ; paire de minuscules yeux (Fig. 12) immergés dans le tégument, chacun situé à mi-chemin entre la ligne médiane et le bord latéral de la tête. Pas de tentacules. Surface de la tête ventrale pliée transversalement avec la bouche au milieu. (Luiz et al ,2017)

**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).

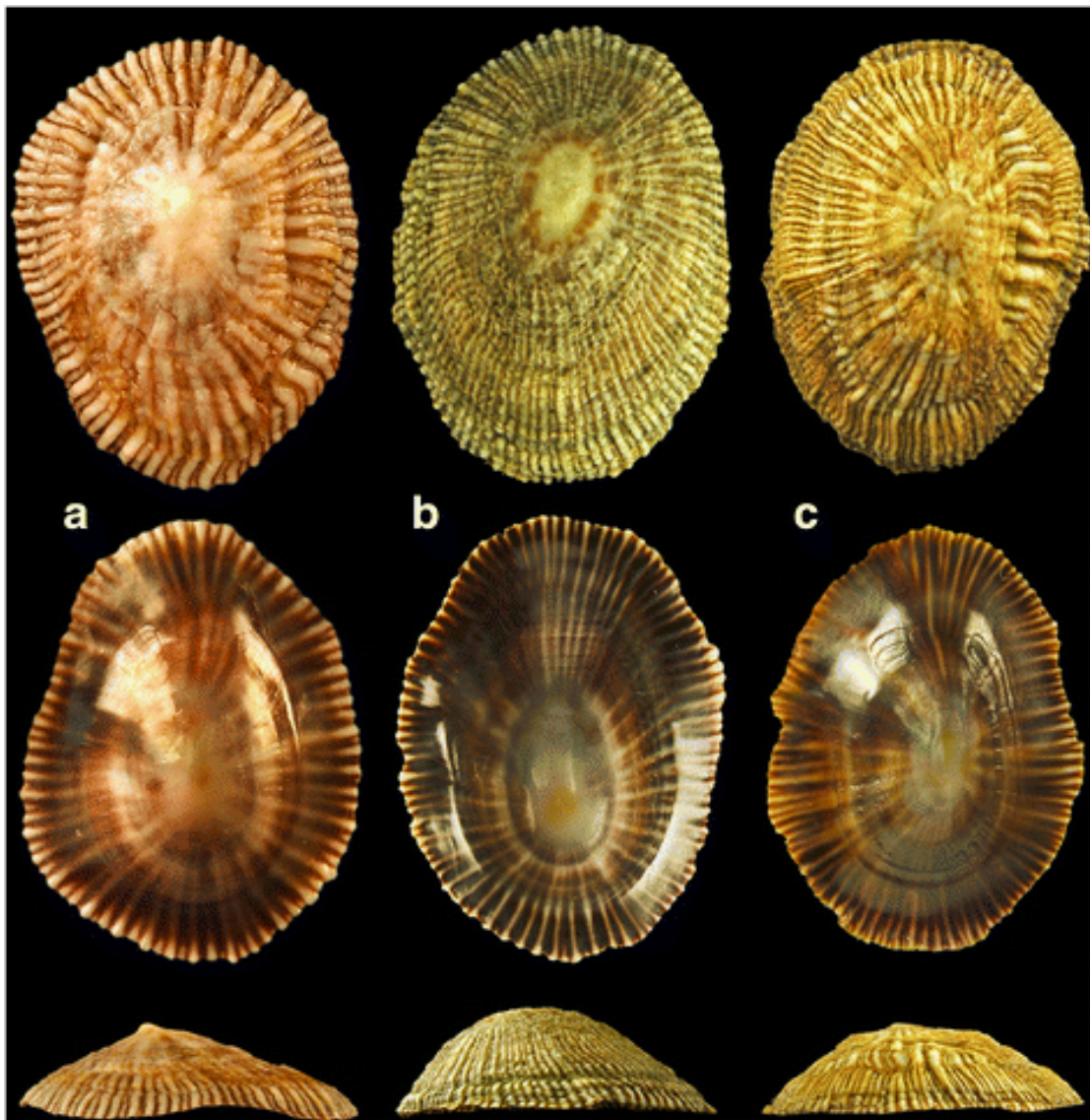
**Le manteau** (Fig. 13): bord du manteau relativement mince, pigmenté avec une rangée de taches brun foncé parallèle au bord. L'anus se trouve dans la région médiane. «Poumon» occupant environ 80% de la surface de la coquille. Vaisseaux pulmonaires discrets, branchies secondaires bien développées occupant environ le 1/3 du toit palléal; filaments branchiaux quelque peu irréguliers, hauts filaments alternant avec des plus courts; troisièmes branchies antérieures et droites proches du pneumostome. 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 moyennes et 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).

### 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 simple, à 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).

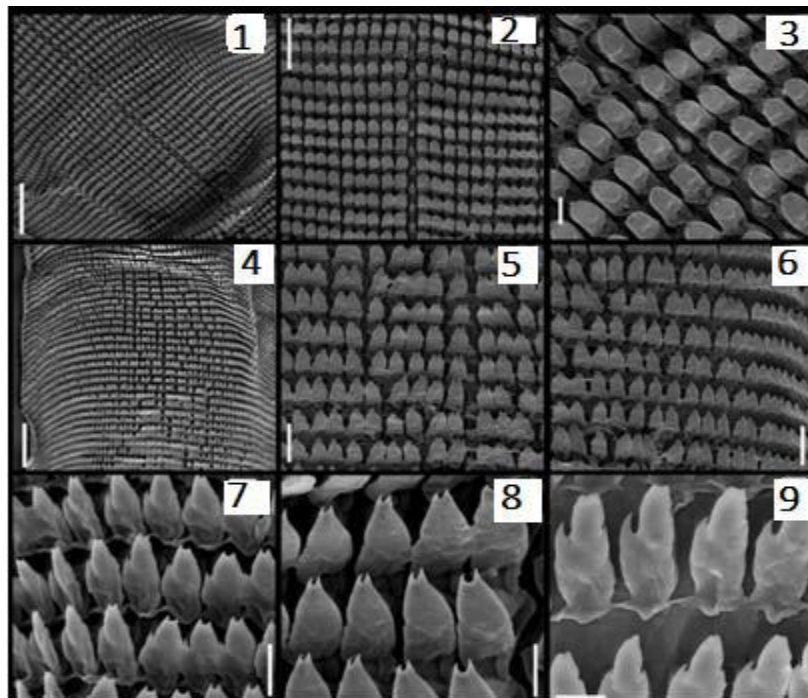


**Figure 13** : la morphologie externe et interne de la coquille de *Siphonaria*

### B- Morphologie interne :

#### - Radula (Fig. 14) :

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 cuspidés 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. (Lui et *al*, 2017).



**Figures 14 :** *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).

### - **Système digestif:**

Après la radula et u bas du pharynx au-dessus de l'ouverture de la bouche se trouve la mâchoire en forme de croissant. Elle est assez grande et s'étend latéralement presque jusqu'aux yeux. Elle est constitué de petites tiges densément emballées (Luiz et *al* ,2017) L'œsophage émerge antéro-dorsalement du bulbe pharyngé et passe en arrière sous les glandes salivaires. Les glandes salivaires appariées sont volumineuses. Leur corps principal s'étend profondément en arrière dans la cavité viscérale (Lowell R.B. 1984). Leurs conduites antérieures sont délicates et s'ouvrent au-dessus de la radula dans la cavité pharyngée. En avant, après avoir émergé du pharynx, l'œsophage est extrêmement étroit. En arrière à la hauteur de l'extrémité postérieure du pharynx, il montre un élargissement visible. L'intestin moyen est étroit et porte une seule ouverture très longue vers la glande intestinale. La partie la plus postérieure de l'intestin forme un estomac semblable à une poche (Lowell R.B. 1984). L'intestin émerge antérieurement de l'estomac et se rétrécit progressivement en un tube mince. Il forme une boucle unique qui s'étend en avant jusqu'au milieu de la partie postérieure du pharynx et en arrière vers la droite sous le fond de la cavité palléale vers l'ouverture anale. Il y a une seule glande intestinale volumineuse (Lowell R.B. 1984).

### - **Système génital :**

Système génital situé principalement à droite de l'hémocèle, comprimé par le tube digestif et la glande; occupant ~ 1/4 du volume de l'hémocèle. Gonade décrite ci-dessus (masse viscérale), située dans la région postéro-droite de l'hémocèle, bombée dans la glande digestive; forme générale sphérique-ovale, avec 4 à 5 branches de canal hermaphrodite. Ce dernier 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 du tiers antérieur, avec 5 à 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).

### **C- La reproduction:**

Une étude réalisée par Ocana et Emson (1999) révèle des aspects de la biologie de la reproduction des populations de *S. pectinata* de Gibraltar qui peuvent être réservées aux animaux de Floride. La maturation s'est produite entre 6 et 12 mois lorsque les individus ont atteint une longueur de coquille de 5 à 6 mm. Le frai a eu lieu de mars à juin, avec un pic

d'activité au cours de la seconde moitié de cette période. Le frai et le dépôt d'œufs semblaient moins fréquents dans les sites exposés que dans les sites protégés.

De petits rubans ovales contenant plusieurs centaines (et jusqu'à mille) œufs dans une matrice gélatineuse sont déposés dans des dépressions peu profondes, des fissures et des crevasses, généralement loin des cicatrices d'origine des patelles à marée basse (Voss 1959, Ocaña et Emson 1999).

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; Voss 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'ultrastructure de la gamétogenèse (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 introduit en Algérie, *S. pectinata* n'a fait l'objet que de deux études antérieures traitant de sa répartition géographique locale (Antit et al. 2008 ; Boukhicha et al. 2015). Informations sur sa biologie générale et l'écologie dans les eaux algériennes est assez rare, sans étude de la dynamique de la reproduction.

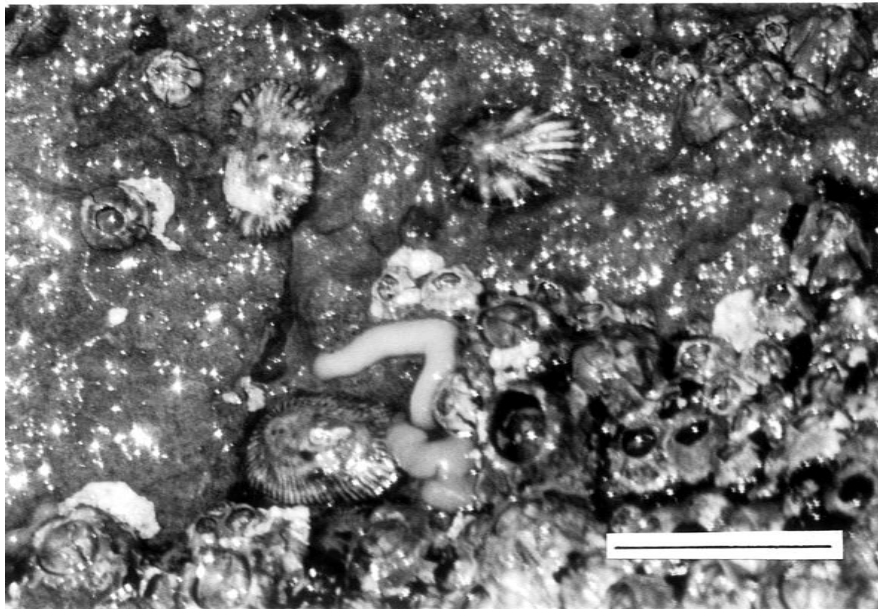
### **D- Comportement de frai**

*Siphonaria pectinata* s'éloigne de la cicatrice d'origine pour s'accoupler et se reproduire, puis est vulnérable à la dessiccation, au déplacement par l'action des vagues et à la prédation. La copulation observée était limitée aux marées basses du matin. Malgré un examen minutieux de nombreux animaux à marée basse à d'autres moments de la journée, aucun n'a été trouvé en train de s'accoupler. On a observé que des individus en copulation s'alignaient dans des directions opposées et se touchaient au moyen du pneumostome par lequel les spermatophores étaient échangés.

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. Les

capsules d'œufs avaient une largeur de 130 à 160 mm et une largeur de 180 à 200mm de long (Fig.15). Bien que la plupart des masses d'œufs aient été découvertes isolément, deux rubans ou plus enchevêtrés les uns sur les autres. Aucun n'a été trouvé occupant une cicatrice de maison de patelle, bien qu'une masse d'œufs puisse occasionnellement encercler partiellement une cicatrice de maison.

*Siphonaria pectinata* se forme généralement loin de la cicatrice d'origine, la plupart se déposant dans des fissures, des crevasses et des dépressions superficielles à la surface du rocher, ainsi qu'entre des balanes et des moules. Les pontes récemment déposées étaient de couleur blanc-vert mais sont devenues jaunes lorsque les véligères sont entrés dans les derniers stades de développement.



**Figure 15** : Rubans de masse d'œufs typiques déposés par *Siphonaria pectinata* entre des balanes. ( Terencem. J. Ocaña and rolandh. Emson)

### **E- Développement larvaire**

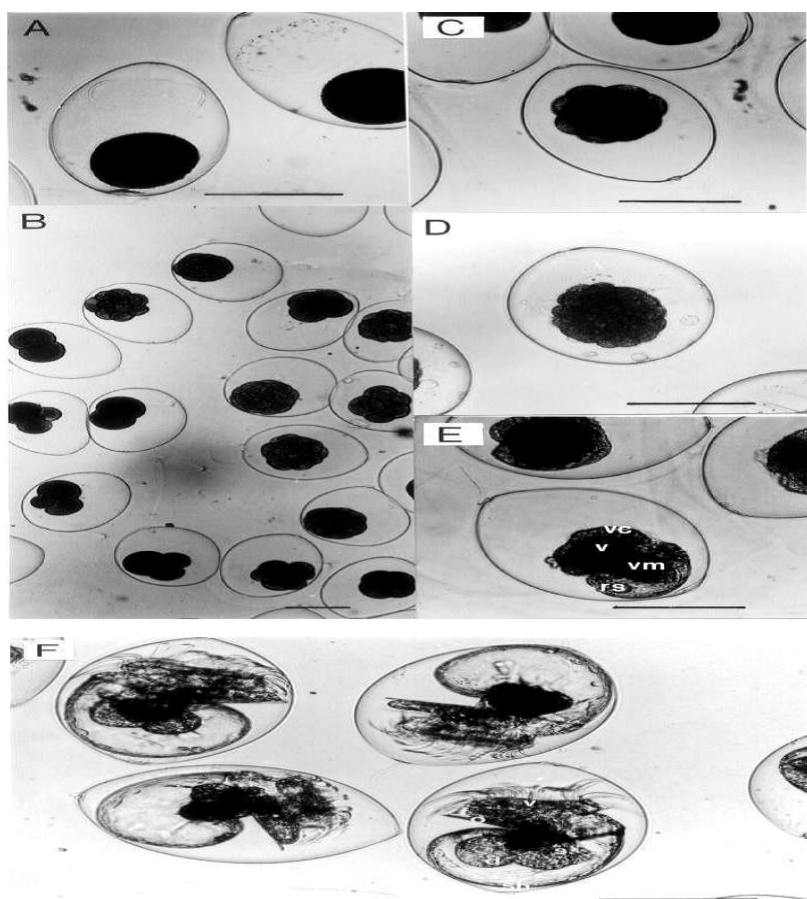
Tout le processus de développement de la fertilisation à l'éclosion a pris de 14 à 21 jours à la température ambiante. Le moment exact du développement est très difficile à déterminer car la même section de ruban d'œufs contenait des embryons à différents stades de développement. Comme ils ont probablement 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 14 montre les stades de développement.

L'œuf fécondé mesurant 200 à 150 mm (Fig. 16 A) subit les premiers stades de clivage pour atteindre la phase de blastula en 36 à 48 heures (Fig. 16 B.D). Au cours des 48 heures suivantes, ces cellules se subdivisent et une invagination a lieu. La gastrulation est complète 6

jours après le dépôt du ruban d'œufs. Les embryons commencent rapidement à tourner dans la capsule, en raison du développement de cils à la surface. Après huit jours, ce trochophore développera une coquille rudimentaire contenant des tissus indifférenciés. (Terencem. J. Ocaña and rolandh. 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 croissance carrée sous le vélum. L'opercule rudimentaire est devenu visible et après douze jours, l'embryon a atteint le stade précoce des œufs (Fig. 16 E). Une croissance de la coquille, du velum et du pied a ensuite lieu, ainsi que la différenciation des organes internes et la torsion. La croissance se poursuit pendant deux jours supplémentaires et le stade avancé des œufs est atteint en un minimum de 14 jours (Fig. 16 F). Celle-ci est prête à éclore en une larve en nage libre dix-huit jours après le dépôt d'une masse d'œufs. (Terencem. J. Ocaña and rolandh. Emson1999)

Quand les œufs sont prêts à éclore, ils commencent à tourner vigoureusement dans leurs capsules.



**Figure 16:** 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).

### **F- Embryologie:**

Ocana et Emson (1999) signalent que les œufs fécondés ont mis 14 à 21 jours à se développer à des températures ambiantes de 14 à 19 ° C. Les larves éclosent sous forme de larve en nage libre présentant un stade larvaire planctonique de courte durée. Voss (1959) indique qu'il s'agit d'un trait primitif chez les gastéropodes pulmonaires.

### **II-Ecologie :**

L'introduction d'espèces non indigènes se poursuit Fonctionnement dynamique et grande force de changement Communautés marines dans le monde (Streftaris et *al.*, 2005). Le réchauffement climatique est en fait le principal facteur Porter les changements de l'aire de répartition des espèces marines (CIESM, 2008) et Il semble avoir un impact plus rapide sur les petites et semi-fermées La mer Méditerranée depuis les océans mondiaux (Lejeusne et *al.*, 2010). Zenitus et *al.* (2008) ont confirmé que 903 espèces sont entrées en Méditerranée. La plupart de ces nouveaux arrivants sont des espèces qui aiment la chaleur dans de provenance du Pacifique indien elles se sont introduites par le canal de Suez et d'autres arrivant de l'atlantique ont été introduites par le détroit de Gibraltar. Les climatologues considèrent que La rive sud de la Méditerranée, a été la plus touchée par le changement climatique que la plupart des autres régions du monde (Radwan, 2013). Le troisième rapport d'évaluation du groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat a montré qu'au cours de l'année écoulée, l'augmentation générale de la température en Tunisie est deux fois supérieure à l'augmentation globale (+ 1,1 ° C) Versus + 0,6 ° C). Compte tenu de hausse exceptionnelle de cette température ainsi que le déplacement des courants entre le bassin algérien de la Méditerranée orientale et occidentale, le littoral a fait l'objet de plusieurs changements climatiques et invasions biologiques (Boukhicha et *al.*, 2014).

#### **II-1 Habitat et distribution :**

##### **- Présence régionale:**

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 occidentale 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 Rechgone. 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).

**- taille:**

La longueur de la coquille de *Siphonaria pectinata* peut atteindre environ 30 mm, mais la plupart des individus ne sont que deux fois plus petits (Baker et *al.* 2004).

**- Abondance:**

Où un habitat convenable peut être trouvé ? *Siphonaria pectinata* peut être parmi les gastéropodes les plus abondants de la haute intertidale. Le laboratoire Whitney de St. Augustine répertorie les espèces comme communes, ce qui indique que 10 à 50 individus peuvent être facilement prélevés sur le terrain en une journée. L'espèce est également abondante en permanence sur les jetées rocheuses.

**- Tolérances physiques :**

**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 Morrith 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).

### **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).

### **II-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). Une semi-spécialisation alimentaire de *S. pectinata* sur des microalgues molles superficielles peut servir à réduire la concurrence avec d'autres brouteurs qui consomment des matières encroûtantes plus dures (Ocana et Fa 2003).

### **II-3 Habitat :**

*Siphonaria pectinata*, petit 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 la retrouve jamais isolée mais plutôt en groupe (Fig. 17).

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.



**Figure 17:** Observation d'une colonie de *S.pectinata*

### **III- Genre similaire « Patella » :**

La 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 sa place initiale a marée basse tout en épousant parfaitement la forme du rocher afin de réduire les pertes d'eau par évaporation (Nakhlé ,2003).

Taxinomie de la famille des Patellidés et les changements dans le genre Patella Les Patelles, tel qu'elles ont été définies par Ridgway et *al.* (1998), sont des Mollusques Gastéropodes Prosobranches de l'ordre des Patellogastropoda généralement très abondantes et facilement repérables dans les côtes rocheuses. La famille des Patellidés incluse dans l'ordre des Patellogastropoda a été divisée en 4 genres: les deux genres Patella (Linnaeus, 1758) et le genre Scutellastra (Adams H. et A., 1854) qui comprennent des espèces à coquille conique et sont représentés par l'espèce type *Patella rustica* (Linnaeus, 1758) ; les deux genres Helcion (Montfort, 1810) et le genre Cymbula (Adams H. et A., 1854) qui présentent une coquille en forme de chapeau et est représenté par l'espèce type *Helcion pellucidus* (Montfort, 1810).

---

---

**PARTIE 2 :**

**PRÉSENTATION DU SECTEUR D'ÉTUDE**

---

---

## **I- La mer Méditerranée:**

La mer Méditerranée est caractérisée par une biodiversité élevée avec 91 pour cent des espèces Concentrées entre 0 et 50 mètres de profondeur (Prena et *al.*, 1999). Des ressources profondes limitées et précaires. Le plateau continental, où la majeure partie de la pêche est effectuée, est environ de 750 000 km<sup>2</sup>, de la côte à la profondeur de 200 m, et sa largeur moyenne est à peine de 9 milles marins (Prena et *al.*, 1999). A l'exception de quelques pêcheries hauturières ciblant de grands poissons pélagiques ou des crustacés profonds, la majeure partie de l'activité halieutique méditerranéenne s'exerce sur une bande côtière dont la largeur moyenne n'excède pas 9 milles marins. Ces ressources sont soumises en conséquence davantage l'influence des apports littoraux qu'à celle des courants océaniques (Bethoux et *al.*, 1999).

### **1. Caractéristiques générales de la côte algérienne:**

L'Algérie dispose d'un littoral d'environ 1622km, de la frontière algéro-marocaines (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 caractère vaseux.

### **2. Données générales sur la wilaya de Mostaganem :**

Le plateau de Mostaganem, situé à une centaine de Kilomètres à l'est d'Oran et au sud de la localité du même nom. Avec ses 120 Kilomètres de côtes et une superficie de 682 km<sup>2</sup> (Benghali, 2015), Mostaganem se présente comme une aire tabulaire comprise entre :

au nord, par la Méditerranée ;

à l'ouest, par la wilaya d'Oran ;

à l'est, par la wilaya de Chlef ;

au sud, par les wilayas de Mascara et Relizane;

### **3. Hydrodynamisme:**

Le courant dominant au large de la région de Mostaganem est d'origine atlantique. Le flux en provenance du détroit de Gibraltar coule le long de la côte algérienne où il prend le nom de Courant algérien d'épaisseur moyenne de 200Km, est initialement structuré en une veine collée à la côte, étroite et profonde (Benzohra, 1993). Au fur et à mesure que ces eaux se déplacent vers l'Est, la veine de courant devient plus large environ 50Km de diamètre accompagné de phénomène d'Upwellings (Milot 1985). Ces Upwelling induisent des zones de plus fortes productivités biologiques (Millo1987).

Ces turbulences pénètrent dans les régions côtières et interfèrent avec la veine majeure du courant lui-même (Milot ,1987). Elles donnent naissance à des méandres tourbillons dans cette partie de la côte algérienne (Benzohra & Milot, 1993), (benbachir 2017).

### **4. Température et salinité**

Lalami-Taleb (1970) montrent que les couches superficielles sont directement Influencées 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, fluctuant entre 13°C et 14 °C en toute saison. Korichi (1988) estime qu'il existe principalement deux périodes :

- Une période froide entre novembre et mars avec une température de l'ordre de 15°C, et des précipitations moyennes de 89.49 mm.
- Une période chaude entre avril et octobre avec une température de 23°C et faible précipitations (Benghali, 2015).
- La salinité de l'eau de la région de Mostaganem est de 35‰ dont 27‰ de NaCl, les cations les plus abondants sont : Na, K, Mg et Ca (Benghali, 2015).

Le littoral est composé de plages, plus accessibles à l'ouest qu'à l'est, cela a incité les autorités à y identifier une quinzaine de zones d'expansion touristiques, dont certaines sont aujourd'hui en partie exploitées (Boukhlef, 2007).

La ville Mostaganem entre autres est une zone côtière des plus affectée par la pollution hydrique, voisines des complexes industrialo- portuaires (Ghazaouet, Oran, Arzew, Sidi Lakhdar). Elle reste une ville réceptacle de diverses sources de pollution dont l'organique, les rejets des industries chimiques.



**Figure18:** Présentation des déchets solides au niveau du port de Mostaganem (Bekhtaoui ;Abdarrahmen 2020)

## 5. Choix des stations d'étude :

Deux sites ont été choisis pour la réalisation de notre travail et qui sont:

### 5.1. Le site de Stidia plage :

Elle se trouve à 15 kilomètres à l'ouest de la ville de Mostaganem et 5 kilomètres à l'ouest de la plage mitoyenne d'Ouréah. Elle est accessible pour les estivants venants du coté d'Oran ou de celui de Mostaganem en empruntant la N11, qui longe la plage à quelques centaines de mètres

Elle se situe à 15 kilomètres à l'ouest du centre ville de Mostaganem. (Fig. 19). Ce site est situé au pied d'une montagne et les quelques plages sableuses, qui y existent ont un linéaire côtier assez réduit et une largeur qui ne dépasse pas une quinzaine de mètres. Globalement, l'aspect sous-marin du site de Stidia est principalement constitué par une alternance de substrats rocheux, d'éboulis et de substrats sableux (Fig.19)

#### Localisation :

Village situé à 62 km d'Oran et à 14 km de Mostaganem. Le méridien de Greenwich passe exactement par Stidia qui est à  $0^{\circ} 00' 00''$  de longitude.

Site d'échantillonnage : **Latitude / Longitude** :  $35^{\circ}56'12''N 0^{\circ}04'28''E$



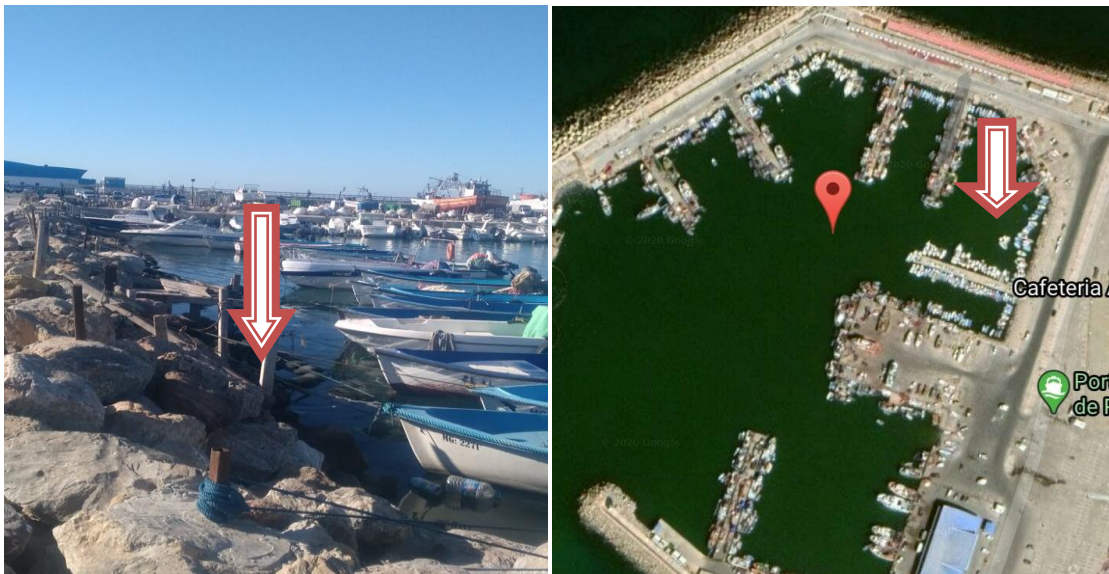
**Figure 19:** vue général sur le site de stidia (Bekhtaoui et Absarrahmen ; 2020)

## 5.2. Le site de port de Mostaganem:

La wilaya de Mostaganem se caractérise par un littoral qui s'étend sur une distance de 124,5 Km de l'embouchure de la Macta à l'Ouest au CAP NEGRAWA à l'Est.

La wilaya de Mostaganem dispose d'un port de plaisance, ainsi que d'autres ports, le port de Salamandre et port de Sidi Lakhdar. Le site est soumis à de nombreuses activités anthropiques, occupation humaine (rejets et apports des zones habitées), agriculture, tourisme en période estivale (baignade, plongée) et pêche (ancrage, chalutage); c'est les raisons pour les quelles notre choix s'est porté sur ce site comme étant un site contaminé, d'autant plus qu'il est aisément accessible. (Fig. 20)

Localisation du site : **Latitude / Longitude:** 35.929275° / 0.06992508.



**Figure20** : vue général du point d'échantillonnage exacte du port de Mostaganem  
(Bekhtaoui ;Abdarrahmen. 2020)

---

---

**PARTIE 3 :**  
**MATÉRIEL ET MÉTHODES**

---

---

**Dans ce chapitre nous allons citer et décrire toutes les étapes de la méthodologie suivie tout au long de notre étude, en commençant par décrire le matériel utilisé.**

### **1- Le choix d'un bioindicateur :**

La macrofaune benthique peuplant les écosystèmes marins côtiers est normalement constituée d'un très grand nombre d'espèces. Cette multitude rend impossible le suivi de chaque espèce et l'on doit par conséquent choisir les espèces les plus aptes à nous renseigner sur l'état de l'écosystème étudié. Les indicateurs sont des outils qui doivent être développés afin de combler spécifiquement les différentes attentes des programmes environnementaux non seulement au point vue écologique mais aussi au niveau social et politique (Burger, 2006). C'est pourquoi, lorsque vient le temps de choisir parmi les différentes espèces, trois aspects importants doivent être considérés dans le processus de sélection : la pertinence biologique, méthodologique et sociale du bioindicateur en fonction des objectifs recherchés (Burger et *al.*, 2006).

Afin d'être biologiquement pertinent, un indicateur doit répondre aux objectifs visés par un programme d'évaluation ou de suivi environnemental. Selon les objectifs de l'étude on utilisera des organismes indigènes ou introduits. Un temps d'exposition court permettra l'évaluation des effets immédiats alors qu'une exposition prolongée est nécessaire pour mesurer les effets chroniques engendrés à long terme par certains contaminants.

L'accumulation de polluants mesurée chez les organismes dépositivores reflètera les concentrations présentes dans les sédiments alors que les organismes filtreurs seront plus appropriés pour mesurer les concentrations de contaminants solubles présents dans la colonne d'eau (Boening, 1999). Les espèces particulièrement sensibles font de bons bioindicateurs alors que les espèces résistantes aux différents polluants font de meilleurs bioaccumulateurs (Kaiser, 2001).

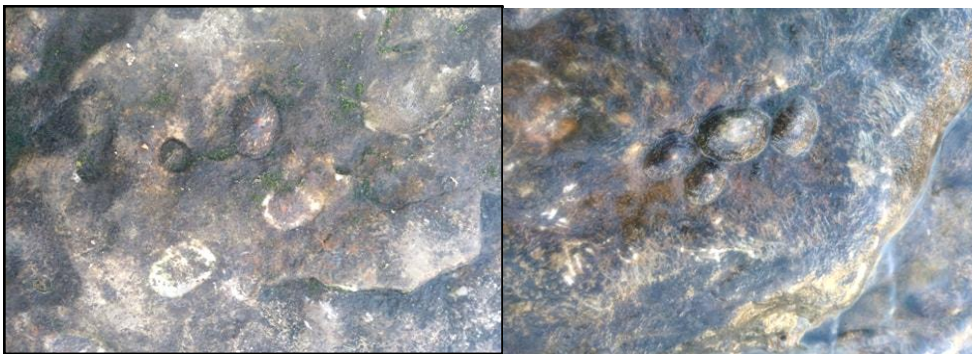
L'habitat dans lequel vit un organisme contribue également à sa pertinence biologique. Par exemple, des organismes habitant la zone intertidale peuvent faire de bons indicateurs dans le cas d'un déversement d'hydrocarbures près des côtes alors que les impacts des polluants domestiques ou industriels en provenance des bouches de rejet sous-marines impliqueront l'utilisation d'indicateurs choisis parmi les organismes vivant dans la zone infralittorale (Guerra-García et *al.*, 2006).

### 2- Méthodologie:

Une démarche non destructive en se déplaçant à pied sur les zones d'échantillonnage.

*Siphonaria pectinata* étant différentielle des autres espèces de Siphonaridae et très facilement visible et détectable à l'œil nu est recherchée dans tous les étagements favorables. Les spécimens ayant fait l'objet de cette étude ont été prélevés du Médiolittoral supérieur (Fig. 21) et sont ramassée à la main à l'aide de levier.

Lors de cette étude un seul grand volet est pris en considération, étant une étude biométrique visant à prendre en compte des paramètres biologiques de l'espèce *S.pectinata*



**Figure 21:** Fasse patelle (*Siphonarai pectinata*) dans son habitat naturel ((Bekhtaoui et Aberrahmane 2020)

### 3- Collecte des échantillons :

La collecte des échantillons a été faite durant le mois de février, 2020 ; au niveau des deux stations stidia et le port de Mostaganem, en raison de 60 spécimens par site (30 de grande taille et 30 de petite taille) (120 individus).

L'étude a été menée dans des conditions météorologiques variées en se déplaçant à pied sur les rochers (Fig. 22).



**Figure22:** Collecte de *Siphonaria pectinata* (Bekhtaoui,Abdarrahmen, 2020).

### 4- Etiquetage des échantillons:

Consiste de mettre des étiquettes sur les bacs avec les informations nécessaires dessus (date, station, espèce et classe de taille).

### 5- Traitement au laboratoire:

Au laboratoire les échantillons sont nettoyés et arrangés par espèce sur la paillasse, avec un code numéroté pour chaque individu noté sur le logiciel Excel.

### 6- Mesures biométriques:

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 suite à un pied à coulisse de précision (0,1mm) (Fig.23).

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 :  $\text{Log}(Y) = b \log(X) + \log(A)$  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 d'un DDL très grand).



1



2



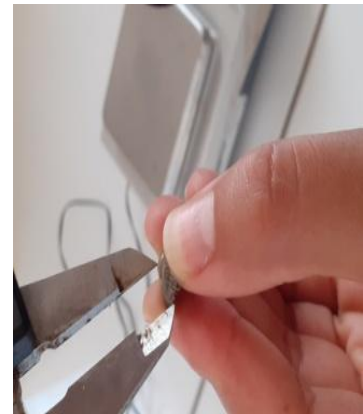
3



4



5



6

**Figure 23:** Différentes mensurations effectuées sur les coquilles de *Siphonaria* étudiées. **1:** Mesure de la largeur, **2 :** Mesure de la hauteur ;, **3 :** Mesure du sommet postérieur, **4:** Mesure de la longueur, **5 :** pesée du poids total, **6** Mesure du sommet antérieur : (Bekhtaoui :Abdarrahmen,2020).

---

---

**PARTIE 4 :**  
**RÉSULTATS ET DISCUSSION**

---

---

Dans ce chapitre nous présenterons les résultats des différents tests et analyses appliqués sur les échantillons, que nous allons discuter par la suite.

### 1- Analyse des paramètres biométriques:

La présente étude constitue une continuité temporelle de l'approche morphométrique abordée l'année précédente en utilisant les mêmes 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.

La distinction systématique entre toutes les espèces du genre *Siphonaria* ainsi que *Patella* repose principalement sur la morphologie de leurs coquilles (Nakhlé, 2003; Espinosa et al., 2009; Rivera-Ingraham et al., 2011; Belkhodja et Romdhane, 2012, Ait Mohamed Amer et al., 2018, Bouzaza et al., 2018). Cette plasticité morphologique est très distincte chez *S. pectinata*. En effet, cette espèce possède des stratégies d'adaptation aux variations importantes des facteurs écologiques (Mokretar, 2019).

Plusieurs études ont été menées sur la diversité morphologique du genre similaire *Patella* et d'autres espèces apparentées dans le monde, telles que 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 *Scutellastra*) sur les côtes sud-africaines. Au sud-ouest de la mer Méditerranée, des études similaires ont été effectuées aussi 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; Bouzaza, 2012 ; Taibi et al., 2013 ; Ait Mohamed Amer et al, 2018). Ces études ont montré plusieurs morphotypes pouvant appartenir à la même espèce.

Les paramètres biométriques affichent des minimas et des maximas sur l'ensemble des mesures établis (tab.), selon la variation de la taille des individus échantillonnés sur les deux sites confondus à savoir Stidia et le port de Mostaganem, nous avons pu établir deux classes de tailles dont les grandes sont comprises entre 21mm et 31mm, et les petites entre 12mm et 22mm, pour ce qui est de la hauteur de la coquille, les individus des plus haut varient entre 6mm et 9mm et les

petits spécimens entre 3mm et 6mm. Le poids total marque des valeurs de l'ordre de 0,14g à 1,35g pour la classe de taille petite et de 1,38g à 3,9g concernant les grande (Tab 2)

**Tableau 2:** 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: grandes, P: petites) ; (min : minimum, max : maximum) sur *S.pectinata* échantillonnée depuis deux sites contrastés (PM, STD) durant le mois de Février (Fev):

**A- port de Mostaganem :**

Classe de taille	L		La		H		Sa		Sp		Pt		
	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	
Fev	G	29	21	22	15	9	6	20	13	17	6	3.9	1.47
	P	20	12	14	8	6	3	14	7	10	6	1.23	0.14

**B- Stidia:**

Classe de taille	L		La		H		Sa		Sp		Pt		
	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	
Fev	G	31	23	26	18	9	7	16	10	27	15	3.68	1.38
	P	22	16	19	10	6	4	14	7	17	9	1.35	0.26

Après l'analyse des deux tableaux ci-dessus, les résultats des deux classes de tailles sélectionnées affichent clairement que les spécimens issus de STD (considéré lors de cette étude comme étant un site plus au moins référentiel), présentent des coquilles de taille et de poids plus importantes que celles du PM (Site pollué).

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 plasticité 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 (Hodg Son 1999), cela pourrait expliquer la taille des spécimens issus du site de Stidia (site à haute énergie) qui est plus importantes que les *Siphonaria* issues du port de Mostaganem (site abrité) (White et *al.* 2011). Ce polymorphisme intraspécifique pourrait être influencé aussi par le type de substrat, qui joue un rôle important dans la profondeur de fixation, la durée d'immersion, et les facteurs physico-chimiques environnants. D'où l'intérêt de déterminer si les facteurs externes de plusieurs types d'environnements pourraient influencer la morphologie ainsi que le poids de *S.pectinata* fréquentant nos eaux côtières marines, comme il a été expliqué pour le genre patella (Tablado et Lopez-Gappa, 2001; Pandita et *al.*, 2013) (Jarne et *al.*, 1988; Moreteau et Vicente, 1988; Belkhodja et Romdhane, 2012).

Le poids des spécimens échantillonnés au niveau du site de STD qui est important par rapport à ceux issus du site du PM pourrait être lié à la présence accrue de couverture algale microscopique à la surface des roches.

L'étude repose sur des mesures biométrique, comme il a déjà été expliqué et donc les paramètres longueur, largeur, hauteur, sommet postérieur, sommet antérieur de la coquille ainsi que le poids total frais ont été mesuré et la corrélation entre plusieurs couples de paramètres ont été traité par analyse de courbes puissances ainsi que le test «  $t$  » de student. Ces derniers affichent une forte corrélation entre eux.

Les deux paramètres longueur-hauteur marquent une corrélation de 78% et de 83% pour les grands et petits spécimens du port de Mostaganem respectivement, et de 70% et 53% pour les *Siphonaria* issues du site de Stidia, des résultats qui viennent appuyer ceux trouvés par Mokretar I, 2019 sur la même espèce issue des mêmes stations et durant le même mois d'étude. Le test «  $t$  » montre une allométrie minorante durant le mois d'étude et pour l'ensemble des stations pour la relation longueur-hauteur ainsi que la corrélation entre longueur et la largeur, ce qui signifie que l'espèce en question favorise le développement de sa coquille en hauteur et en largeur suivie finalement par la longueur qui croit plus lentement que les deux autres paramètres. La corrélation faite entre la longueur et la largeur de la coquille témoigne d'un coefficient de corrélation très bon qui varie entre 70% à 86% pour les deux sites d'étude, ainsi que les deux classes de taille.

L'étude de l'interaction couplée du poids total-longueur révèle une forte corrélation avec un coefficient de 0,85 pour les petites et une moyenne corrélation marquée par 0,52 pour les grandes ( $P < 0,05$ ) au niveau des spécimens du PM (tab), et 0,79 pour les petites et 0,73 pour les grandes du site de STD (Tab. 3). Le coefficient d'allométrie «  $b$  » marque une allométrie minorante significative ( $P < 0,05$ ) ( $b < 3$ ) au niveau du site de STD et pour les grands spécimens du PM ce qui explique que *Siphonaria pectinata* favorise le développement de la longueur de sa coquille suivie du poids de son corps. Par contre une allométrie majorante significative ( $P < 0,05$ ) ( $b > 3$ ) est enregistrée au niveau du PM pour les espèces de petite taille, ceci pourrait être dû à l'abondante alimentaire en matières organiques au niveau des ports en général.

La co-évolution du poids total et de la hauteur a révélé à son tour des coefficients de corrélation fort étant de 0,71 chez les petites et 0,62 chez les grandes au niveau du PM. Le test  $t$  révèle une significativité entre les deux paramètres ( $p < 0,05$ ) et une allométrie minorante pour les deux stations durant le mois d'échantillonnage mis à part les individus de petites

taille issus de STD qui eux marque une allométrie majorante ce qui traduit une évolution du poids plus importante que la hauteur de la coquille.

Les paramètres poids total et largeur aussi à leurs tour inscrivent des coefficients de corrélation fort de 0,84 chez les petites et de 0,77 chez les grandes du PM (Tab. 3) ( $p < 0,05$ ), la même constatation que la précédent est faite pour le site de STD où on voit un « r » de 0,70 chez les petites, et de 0,85 chez les grands spécimens (Tab.4). Le poids total-largeur ( $P < 0,05$ ) marque une allométrie minorante ( $b < 3$ ) pour les grands individus du PM ainsi que les petits de STD, majorante ( $b > 3$ ) pour les petits spécimens du PM, et finalement une isométrie ( $b \approx 2,9 \approx 3$ ) (Baibbat et Abid ; 2015) pour les grandes Siphonaria de STD (Fig. 24).

Le sommet antérieur et de sommet postérieur quand a eux révèle des coefficients de corrélation qui reste fort variant de 0,73 chez les grandes et de 0,76 chez les petites du PM (Fig. 24), et de 0,78 chez les grandes et de 0,86 chez les petites de STD (Fig. 25). Le test « t » montre une significativité entre les deux paramètres ( $P < 0,05$ ) et une allométrie minorante pour les deux stations durant le mois de février pour les deux classes de taille, ce qui traduit que le sommet postérieur croit plus vite que le sommet antérieur (Tab. 3,4).

**Tableau 3:** 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 PM (Port de Mostaganem) durant le mois de février de l'année 2020.

N : nombre d'échantillons, **R** : Coefficient de corrélation des équations de régressions, **PP** : les Spécimens de petite taille du site du Port de Mostaganem, **GP** : Spécimens de grande taille du site du Port de Mostaganem, \*\*: significativité du test de Student ( $P < 0,05$ )

	Mois	N	Equation	R	Test t	Allométrie
<b>PP</b>	Février	30	$L=6,697H^{0,60}$	0.83	**	Minorante
<b>GP</b>			$L=8,715H^{0,47}$	0.78		
	Mois	N	Equation	R	Test t	Allométrie
<b>PP</b>	Février	30	$L=0,6187La^{1,05}$	0.80	**	Minorante
<b>GP</b>			$L=0,795La^{0,98}$	0.73		
	Mois	N	Equation	R	Test t	Allométrie
<b>PP</b>	Février	30	$Pt = 0,0001L^{3,18}$	0,85	**	Majorante
<b>GP</b>			$Pt=0,0026L^{2,11}$	0.52		Minorante
	Mois	N	Equation	R	Test t	Allométrie
<b>PP</b>	Février	30	$Pt=0,03H^{2,04}$	0.71	**	Minorante
<b>GP</b>			$Pt=0,1323H^{1,40}$	0.62		
	Mois	N	Equation	R	Test t	Allométrie
<b>PP</b>	Février	30	$Pt=0,0002La^{3,15}$	0.84	**	Majorante
<b>GP</b>			$Pt= 0, 0013La^{2,59}$	0.77		Minorante
	Mois	N	Equation	R	Test t	Allométrie
<b>PP</b>	Février	30	$Sa=1,8749sp^{0,83}$	0.76	**	Minorante
<b>GP</b>			$Sa=1,9623sp^{0,79}$	0.73		

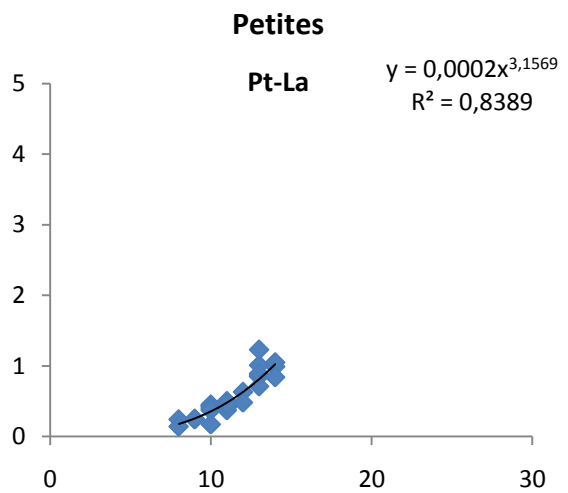
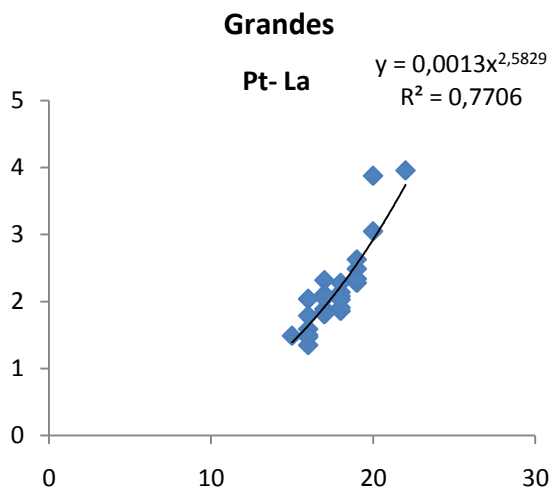
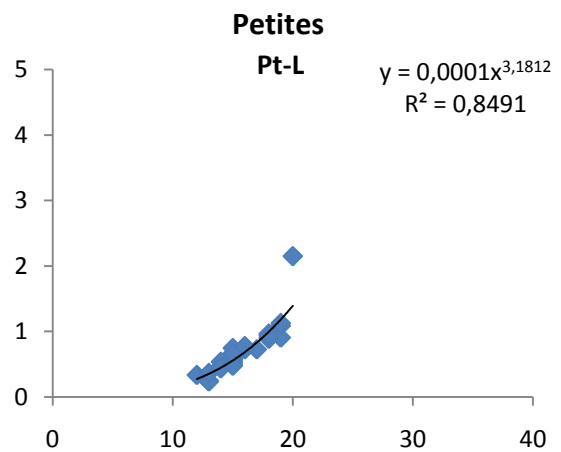
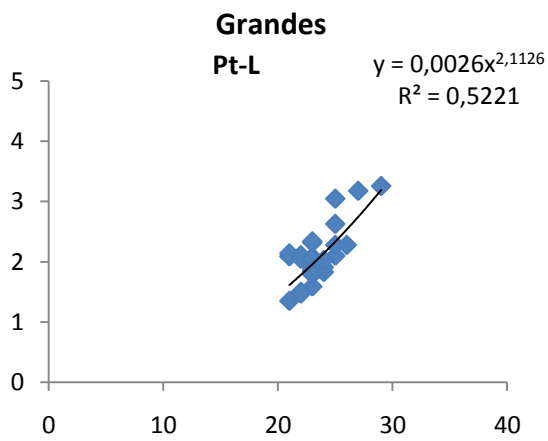
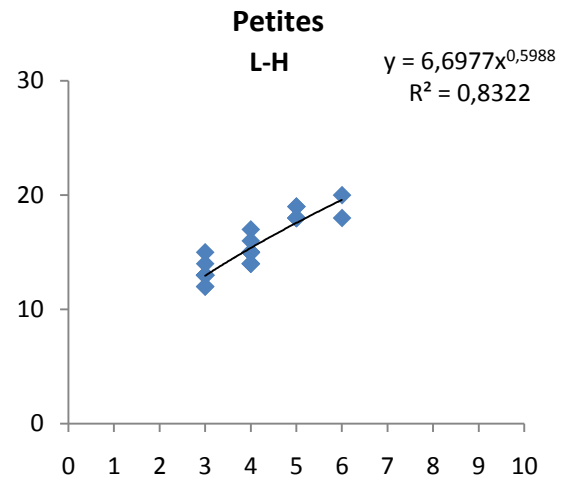
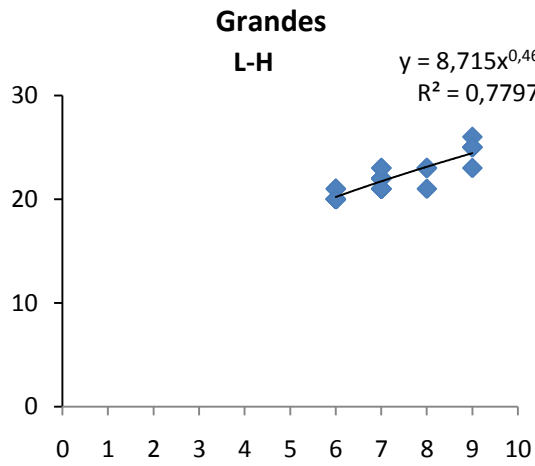
**Tableau 4** : Equations allométriques entre les six paramètres choisis (**L**: longueur, **H** : hauteur, **La** largeur, **Pt** poids total, **Sa** : Sommet antérieur, **PS** : Sommet postérieur) de *Siphonaria pectinata* dans la station du STD (stidia) durant le mois de février de l'année 2020.

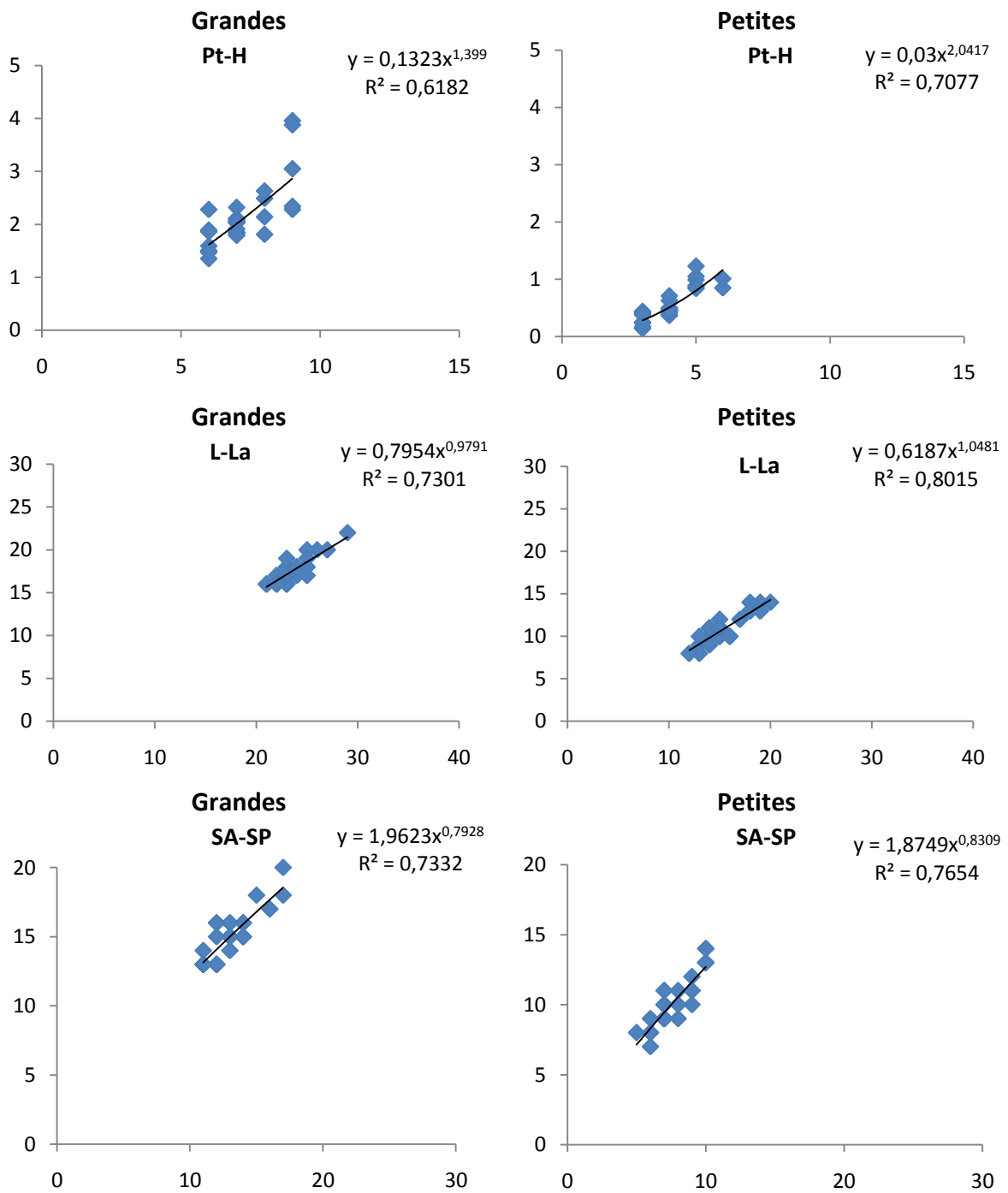
**N**: nombre d'échantillons, **R** : Coefficient de corrélation des équations de régressions, **SP** : les Spécimens de petite taille du site de Stidia, **GS** : Spécimens de grande taille du site de Stidia, **\*\*** : significativité du test de Student ( $P < 0,05$ )

	Mois	N	Equation	R	Test t	Allométrie
<b>PS</b>	Février	30	$L=4,4624H^{0,82}$	0.53	**	Minorante
<b>GS</b>			$L=10,357H^{0,45}$	0.70		
	Mois	N	Equation	R	Test t	Allométrie
<b>PS</b>	Février	30	$L=0,6103La^{1,09}$	0.86	**	Minorante
<b>GS</b>			$L=1,6053La^{0,80}$	0.70		
	Mois	N	Equation	R	Test t	Allométrie
<b>PS</b>	Février	30	$Pt = 0,0005L^{2,58}$	0.79	**	Minorante
<b>GS</b>			$Pt = 0,0003L^{2,77}$	0.73		
	Mois	N	Equation	R	Test t	Allométrie
<b>PS</b>	Février	30	$Pt=0,014H^{3,87}$	0.72	**	Majorante
<b>GS</b>			$Pt=0,0566H^{1,86}$	0.71		Minorante
	Mois	N	Equation	R	Test t	Allométrie
<b>PS</b>	Février	30	$Pt=0,0038La^{2,01}$	0.70	**	Minorante
<b>GS</b>			$Pt=0,0003La^{2,93}$	0.85		Isométrie
	Mois	N	Equation	R	Test t	Allométrie
<b>PS</b>	Février	30	$Sa=0,5747Sp^{1,05}$	0.86	**	Minorante
<b>GS</b>			$Sa=3,2973Sp^{0,45}$	0.78		

Pour la bonne compréhension de l'étude menée sur les interactions couplées des paramètres étudiés, des courbes puissances ont été établies, ce qui nous a permis de faire ressortir des équations ( $y=ax^b$ ), mais aussi un coefficient de corrélation « r », tout cela est illustré ci-dessous pour les deux sites d'échantillonnage à savoir port de Mostaganem et le site de Stidia durant le mois de février de l'année 2020 (Fig. 24, 25).

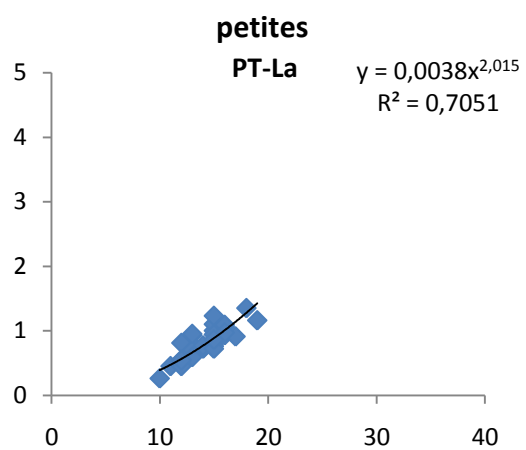
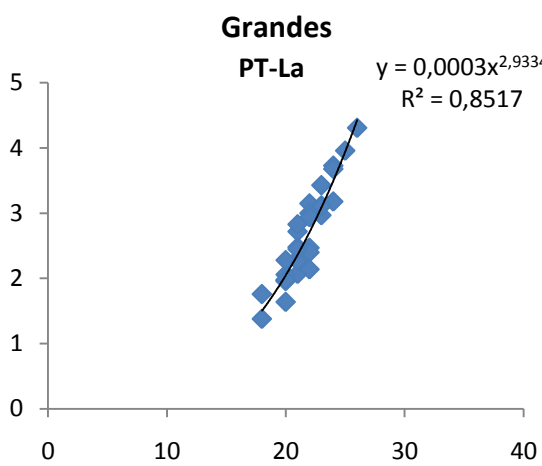
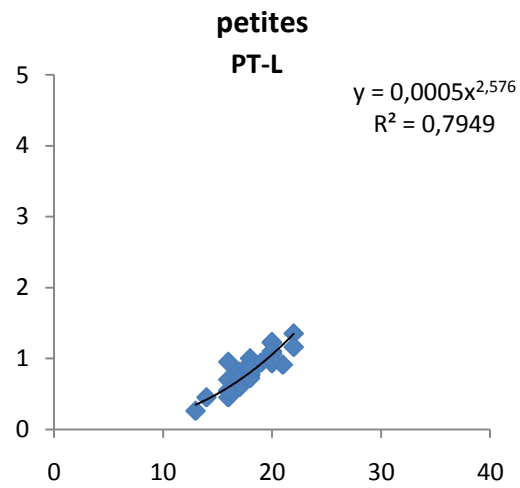
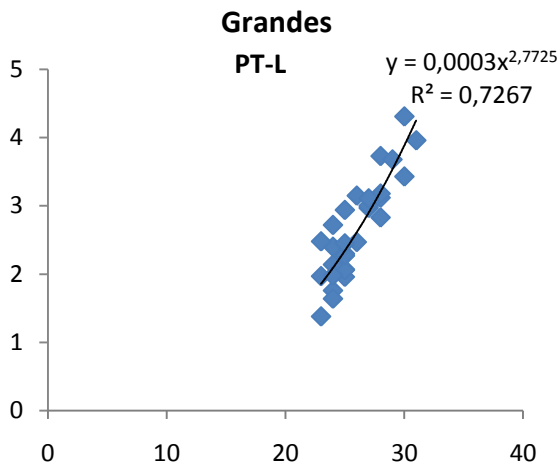
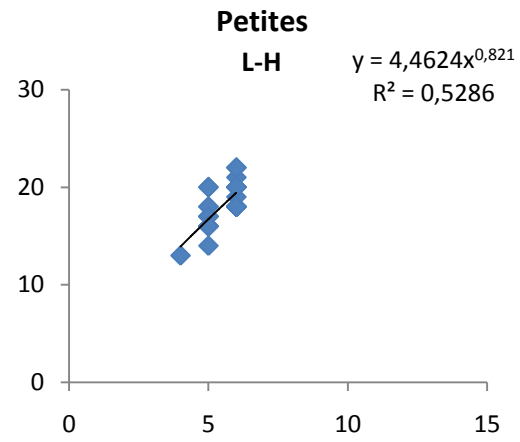
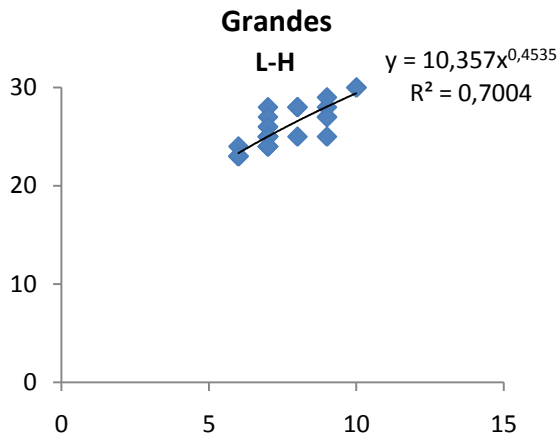
Port de Mostaganem

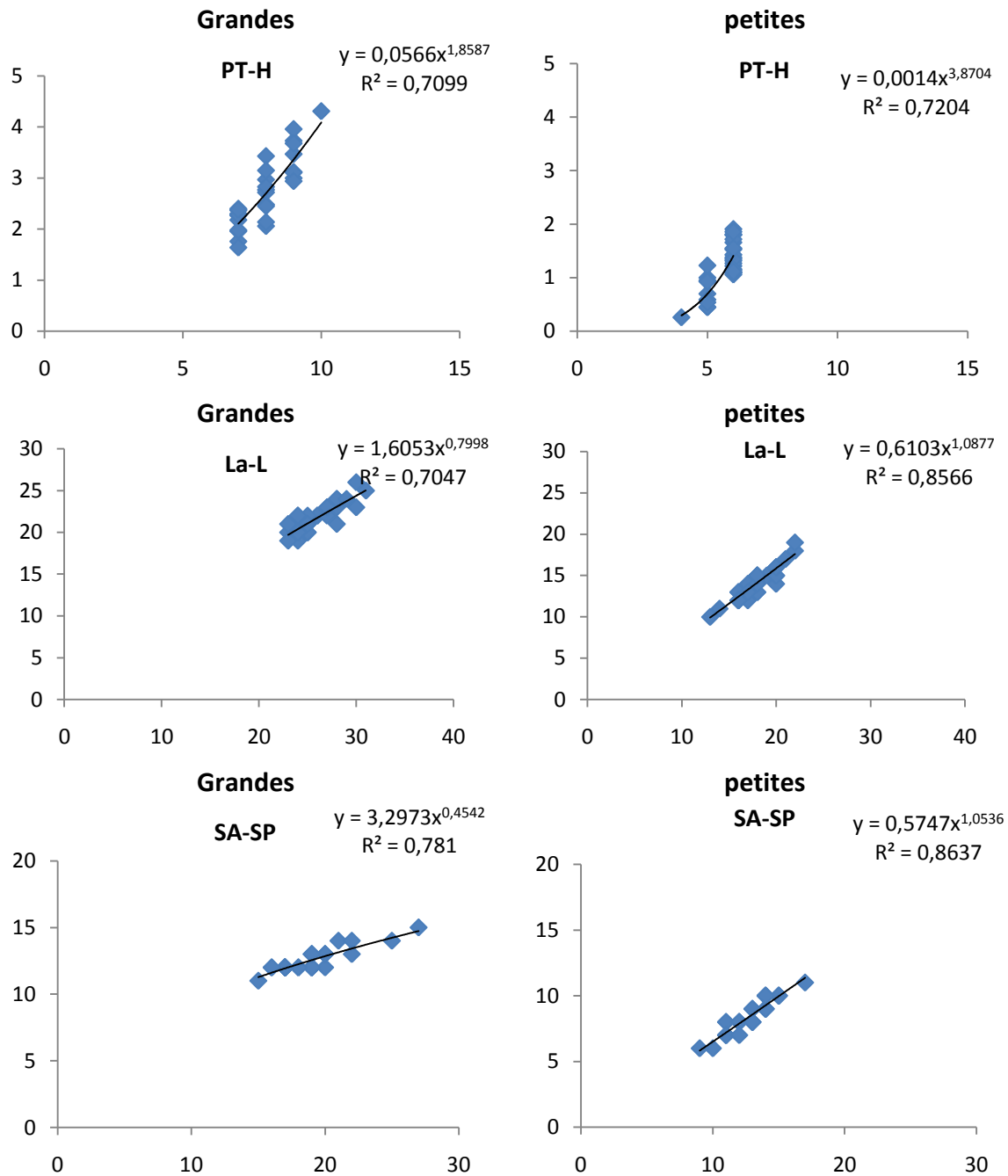




**Figure24:** Corrélations entre les six paramètres biologiques (L, H, La, Sa, Sp et PT) chez *Siphonaria pectinata* au niveau des sites port de Mostaganem et Stidia durant le mois de février de l'année 2020

**Stidia**





**Figure25:** Corrélations entre les six paramètres biologiques (L, H, La, Sa, Sp et PT) chez *Siphonaria pectinata* au niveau des sites port de Mostaganem et Stidia durant les trois mois de l'année 2019 (Fervrier, Mars et Avril)

Après lecture des tableaux (3,4) mais aussi des figures (24, 25) on a pu observer qu'en général la hauteur de la coquille de *Siphonaria pectinata* ainsi que la largeur poussées plus rapidement que la longueur. On remarque que finalement suite aux combinaisons réalisées le poids total frais s'inscrit à la dernière position en marquant la vitesse de croissance la plus lente.

Le paramètre **sommet postérieur marque une vitesse de développement plus importante que celle du sommet antérieur.**

On a pu finalement constater que l'espèce de mollusque gastéropode « *Siphonaria pectinata* » favorisée l'évolution de sa coquille en hauteur et en largeur en premier lieu suivie de la longueur et finalement du poids total frais au niveau des deux sites d'étude. La même constatation a été faite par Mokretar I, 2019 qui a mené la même étude sur la même espèce issue du littoral mostaganémois. On constate aussi que l'étude réalisée par Ait Mohamed Amer L, 2018 sur un mollusque gastéropode d'un genre similaire « *Patella rustica* » démontre que l'espèce en question favorise pareillement le développement de sa coquille en hauteur en premier lieu et du poids total en dernier lieu.

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.

Bouzaza et Mezali (2018) ont aussi observé que *P. caerulea* étant une espèce vivant dans les niveaux les plus bas des zones intertidales s'attribue de grandes coquilles et à cône bas.

Ait Mohamed Amer et al en 2018, ont pu révéler que la coquille de *Patella rustica* présente une allométrie minorante dans sa croissance en longueur par rapport à sa hauteur, l'espèce croit plus en hauteur qu'en longueur. Cette dernière riveraine est considérée comme employant une stratégie de conservation de l'énergie en raison de leur environnement instable et de leurs ressources alimentaires limitées. Pour cela elle favorise le développement de sa coquille en hauteur pour pouvoir emmagasiner l'eau et ainsi s'hydrater en raison de périodes d'émersion prolongées (Sokolova et Pörtner, 2003, Prusina et al., 2014). 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 longue.

C'est résultats sur les relations biométriques effectuées sur les spécimens de *Siphonaria pectinata*, prélevés de STD montre une corrélation toute aussi importante que celle issues du PM.

Cela nous indique que les Siphonaria du secteur côtier ainsi que le port évoluent de la même manière malgré l'implantation de nos spécimens dans des zones plus au moins polluées. Ceci dit on a pu voir que contrairement aux résultats obtenus l'année précédente les spécimens présents au niveau du site plus au moins référentiel présentaient une coquille et un poids qui reste plus important que celles issus du site pollué

Le bon développement des Siphonaria et la bonne corrélation des six paramètres (longueur, hauteur, largeur, sommet antérieur, sommet postérieur et poids total) au niveau du site PM pourrait être due au fait que la stations soit un réceptacle de rejets urbains qui se voient être très riches en sels nutritifs et matières organiques ce qui favorisent le développement du phytobenthos sur l'étage médiolittoral et supralittoral, ce qui expliquerai l'exception faite au niveau des petit spécimens du port de Mostaganem ou on voit que le poids total pousse plus vite que la largueur ainsi que la longueur de la coquille.

L'étude menée par classe de taille et qui a été mis au point dans le but d'évaluer l'influence de la pollution sur les plus jeune a démontré que les petits spécimens tout comme les grands se comportés de la même manière et évolues tout aussi bien, cela explique que l'espèce étudiée pourrait se voir attribuer le statue d'une espèce **résistante (Bioaccumulatrice) et tolérante** au polluants (PM).

Bien que cette espèce se voie attribuer ces critères, les valeurs des contaminants de tous genres ne doivent tout de même pas dépasser les valeurs seuils comme il a été démontré sur le mollusque gastéropode *osilinus turbinatus* par Belhaouari en 2012.

---

---

## CONCLUSION

---

---

## Conclusion

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

Les examens utilisés pour l'étude de la variabilité spatiale des allométries ont montré sur 2 prélèvements étalés sur 1 mois (février, 2020) et sur les 120 individus de *S. pectinata* récoltés dont 60 individus échantillonnés du site de Stidia (30 petites et 30 grandes), site connu pour ses propriétés environnementales éloignées de toutes sources anthropiques et 60 individus issus du port de Mostaganem (30 petites et 30 grandes), où elles étaient présentes avec une densité importante.

La croissance relative ne varie pas beaucoup entre les deux stations. En effet, la comparaison des droites de régressions représentant la croissance relative de la hauteur, la longueur et la largeur par rapport au poids total ainsi que de la largeur par rapport à la longueur, la longueur par rapport à la hauteur ainsi que le sommet antérieur de la coquille par rapport au sommet postérieur, 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 pectinata*.

La croissance de la coquille et le poids total fait ressortir le classement suivant :

**1- H>La>L>Pt**

**2- Sp>Sa**

D'après les résultats obtenus il s'agit d'une forme écotypique vis-à-vis des facteurs du milieu entre autre le facteur hydrodynamisme.

Finalement ce travail a pu mettre en évidence la capacité de cette espèce à sa croissance dans différents milieux et a fait ses preuves d'espèce pourrais être **tolérante et résistante**.

---

---

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

---

---

**Références bibliographiques**
**A**

- **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 1.
- **Ait Mohamed Amer. L, Benali. I, Dermeche. S, Bouderbala. M. 2018:** Seasonal variations of the biometric indices of *Patella rustica* Linnaeus, 1758 (Gastropoda Patellidae) from contrasted sites of the western Algerian coast. *Biodiversity Journal*, 2018, 9 (3): 205–212.
- **Adams, A. 1850.** Monographs of *Cstrema*, *Marryat*, and *Separatista*, Gray; two genera of gasteropodous mollusks. *Proceedings of the Zoological Society of London* (part 18):41-45.
- **Albayrak, S.; Çeviker, D. (2001).** New records: two new extra-mediterranean molluscs from Southeast Turkey: *Siphonaria belcheri* Hanley, 1858 [Gastropoda: Siphonariidae] and *Septifer bilocularis* (Linnaeus, 1758) [Bivalvia: Mytilidae]. *Israel Journal of Zoology*. 47(3): 297-298.
- **Antit, M., Gofas, S. & Azzouna, A. 2009.** New records of upper shore Mollusca for the Tunisian coast: newcomers or overlooked?

**B**

- Baker P., Baker S.M., and Jon Fajans. 2004.** Nonindigenous marine species in the greater Tampa Bay ecosystem. *Tampa Bay Estuary Program Technical Publication 02-04*. 131p.
- **Barash, A. & Danin, Z. 1992.** Fauna Palaestina - Mollusca I - Annotated List of Mediterranean Molluscs of Israel and Sinai. *The Israel Academy of Sciences and Humanities - Jerusalem - Israel*; 405 p.
- **Belhaouri B., 2012.** Etude écotoxicologique chez un gastéropode marin, *Osilinus turbinatus* (Born, 1780) dans le littoral algérien occidental. Thèse doct. Univ d'Oran
- Blainville H.M.D. de. (1827).** Siphonaire, *Siphonaria* (Malaco.), pp. 291-296, in: *Dictionnaire des Sciences Naturelles* (F. Cuvier, ed.), vol. 49. Levrault, Strasbourg & Paris, & Le Normant, Paris. , available online at <http://biodiversitylibrary.org/page/25314546>.
- Bethoux J.P, Gentili B, Morin P, Nicolas E, Ruiz-Pino D., 1999.** The Mediterranean sea : a miniature ocean for climatic and environment studies and the key for climatic functioning of the north atlantic. *Prog. Oceanogr.*, 44 : 131-146.

- Benzohra, M., 1993** –Les structures hydrodynamiques le long des côtes algériennes. In“Water Circulation Sea and Pollution in the Maghrebian Coasts of the Mediterranean Sea”, Ed. Inoc. IZMIR. TURKIYE: 33-45.
- BENZOHRRA, M. & MILLOT, C, (1993)**. Characteristics and circulation of the surface and intermediate water masses of Algeria. Deep-Sea Research. 42(10), 1803-1830.
- Boudouresque C.F. (2005)**. Excursion au Cap-Croisette (Marseille) : le milieu marin. 12° Ed. GIS Posidonie publ., Marseilles, Fr., 1-4.
- **Boukhelf K. 2007**. Etude de l'écosystème marin d'oued Sadaoua Sidi Lakhdar Mostaganem. (Étude hydrologique, bactériologique et physicochimique). Mém. Ingéniorat. d'Etat. Ressources Halieutiques. Université de Mostaganem. Fac. des. Sciences et Sciences de l'Ingénieur. Dép.des Scie. De la Mer et des Ressources Halieutiques.
- **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.
- **Bouzaza Z., 2012**. Contribution à l'étude systématique et phylogéographique de quelques invertébrés benthique de la zone intertidale de la côte algérienne. Mémoire de magister, Université de Mostaganem.
- **Bouzaza Z., 2018**. Discriminant-based study of the shell morphometric relationships of *Patella caerulea* (Gastropoda: Prosobranchia) of the western Mediterranean Sea. Turk J Zool (2018) 42: 513.522.

## C

- Carlton J.T. 1992**. Introduced marine and estuarine mollusks of North America: An end-of-the-20th-Century perspective. Journal of Shellfish Research 11:489-505.
- Chambers, R.J., McQuaid, C.D. & Kirby, R. (1996)** Determination of genetic diversity of South African intertidal limpets(Gastropoda: Siphonaria) with different reproductive modes using polyacrylamide gel electrophoresis of total cellular proteins. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 201, 1–11.[http://dx.doi.org/10.1016/0022-0981\(95\)00148-4](http://dx.doi.org/10.1016/0022-0981(95)00148-4)
- Chambers, R.J., McQuaid, C.D. & Kirby, R. (1998)** The use of randomly amplified polymorphic DNA to analyze the genetic diversity, the systematic relationships and the evolution of intertidal limpets, *Siphonaria* spp. (Pulmonata: Gastropoda), with different reproductive modes. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 227, 49–66.

## D

- **Dekker, H. & Orlin, Z. 2000.** Check-List of Red Sea Mollusca. *Spirula*; 47 (Supplement):1-46.
- **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.
- **Dtayat, B., Conrad, M., Balayan, S., White, T.R., Albrecht, C., Golding, R.E., Gomes, S.R., Dunker, W.** 1852\_1853 *Argonauta gruneri* Dunker, 1852. *Zeitschrift für Malakozoologie* 9(3): 48. 1852-1853. *Diagnoses Molluscorum novorum*. *Zeitschrift für Malakozoologie* 9(4): 49-62.

### E

- **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. **Harasewych, M.G. & Martins, A.M. de Frias (2011)** Phylogenetic relationships and evolution of pulmonate gastropods (Mollusca): New insights from increased taxon sampling. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 59, 425–437.

### G

- **George D., George J. (1980).** La vie marine, encyclopédie illustrée des invertébrés marins, Ed. Maloine S.A., 173 pp.
- **Giribet, Gisele Y. Kawauchi,** How many species of *Siphonaria pectinata* (Gastropoda: Heterobranchia) are there? , *Journal of Molluscan Studies*, 10.1093/mollus/eyv038, (eyv038), (2015).
- **Gmelin, 1791** and the other Tyrrhenian species of *Patella* (Gastropoda: Patellidae). *Journal of Molluscan Studies*, 60: 9-17
- **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

### H

- **Hanley, S. (1858)** On *Siphonaria*: *Proceedings of the Zoological Society of London*. 26: 151–153. via *Catalogue of Life* .
- **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 linne* (mollusca, Gasteropoda, Prosobranchia, muricidae) on the armorican coast. 220 .

-Hubendick, B. (1946) **Systematic monograph of the Patelliformia**. Kungliga Svenska Vetenskapsakademien Handlingar, Tredje Serien, 23(5), 1–93, pls. I–VI

## K

- Kallouche M.E.M. (2008). Répartition et aspect écologique de la patelle commune méditerranéenne *Patella caerulea* (Linnaeus, 1758) (Côte oranaise, Algérie nord occidentale), Mémoire de Magister, Univ. Es Sénia, Oran, Algérie, 100pp.

- Köhler A. 1894. Beiträge zur Anatomie der Gattung Siphonaria. Zool. Jahrb. Abt. Anat. 7: 1–92.

-Korichi, H-S., (1988). Contribution à l'étude biologique de deux espèces de saurels *Trachurus trachurus* (Linné, 1758) et *Trachurus mediterraneus* (Stindachner, 1868) et la dynamique de *Trachurus trachurus* (Linné, 1758) en baie de Bou Ismail (Alger). Thèse de Magister, ISMAL, Alger: 260.

## L

-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.

-Leclaire, L., 1972- La sédimentation holocène sur le versant méridional du Bassin Algéro-Baléares (Précontinent Algérien). Mém. Mus. Ntn., Ed. Paris, Fr., XXIV (Nlle Ser.) : 391 p. M

-Linnaeus, C. (1758). *Systema Naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis*. Editio decima, reformata [10th revised edition], vol. 1: 824 pp. Laurentius Salvius: Holmiae., available online at <https://biodiversitylibrary.org/page/726886>.

-Lowell R.B. 1984. Desiccation of intertidal limpets: Effects of shell size, fit to substratum, and shape. *Journal of Marine Biology and Ecology* 77:197-207

- Lopez G V, Batthyany C, Blanco F, Botti H, Trostchansky A, Migliaro E, Radi R, Gonzalez M, Cerecetto H, and Rubbo H., 2005. Design, synthesis, and biological characterization of potential antiatherogenic nitric oxide releasing tocopherol analogs. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*. 13:5787–5796.

- Luiz Ricardo L. Simone<sup>1</sup>, Maria Inês G. L. Seabra 2017. Shell and body structure of the plesiomorphic pulmonate marine limpet *siphonaria pectinata* (LINNAEUS, 1758) from Portugal (GASTROPODA: HETEROBRANCHIA: SIPHONARIIDAE).

**M**

- 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.
- Menke K.T. 1853.** Conchylien von St.Vincent mit kritischen Anmerkungen. Zeitschrift für Malakozoologie, 10: 67–80.
- Millot C., 1987** – Circulation in the Western Mediterranean Sea. Oceanog. Acta, 10 (2): 144-149
- Millot, C., 1987b** - Circulation in the levantine intermediate water in the Algerian Basin. J. Geophy. Res., 92: 8265-827.
- Millot, C., 1985** – Some features of the Algerian curent . J. geophy. Res., 90 ( C4 ) : 7169-7176. **\_MJ, Emson RH. Maturation**, frai et développement chez Siphonaria pectinata Linnaeus (Gastropoda: Pulmonata) à Gibraltar. J Molluscan Stud. 1999; 65: 185–93.Voir l'article Google Scholar.
- Mezali K. (2008)** Phylogénie, systématique, dynamique des populatios et nutrition de quelques espèces d'holothuries aspidochirotés (Holothuroidea: Echinodermata) inféodées aux herbiers de posidonies de la côte Algéroise. p. 208. Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, Alger, Algérie.

**N**

- 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.

**O**

- \_Ocana T.M.J., and R.H. Emson. 1999.** Maturation, Spawning and Development in Siphonaria pectinata Linnaeus (Gastropoda: Pulmonata) at Gibraltar. Journal of Molecular Studies 65:185-193.

**R**

- Reeve, L.A. (1856)** Monograph of the genus Siphonaria. In: Reeve, L.A. (Ed.), Conchologia Iconica. Vol. 9. L. Reeve, London, [unpaginated], pls. 1–7

**S**

- Saleuddin A. S. M., Ashton M. L., Khan H. R. 1997.** An electron microscopic study of the endocrine dorsal bodies in reproductively active and inactive Siphonaria pectinata (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)

**T**

- **Taibi A, Oubaziz B, Ghermaoui M, Kaddour Hocine A, Bendimerad M-E., 2013.** Etude de la biométrie de la Patelle géante Littoraux, Oran, Algérie.
- Templado, J., 1996. Patella ferruginea (Gmelin, 1791).** In: M.A.Ramos (Ed.), Inventario de las especies de invertebrados no artrópodos incluidas en los anejos de la Directiva 92/43/CCE del Consejo, pp. 1–15. Memoria final (ICONA, unpublished).
- Teske, P.R., Barker, N.P. & McQuaid, C.D. (2007)** Lack of genetic differentiation among four sympatric southeast intertidal limpets (Siphonariidae): Phenotypic plasticity in a single species? *Journal of Molluscan Studies*, 73, 223–228.

**V**

- **VossN. A. 1959.** Studies on the pulmonate gastropod *Siphonaria pectinata* (Linnaeus) from the southeast coast of Florida. *Bull. Mar. Sci.* 9: 84-94.

**Z**

- Zenetos, A., Gofas, S., Russo, G. & Templado, J. 2004.** CIESM Atlas of Exotic Species in the Mediterranean - Volume 3 Molluscs. Frederic Briand, Editor CIESM Publisher / Monaco; 376.