



DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MER ET DE L'AQUACULTURE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

Belalem Chahira

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN HYDROBIOLOGIE MARINE ET CONTINENTALE

Spécialité : Bioressources Marines

THÈME

**Structures de taille, croissance et analyse modale de
deux espèces de concombres de mer [*Holothuria*
(*Roweothuria*) *poli* & *Holothuria* (*Platyperona*)
sanctori] de la côte de Mostaganem**

Soutenue publiquement le /09/2019

DEVANT LE JURY

Président	M. BOUZAZA Zoheir	MCB	U. Mostaganem
Encadrant	M. MEZALI Karim	Pr	U. Mostaganem
Co-Encadrant	M. MANSOURI Toufik	MAB	U. Mostaganem
Examinatrice	M ^{lle} Oulhiz Aicha	MCB	U. Mostaganem

*Thème réalisé au Laboratoire de Protection, Valorisation des Ressources Marine et Littorale et
Systématique Moléculaire (Université de Mostaganem).*

Année universitaire 2019 /2020.

Remerciements

*Il m'est très difficile d'exprimer en quelques lignes ma profonde gratitude pour mon encadrant, Monsieur **MEZALI Karim**, Professeur au département des Sciences de la Mer et de l'Aquaculture de l'Université de Mostaganem, d'avoir accepté de m'encadrer. Je le remercie chaleureusement pour son soutien, compréhension et surtout ses encouragements. C'est avec un grand plaisir que je rédige mes chaleureux remerciements d'avoir grandement contribué, à améliorer le document final ;*

*Je tiens à exprimer mes sentiments de profonds respects et ma reconnaissance à Monsieur **MANSOURI Toufik**, Maître-Assistant (B) au département des Sciences de la Mer et de l'Aquaculture de l'Université de Mostaganem, pour avoir eu l'amabilité d'accepter le Co-encadrement de ce travail. La partie traitement statistique des données m'aurait pris beaucoup plus de temps, si ce n'est votre précieuse aide et assistance. Votre expérience m'a permis de valoriser les résultats de ce travail. Recevez Monsieur, l'expression de mes vifs remerciements ;*

*Je suis très honorée que Monsieur **BOUZAZA Zohéir**, Maître de Conférences (B) au département des Sciences de la Mer et de l'Aquaculture de l'Université de Mostaganem, ait accepté la présidence du jury de ce mémoire. Qu'il trouve ici l'expression de toute ma gratitude et remerciements ;*

*Je tiens à exprimer mes chaleureux remerciements à Mademoiselle **Oulhiz Aicha**, Maîtres de Conférences (B) au département des Sciences de la Mer et de l'Aquaculture de l'Université de Mostaganem, d'avoir pris*

le temps pour participer à ce jury en tant qu'examinatrice. Qu'elle trouve ici l'expression de ma profonde reconnaissance ;

Enfin, ces remerciements ne pourraient être clos si j'oubliais toute ma famille et mes ami(e)s pour m'avoir supportée pendant l'élaboration de ce présent travail ;

A ces remerciements, j'associer l'expression de ma reconnaissance à toutes les personnes qui ont participé bénévolement de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire ;

Merci à tous ceux que je n'ai pas cités ici mais à qui je pense quand même !!!

Dédicace

C'est avec profonde gratitude et sincères mots,

Que je dédie ce travail de fin d'études à

A ma mère et à mon père

, qui ils ont sacrifié leurs vies pour

Ma réussite et éclairé mon chemin par

leurs conseils judicieux

Je souhaite qu'Allah les prête du bonheur et une longue vie.

Je dédie aussi ce travail

À mes chers frères, et mes chères sœurs

À mes chères amies

Et en fin à toute la promotion M2 BRM 2018/2019.

Chahira

Résumé

La présente étude a mis l'accent sur les relations biométriques et l'analyse modale de deux espèces de concombre de mer [*Holothuria (Roweothuria) poli* & *Holothuria (Platyperona) sanctori*]. L'échantillonnage s'est focalisé sur deux stations se localisant au niveau de la côte de Mostaganem (Stidia et Crique de la Salamandre). Des mensurations ont été réalisées sur les individus de chaque type d'espèce [La longueur contractée du corps (LC), Epaisseur de la paroi du derme (EP), Poids humide du corps (PHC) et Poids sec du corps (PSC)]. Les résultats ont montré que les individus de deux espèces sont caractérisés par une allométrie significativement minorante (que ce soit pour la croissance pondérale ou linéaire). Cette Allométrie a été expliquée par le fait que les holothuries sont caractérisées par une forme cylindrique allongée. Concernant le rapport PHC/PSC, les valeurs obtenues pour *Holothuria (R.) poli* divergent de celles obtenues dans des études antérieures, notamment la valeur standard établie par (Newell et Courtney, 1965). Par contre, nous avons enregistré une valeur proche du standard (10/1) chez *Holothuria (P.) sanctori*. Cela pourrait être dû à la consistance du derme de cette espèce, qui est proche de celle d'*Holothuria (P.) fosrkali* [Les deux appartiennent au même groupe (présence des tubes de Cuvier et l'élasticité de leurs téguments)]. D'autre part, Les résultats de l'analyse de variances multivariées ont montré l'existence d'une différence hautement significative entre les deux stations. De même, nous avons constaté que les deux variables (Epaisseur de la paroi du derme "EP" et le poids sec du corps "PSC") sont les plus discriminantes. Enfin, Concernant l'analyse modale et les structures de tailles, l'application de la méthode de (Bhattacharya, 1967) et la méthode de NORMSEP a permis de décrire trois cohortes chez *Holothuria (R.) poli* et *Holothuria (P.) sanctori*.

Mots clés : Allométrie minorante, Analyse modale, Structures de tailles, Cohorte, Côte de Mostaganem.

Abstract

The present study has focused on the biometric relationships and modal analysis of two species of sea cucumber [*Holothuria (Roweothuria) poli* & *Holothuria (Platyperona) sanctori*]. The sampling focused on two stations located at the coast of Mostaganem. The measurements were performed on the individuals of each type of species [The contracted length of the body (LC), wall thickness of the dermis (EP), body wet weight (PHC) and body dry weight (PSC)]. The results showed that individuals of two species are characterized by a significantly negative allometry (whether for weight or linear growth). This Allometry was explained by the fact that sea cucumbers are characterized by an elongated cylindrical shape. Regarding the PHC / PSC ratio, the values obtained for *Holothuria (R.) poli* differ from those obtained in previous studies, notably the standard value established by (Newell and Courtney, 1965). On the other hand, we recorded a value close to the standard (10/1) at *Holothuria (P.) sanctori*. This could be due to the consistency of the dermis of this species, which is close to that of *Holothuria (P.) fosrkali* [Both belong to the same group (presence of Cuvierian tubules and the elasticity of their integuments)]. On the other hand, the results of multivariate analysis of variance showed the existence of a highly significant difference between the two stations. Similarly, we found that the two variables (wall thickness of the dermis "EP" and the body dry weight "PSC") are the most discriminating. Finally, Regarding the modal analysis and the sizes structures, the application of both Bhattacharya (1967) and NORMSEP methods allowed us to describe three cohorts in *Holothuria (R.) poli* and *Holothuria (P.) sanctori*.

Key words: Negative allometry, Modal analysis, Size structures, Cohort, Mostaganem coast.

ركزت الدراسة الحالية على العلاقات البيومترية والتحليل الشكلي لنوعين من خيارات البحر *Holothuria (Roweothuria) poli* و *Holothuria (Platyperona) Santorini*. تركز أخذ العينات من على محطتين تقعان على ساحل مستغانم. أجريت القياسات على الأفراد من كل نوع من الأنواع [طول الجسم المنكمش (LC) ، سمك الجدار الجلدي (EP)، الوزن الرطب للجسم (PHC) والوزن الجاف للجسم (PSC)]. أظهرت النتائج أن أفراد النوعين يتميزون بنمو لا متري سالب كبير (سواء للوزن أو النمو الخطي). تم تفسير هذه اللا مترية بحقيقة أن خيار البحر يتميز بشكل أسطوانى ممدود. فيما يتعلق بنسبة PHC / PSC ، فإن القيم التي تم الحصول عليها في *Holothuria (R.) poli* تختلف عن تلك التي تم الحصول عليها في الدراسات السابقة ، ولا سيما القيمة المعيارية التي حددها Newell و Courtney (1965). من ناحية أخرى ، سجلنا قيمة قريبة من المعيار (1/10) في *Holothuria (P.) sanctori* هذا يمكن أن يكون بسبب اتساق الأدمة من هذا النوع ، والتي هي قريبة من *Holothuria (P.) fosrkali* فكلاهما ينتمي إلى نفس المجموعة (وجود أنابيب Cuvier ومرونة أجسادهما). من ناحية أخرى، أظهرت نتائج التحليل متعدد المتغيرات للفرق وجود فرق كبير للغاية بين المحطتين. وبالمثل، وجدنا أن المتغيرين (سمك الجدار الجلدي "EP" و وزن الجسم الجاف "PSC") هما الأكثر تمييزاً. أخيراً، فيما يتعلق بالتحليل الشكلي وهياكل الأحجام، فإن تطبيق كل من طريقتي Bhattacharya (1967) و NORMSEP قد سمح لنا بوصف ثلاث مجموعات في *Holothuria (R.) poli* و *Holothuria (P.) sanctori*

كلمات مفتاحية: نمو لا متري سالب، التحليل الشكلي، هياكل الحجم، ذروة، خليج مستغانم.

Liste de Figures

Figure 01	Phylogénie des échinodermes. Modifié d'après (O'Hara et al., 2014)	03
Figure 02	Anatomie externe d'une holothurie. (Purcell et al., 2012)	05
Figure 03	Anatomie interne d'une holothurie du genre <i>Holothuria</i> . Modifiée d'après (Conand, 1989)	06
Figure 04	Classification des holothuries (Preston, 1993)	07
Figure 05	Sclérites d' <i>Holothuria (R.) poli</i>	08
Figure 06	<i>Holothuria (P.) forskali</i> projetant ses tubes de Cuvier. Photo prise en Italie par Roberto Pillon Mai, 2011	11
Figure 07	Reproduction sexuée chez <i>Holothuria tubulosa</i> (Andrade et al., 2008)	12
Figure 08	Reproduction asexuée chez les holothuries. (Conand et Muthiga, 2007)	12
Figure 09	Transformation des holothuries en bêche-de-mer (Dissanayake et al., 2010)	14
Figure 10	Holothuriculture (Giraspy et Walsalam, 2010)	16
Figure 11	Localisation géographique de deux zones d'étude	17
Figure 12	Localisation géographique du site de Stidia	18
Figure 13	La Crique de la Salamandre	19
Figure 14	Individu d' <i>Holothuria (Roweothuria) poli</i>	20
Figure 15	Individu d' <i>Holothuria (Platyperona) sanctori</i> . Morphotype avec taches sur le bivium	20
Figure 16	Mensurations des individus	21
Figure 17	Diagrammes en violon des variables utilisées	29
Figure 18	Relation taille-poids chez les deux espèces <i>Holothuria (R.) poli</i> & <i>Holothuria (P.) sanctori</i>	30
Figure 19	Croissance linéaire chez les deux espèces <i>Holothuria (R.) poli</i> & <i>Holothuria (P.) sanctori</i>	32
Figure 20	Poids humide du corps en fonction du poids sec au niveau de deux stations étudiées	32
Figure 21	Séparation des composantes normales pour obtenir les cohortes par le logiciel FISAT II	34
Figure 22	Classes de tailles par la méthode de Bhattacharya (1967) pour l'espèce <i>Holothuria (R.) poli</i> . Station de Stidia	35
Figure 23	Décomposition de la distribution de fréquences de tailles d' <i>Holothuria (R.) poli</i> de la station de Stidia, Méthode NORMSEP	36
Figure 24	Classes de tailles par la méthode de Bhattacharya (1967) pour l'espèce <i>Holothuria (P.) sanctori</i> , station Crique de la Salamandre	36
Figure 25	Décomposition de la distribution de fréquences de tailles d' <i>Holothuria (P.) sanctori</i> station la Crique de la salamandre, Méthode NORMSEP	37

Liste des Tableaux

Tableau 01	La composition chimique des sclérites selon Hampton (1958)	09
Tableau 02	Digestibilité (%) de la paroi du corps de l'holothurie après digestion en utilisant de la pepsine	15
Tableau 03	Les valeurs moyennes (\pm écart-type) des variables utilisées. ESM : erreur standard de la moyenne	27
Tableau 04	Relations biométriques (Tailles-poids) et test d'allométrie établis à partir des paramètres mesurés pour l'espèce <i>Holothuria (R.) poli</i> au niveau des stations étudiées	30
Tableau 05	Relations biométriques (Croissance linéaire) et test d'allométrie établis à partir des paramètres mesurés pour les deux espèces <i>Holothuria (R.) poli</i> & <i>Holothuria (P.) sanctori</i> au niveau des stations étudiées	31
Tableau 06	Test de la MANOVA	33
Tableau 07	Analyse discriminante pas-à-pas ascendante réalisée par les quatre variables (LC, EP, PHC & PSC)	33
Tableau 08	Classes de tailles d' <i>Holothuria (R.) poli</i> obtenus par la méthode de Bhattacharya (1967)	35
Tableau 09	Classes de tailles d' <i>Holothuria (R.) poli</i> obtenus par la méthode de Normsep.	36
Tableau 10	Classes de tailles d' <i>Holothuria (P.) sanctori</i> obtenus par la méthode de Bhattacharya (1967)	37
Tableau 11	Classes de tailles d' <i>Holothuria (P.) sanctori</i> obtenus par la méthode de NORMSEP	38

Sommaire

Introduction.....	01
-------------------	----

Chapitre 01 : Revue Bibliographique

I. Echinodermes.....	03
II. Holothuries.....	04
II.1. Classification des holothuries.....	07
II.3. Endosquelette (Sclérites).....	08
II.4. Composition chimique des sclérites.....	09
II.5. Ecologie.....	09
II.5.1. <i>Holothuria (Roweothuria) poli</i> (Delle Chiaje, 1824).....	10
II.5.2. <i>Holothuria (Platyperona) sanctori</i>	10
II.6. Mécanismes de défense chez les holothuries.....	10
II.7. Reproduction des holothuries.....	11
III. Valeur commerciale des holothuries.....	13
III.1. Intérêts pharmaceutiques.....	15
III.2. Intérêts nutritionnels.....	15
IV. Aquaculture des holothuries.....	16

Chapitre 02 : Matériels et méthodes

I. Zone d'étude	
I.1. Stidia.....	17
I.2. Crique de la Salamandre.....	18
II. Echantillonnage et traitement des échantillons.....	19
II.1. Traitement des échantillons.....	19
II.2. Relation Taille- Poids (relation d'allométrie).....	22

II.2.1. Test d'allométrie.....	22
II.3. Rapport PHC/PSC.....	22
II.4. Analyse de variances multivariées.....	23
II.5. Structure de taille et analyse modale	
II.5.1. Méthode de BHATTACHARYA (1967).....	23
II.5.2. Méthode NORMSEP.....	24
II.6. Traitement statistique des données.....	25

Chapitre 03 : Résultats et Discussion

I. Résultats

I.1. Variations des paramètres mesurés et relations allométriques.....	27
I.2. Rapport PHC/PSC.....	32
I.3. Résultats de l'analyse de variance multivariées.....	33
I.4. Résultats de l'analyse démographique.....	34
I.4.1. Résultats de l'analyse modale et structure de taille de l'espèce <i>Holothuria (R.) poli</i>	34
I.4.2. Méthode de NORMSEP (<i>Holothuria (R.) poli</i>).....	35
I.5. Résultats de l'analyse modale et structure de taille de l'espèce <i>Holothuria (P.) sanctori</i>	36
I.5.1. Méthode de NORMSEP (<i>Holothuria (P.) sanctori</i>).....	37
Discussion.....	38
Conclusion.....	41
Références bibliographiques.....	42

Introduction

Les holothuries ou « concombres de mer », sont un composant important de l'écosystème à *Posidonia oceanica* (Mezali, 1998). Elles sont généralement benthiques à l'exception de certaines Elaspodes pélagiques. Bien que certaines espèces se trouvent sur les substrats durs (roches, anfractuosités, récifs coralliens) ou en épibioses sur des phanérogames ou des invertébrés marins, elles sont surtout caractéristiques des fonds meubles, pouvant vivre soit à leur surface, soit, de manière temporaire ou permanente, dans le sédiment (Conand, 1989).

Les holothuries font partie des principaux bioturbateurs de sédiments (Uthicke et Benzie, 2001) : elles sont aux sédiments marins ce que les « vers de terre » sont aux terres émergées. La plupart des holothuries sont des détritivores : elles ingèrent le substrat et en retirent les éléments nécessaires à leur croissance (matière organique) (Uthicke, 1999b). Cela empêche l'accumulation de matières organiques et peut aider à contrôler les agents pathogènes. Certaines holothuries s'enfouissent dans les substrats meubles et, par ce comportement, elles permettent aussi l'oxygénation des couches sédimentaires profondes qui sont plus réduites. Elles sont vulnérables à la surpêche puisque leur reproduction repose sur un mécanisme de diffusion des gamètes en mer qui nécessite la présence de populations denses.

Les holothuries constituent une ressource halieutique très importante, pour l'économie (notamment au niveau des pays Asiatiques). En termes d'exportation, les pêcheries d'holothuries constituent le deuxième secteur le plus rentable de pêche en milieu naturel du Pacifique Sud. Vu l'importance économique de ces espèces, des activités d'élevage des holothuries ont été installées au niveau de quelques pays de l'Est de l'Atlantique et de la mer Méditerranée (Portugal, Espagne, Turquie, Italie et la Grèce).

Le but de ce travail est d'estimer et d'analyser les paramètres biométriques de deux groupes d'holothuries du genre *Holothuria* de la côte de Mostaganem (le premier groupe est caractérisé par l'absence des tubes de Cuvier, il est représenté par *Holothuria (R.) poli* alors que le deuxième est pourvu de cet organe de défense, ce groupe est représenté par *Holothuria (P.) sanctori*).

Pour élaborer ce travail, nous avons réalisé des mensurations sur les individus échantillonnés (longueur contractée du corps, épaisseur de la paroi du corps, poids humide du corps et poids sec du corps). Les mensurations effectuées ont fait l'objet de multiples relations biométriques (pondérales et linéaires) et aussi à de nombreuses analyses statistiques telles que

l'analyse de variances multivariées. Les variables ont été aussi utilisées pour réaliser des analyses modales et de structures de tailles afin de caractériser les différentes cohortes de cette faune benthique de la côte de Mostaganem.

Revue
Bibliographique

I. Échinodermes

Les Échinodermes constituent le plus grand phylum exclusivement composé d'organismes marins, ainsi que le deuxième phylum de deutérostomiens, après les chordés, en nombre d'espèces. Il existe cinq classes actuelles d'Échinodermes, à savoir les Crinoidea (crinoïdes), les Asterozoa (étoiles de mer), les Ophiuroidea (ophiures), les Holothuroidea (concombres de mer) et les Echinoidea (oursins) [Fig. 01]. Les ophiures et les étoiles de mer forment un groupe monophylétique appelé Asterozoa, tandis que les concombres de mer et les oursins forment le groupe des Echinozoa. Elles sont trouvées dans tous les océans, de l'Antarctique aux tropiques, et à toutes les profondeurs, de l'intertidal aux abysses (Weber, 2015).

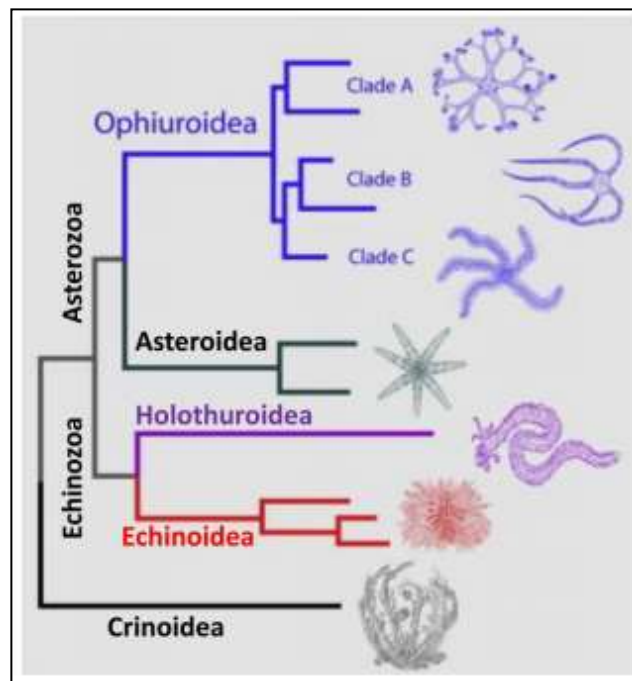


Figure 01 : Phylogénie des Échinodermes. Modifié d'après (O'Hara *et al.*, 2014).

Les espèces de la classe des Échinodermes se distinguent par des caractéristiques principales : un système aquifère (système composé de canaux permettant la motricité, l'alimentation, la respiration et l'excrétion des déchets), une symétrie pentaradiée, et un squelette interne calcaire.

II. Holothuries

Les holothuries communément appelées "concombres de mer", sont des invertébrés marins du groupe des Échinodermes. On dénombre plus de 1400 espèces qui s'observent dans tous les mers et océans, de la zone littorale aux profondeurs les plus extrêmes (Kerr et Kim, 2001). Les holothuries font partie des principaux bioturbateurs du sédiment marin (Uthicke, 1999a). Elles jouent un rôle clé dans le maintien de l'équilibre des écosystèmes marins par un recyclage continu des nutriments, la stimulation de la croissance des algues et elles contribuent à la régulation de la teneur en carbone et le pH de l'eau de mer (Purcell *et al.*, 2016). Elles forment un groupe très ancien (**Fig. 01**). En effet, les concombres de mer actuels sont le résultat de 400 millions d'années d'évolution (Lambert, 1997). Ils sont caractérisés par un corps mou contenant des muscles circulaires et longitudinaux, et un squelette fait de spicules calcaires.

Le corps des holothuries peut être cylindrique, prismatique, déprimé, ovoïde ou vermiforme, mais sa forme varie suivant qu'il est contracté ou non (**Fig. 02**). La symétrie bilatérale qui se traduit extérieurement par la présence de pôles antérieur (oral) et postérieur (aboral) est masquée par la disposition de 5 zones radiaires ou ambulacraires alternant avec 5 zones interradiaires ou inter ambulacraires qui s'étendent longitudinalement de la bouche à l'anus (Tortonese et Vadon, 1987). Les zones ambulacraires sont aussi appelées radius. Trois de ces radius (trivium) sont situés sur la face ventrale qui peut être légèrement aplatie et former une sole, tandis que les deux autres (bivium) sont situés sur la face dorsale. Bouche et anus sont terminaux ou subterminaux sur la face dorsale ou ventrale (Purcell *et al.*, 2012). Une couronne de 10 à 30 tentacules buccaux, de taille égale, est disposée en un seul cercle autour de la bouche (**Fig. 02**). Ils ont une forme de bouclier ou de parapluie (avec une rosette de lobes à leur extrémité), arborescente (avec des ramifications primaires et secondaires), plumeuse (avec des prolongements des deux côtés) ou digitée (avec un petit nombre de prolongements en forme de doigt à leur extrémité). Les tentacules sont des tubes ambulacraires ou podias modifiés et peuvent donc être plus ou moins dilatés. Les podias sont soit éparpillés sur toute la surface de l'animal, soit disposés en rangées plus ou moins régulières le long des radius ; ils peuvent manquer chez quelques espèces (**Fig. 02**). Les podias dorsaux sont souvent coniques, sans ventouse, et sont alors appelés papilles. (Tortonese et Vadon, 1987) Le tégument est souvent épais et dur. La forme des spicules

dermiques est très variable et peut être utilisée comme caractère de détermination spécifique. (Tortonese et Vadon, 1987).

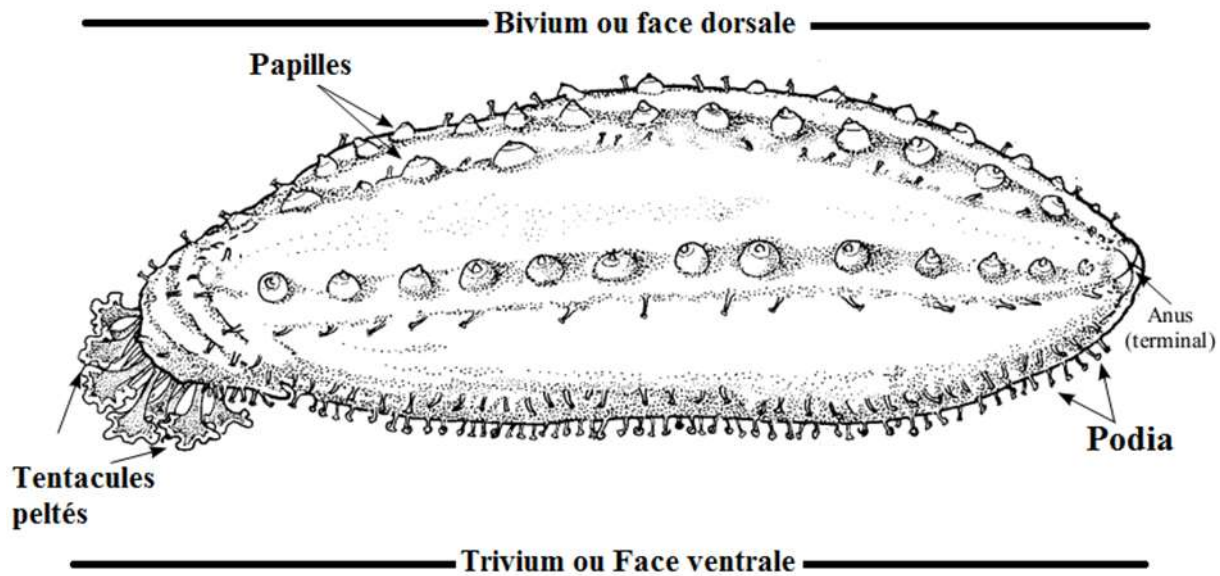


Figure 02 : Anatomie externe d'une holothurie. (Purcell *et al.*, 2012)

Podia et papilles sont en rapport avec les cinq canaux radiaires qui, avec l'anneau aquifère pourvu d'une ou plusieurs vésicules de Poli et d'un ou de plusieurs canaux du sable, constituent le système aquifère (**Fig. 02**). Contrairement aux autres Échinodermes, ce système s'ouvre la plupart du temps dans la cavité interne à hauteur de la plaque madréporique. De consistance souvent molle les holothuries ont un squelette réduit à une couronne calcaire péri pharyngienne et à de microscopiques pièces calcaires, disséminées dans leur peau et autres tissus. La couronne est formée de pièces radiales et de pièces interradianales macroscopiques. La réduction du squelette est largement compensée par le système musculaire. Ce dernier est constitué de cinq bandes musculaires longitudinales, en position radiale, qui sont antérieurement attachées aux pièces radiales de la couronne calcaire et postérieurement au cloaque via les muscles rétracteurs du cloaque

La bouche est entourée d'un cercle de tentacules rétractiles qui s'ouvrent et ressemblent à une fleur lorsque l'holothurie se nourrit. L'intestin est un tube hélicoïdal qui contient surtout des

particules de sable remplies de débris (**Fig. 03**). Les déjections qui ressemblent à des filaments tubulaires hélicoïdaux de sable sont facilement reconnaissables sur les fonds marins (Conand, 1989). À l'extrémité postérieure, près du cloaque, se trouve l'arbre respiratoire. C'est une structure tubulaire ramifiée qui aspire l'eau de mer et l'expulse à travers le cloaque, assurant ainsi la fonction respiratoire (**Fig. 03**). Des filaments blancs et collants connus sous le nom de tubes de Cuvier sont parfois présents près du cloaque. Expulsés par certaines espèces lorsqu'elles se sentent menacées, leur fonction est défensive (**Fig. 03**). D'autres organes importants servant aux fonctions d'excrétion et de reproduction sont présents dans la cavité générale. Les organes reproducteurs ne deviennent proéminents et visibles qu'en saison de reproduction.

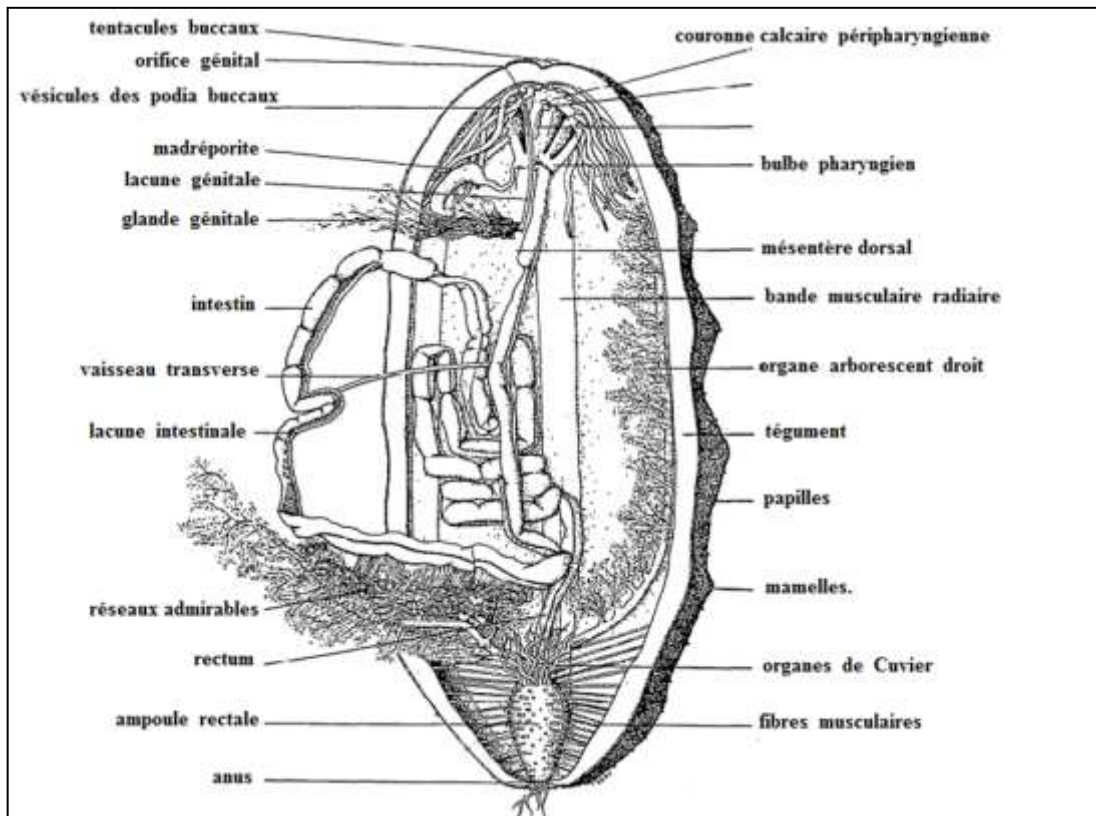


Figure 03 : Anatomie interne d'une holothurie du genre *Holothuria*. Modifiée d'après (Conand, 1989).

II.1. Classification des holothuries

La classification des holothuries (**Fig. 04**), est très complexe et demande l'examen de spécimens bien conservés. La taxinomie moderne se fonde tout d'abord sur la présence ou la forme de certaines parties molles (podia, tentacules...) pour déterminer les grands ordres, et secondairement sur la couronne péri-pharyngienne et l'examen microscopique des ossicules, pour déterminer le genre et l'espèce. Les méthodes génétiques contemporaines ont aussi grandement aidé à faire progresser la classification de ces animaux.

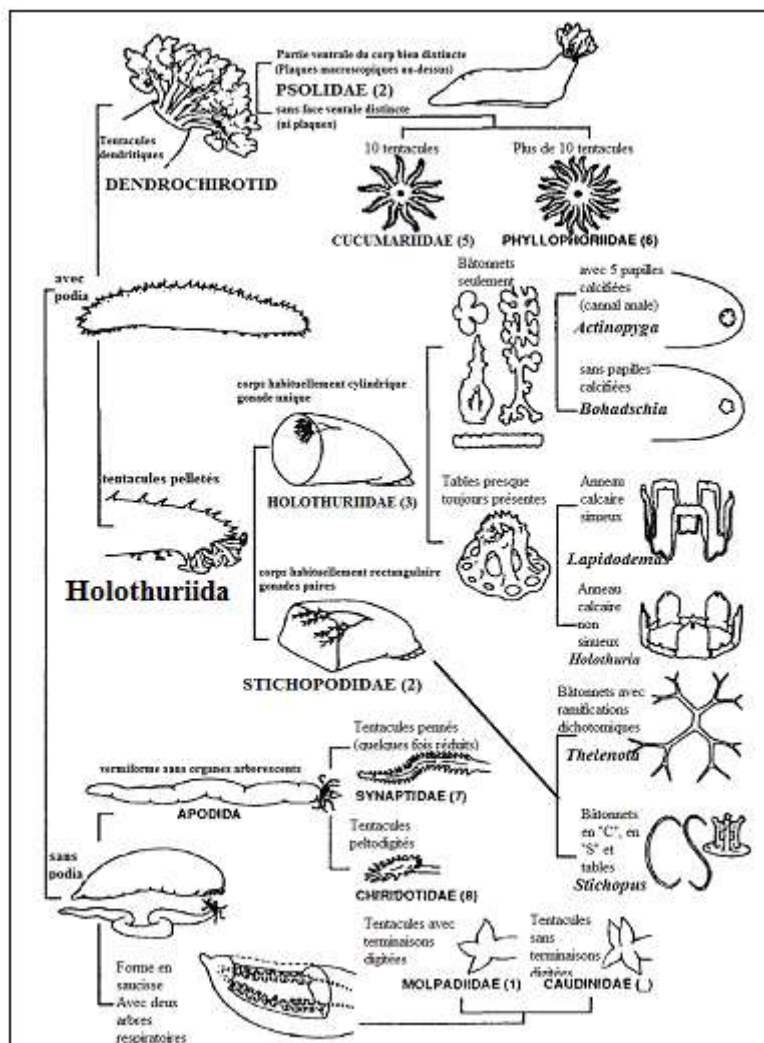


Figure 04 : Classification des holothuries (Preston, 1993)

II.3. Endosquelette (Sclérites)

Les holothuries n'ont pas de squelette dur contrairement aux autres Échinodermes, à l'exception d'une couronne calcaire péripharyngienne, qui sert de support aux tentacules buccaux ainsi qu'à cinq bandes musculaires longitudinales qui parcourent tout l'animal (doublés par des muscles rétracteurs chez les Dendrochirotida) ; le tégument contient de minuscules spicules calcaires de formes très variées [tourelles, boucles, plaques perforées, ou encore des bâtonnets (**Fig. 05**)] qui constituent souvent un excellent critère d'identification et de classification des espèces .

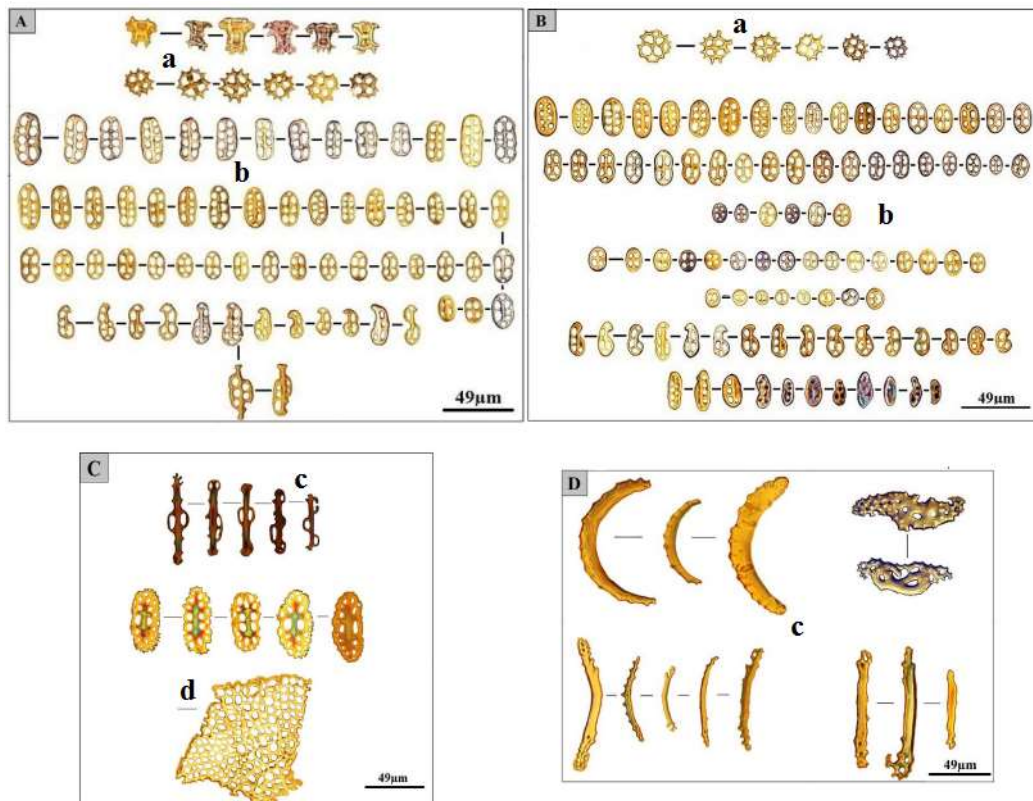


Figure 05 : Sclérites d'*Holothuria (R.) poli* d'après (Mezali, 2008 ; Mansouri et Mezali, données non publiées). A : sclérites de la face dorsale ; B : sclérites de la face ventrale ; C : sclérites des papilles ; D : sclérites des tentacules. a : Tourelles ; b :

II.4. Composition chimique des sclérites

Les Sclérites des holothuries sont constitués d'un complexe de carbonate de calcium (CaCO_3), de Magnésium (Mg), du Phosphate et d'éléments traces (Hampton, 1958). Hampton (1958) a signalé que les tentatives concernant l'étude de la composition chimique des ossicules sont peu nombreuses. Dans le tableau suivant, Hampton (1958) a décrit la composition chimique des sclérites d'une holothurie typique du genre *Holothuria* ; *Holothuria Impasiens (forskali)*.

Tableau 01 : La composition chimique des sclérites selon Hampton (1958).

Radicaux	Pourcentage	m. equiv *
Ca	35.18	1.765
Mg	3.36	0.276
CO_3	60.80	2.026
PO_4	0.29	0.009
Cu, Fe, Pb, Sr, ZN	Traces ^a	Total Cations 2.032
Ba, Bi, SO_4	-	Total Anions 2.035
Protéines	-	
Résidus d'acides insoluble	0,01	
Total		99.64 %

* Basé on 100 mg. Échantillon.

α : pourcentage pour chaque radical < 0.001%.

II.5. Ecologie

Les différentes espèces que nous allons citer, ont fait l'objet de notre étude taxonomique.

II.5.1. *Holothuria (Roweothuria) poli* (Delle Chiaje, 1823)

Holothuria (R.) poli est une espèce essentiellement méditerranéenne et littorale, vivant entre (0 et -12m) de profondeur et peut même être retrouvée entre (-80 et -250m) de profondeur (Cherbonnier, 1956). Cette espèce fréquente des biotopes très variés : sable, vase détritique, roche, Caulerpe et herbier de Posidonies (Francour, 1984). Cette espèce est facilement repérable dans l'eau par la particularité de se couvrir avec une fine couche de sable, par ses pieds ambulacraires blanchâtres. *Holothuria (R.) poli* est caractérisée par des sclérites dont la surface est parfaitement lisse (Mezali, 2008; Mansouri, 2015). Les individus de cette espèce sont dépourvus des organes de défense (tubes de Cuviers).

II.5.2. *Holothuria (Platyperona) sanctori* (Delle Chiaje, 1823)

Holothuria (P.) sanctori est distribuée à travers la mer Méditerranée et l'Atlantique Est. Cette espèce préfère l'ombre des substrats rocheux (Mezali, 2008) et les tombants de mattes de l'herbier à *Posidonia oceanica* (Mezali, 2004). Cette espèce présente deux morphotypes écotypiques, le premier est caractérisé par une couleur brune tandis que le deuxième est caractérisé par des taches blanches sur le bivium (Mezali, 2011; Mezali et Francour, 2012; Mezali *et al.*, 2014). Des études moléculaires (amplification d'ADNr16S) ont montré que les deux morphotypes d'*Holothuria (P.) sanctori* sont génétiquement identiques et par conséquent ils représentent une seule espèce (Mezali, 2008, 2011; Mezali et Francour, 2012). Les deux morphotypes ont les organes de défense (tubes de Cuvier).

II.6. Mécanismes de défense chez les holothuries

Les holothuries se sont adaptées à de nombreuses menaces en termes de prédation menant alors à l'évolution de métabolites secondaires spécifiques possédant de nombreuses activités biologiques. Elles ont développé une large gamme de mécanismes anti-prédation (Bingham *et al.*, 1986; Lawrence, 1987) : une peau très épaisse et toxique, un corps capable de gonfler et de se durcir, l'auto-éviscération ou autotomie, une capacité de nage, des activités nocturnes, des

tubes de Cuvier (**Fig. 06**) ou encore des comportements d'enfouissement (Francour, 1997). Les saponines produites par les holothuries semblent constituer le mécanisme le plus efficace pour faire face aux prédateurs (Van Dyck *et al.*, 2011). Les saponines sont délétères pour la plupart des organismes et fonctionnent probablement comme une barrière chimique dissuadant les prédateurs (Caulier *et al.*, 2011).



Figure 06 : *Holothuria (P.) forskali* projetant ses tubes de Cuvier. Photo prise en Italie par Roberto Pillon Mai, 2011.

II.7. Reproduction des holothuries

Les holothuries sont des invertébrés sédentaires, préférant les habitats à phanérogames marines ainsi que ceux des milieux confinés et abrités tels que les baies, lagunes et lagons. Ils sont vulnérables à la surpêche puisque leur reproduction repose sur un mécanisme de diffusion des gamètes en mer qui nécessite la présence de populations denses (Bell *et al.*, 2008; Duvauchelle, 2010) (**Fig. 07**). Certaines holothuries sont hermaphrodites, mais la plupart sont des reproducteurs dioïques à fécondation externe. Plusieurs espèces possèdent la capacité de se reproduire par Separite (Conand *et al.*, 1997), (**Fig. 08**).

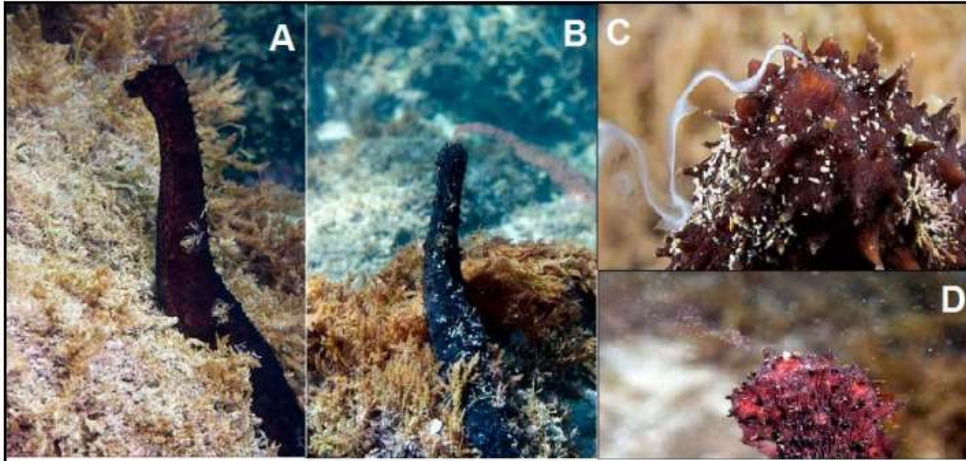


Figure 07 : Reproduction sexuée chez *Holothuria tubulosa* (Andrade *et al.*, 2008). A : Spécimen mâle de *H. tubulosa* en train d'émettre des gamètes ; B : Femelle de *H. tubulosa* en train d'émettre des œufs ; C : émission de sperme par un spécimen mâle de *H. tubulosa* ; D : émission d'œufs par une femelle de *H. tubulosa*.

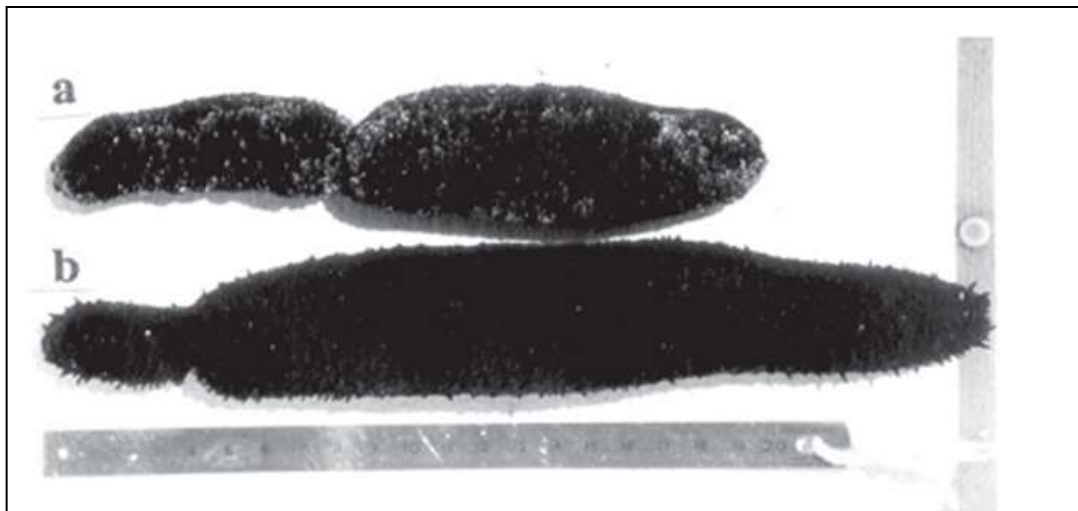


Figure 08 : Reproduction asexuée chez les holothuries. a ; *Holothuria atra* et b ; *Holothuria leucospilota* (Conand et Muthiga, 2007).

III. Valeur commerciale des holothuries

Les holothuries, occupent une place importante dans la région Indopacifique parmi les nombreuses espèces d'invertébrés qui sont pêchées depuis plus de mille ans (Bruckner *et al.*, 2003). Leur exploitation a pris de l'ampleur ces 25 dernières années et alimente des marchés internationaux en pleine expansion qui sont demandeurs de bêche-de-mer (Purcell et al. 2013). En effet, en réponse à la forte demande du marché chinois, quelques pays de l'Est de l'Atlantique et de la mer Méditerranée (Portugal, Espagne, Turquie, Italie et la Grèce) ont développé cette activité (Marquet *et al.*, 2017). Dans les pays du Maghreb l'exploitation des holothuries vient de commencer. En effet, Au niveau de la Tunisie nous avons enregistré des propositions afin de commercialisés ces espèces (Ben Mustapha et Hattour, 2016).



Figure 09 : Transformation des holothuries en bêche-de-mer (Dissanayake *et al.*, 2010).

III.1. Intérêts pharmaceutiques

En Asie, l'usage médicinal des concombres de mer date de 5 000 ans. Jusqu'à nos jours, les praticiens de la médecine chinoise les ont prescrits à leurs patients principalement pour apaiser les douleurs chroniques des articulations (arthrite). Outre son efficacité contre l'arthrite, les études ont montré que les produit à base de concombre de mer redonne de l'appétit, facilite la digestion et fait baisser la pression artérielle.

III.2. Intérêts nutritionnels

Les holothuries sont considérées comme d'excellents produits alimentaires d'un point de vue nutritionnel. En effet, elles possèdent une forte teneur en protéines (5-12 % du poids frais) avec une prédominance en acide glutamique, glycine, acide aspartique, leucine et lysine. Ces taux varient selon l'organe considéré. A titre d'exemple, le tégument du concombre de mer est riche en collagène insoluble possédant une forte teneur en acides aminés essentiels (Zhong et al. 2007). Il a été démontré dans l'étude de (Mecheta et Mezali, 2019) que la digestibilité de la paroi du corps de l'espèces *Holothuria (R.) arguinensis* en utilisant la pepsine est très importante (**Tab. 02**). Cette holothurie a été échantillonnée principalement dans deux stations de la côte Ouest Algérienne (Oran et Mostaganem). *Holothuria (R.) arguinensis* est considérée comme une espèce invasive d'origine Atlantique. Elle a été signalée pour la première fois sur les côtes Algérienne Par (Mezali et Thandar, 2014).

Tableau 02 : Digestibilité (%) de la paroi du corps de l'holothurie après digestion en utilisant de la pepsine.

Espèce	Digestibilité (%)	Référence
<i>Holothuria (R.) arguinensis</i>	53.56 ± 3.41	(Mecheta et Mezali, 2019)
Poissons	46.98	(Wen <i>et al.</i> , 2015)
Poulets	44.67	(Wen <i>et al.</i> , 2015)
Bœuf	42.75	(Wen <i>et al.</i> , 2015)

IV. Aquaculture des holothuries

Les prix avantageux des bêtes-de-mer et la diminution des populations en milieu naturel ont particulièrement éveillé l'intérêt des organismes publics et privés qui se sont penchées sur la conception d'autres méthodes de production de bête-de-mer, notamment par le biais de l'aquaculture (Eeckhaut *et al.*, 2008). L'aquaculture des holothuries apporterait une solution durable, en permettant à la fois de repeupler les stocks appauvris d'holothuries en milieu naturel, et de produire suffisamment de bêtes-de-mer pour répondre à la demande croissante du marché asiatique (**Fig. 10**).

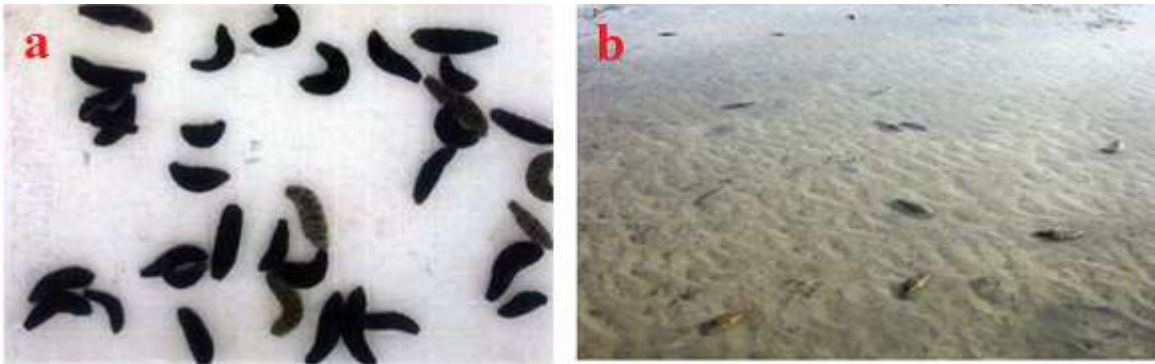


Figure 10: Holothuriculture (Giraspy et Walsalam, 2010). a : Holothuries juvéniles de douze semaines prêtes pour le grossissement. ; b : Holothuries adultes de douze mois prêtes à être récoltées.

Matériel et Méthodes

I. Zone d'étude

I.1. Stidia (35°49'41.94"Nord/ 0° 1'25.08"Ouest)

La plage de Stidia est située à 20 Km au Sud-Ouest de la ville de Mostaganem (**Fig. 11**). C'est une plage sableuse, avec un trait de côte réduit qui ne dépasse pas une vingtaine de mètres. Le site est caractérisé par un petit port naturel artisanal où des petites embarcations sont amarrées. Le fond marin de cette plage est pratiquement sableux et nous avons constaté une abondance de la phanérogame à *Posidonia oceanica* et une biodiversité assez importante. Sur ce site nous avons enregistré la prédominance d'*Holothuria (R.) poli*. Durant l'échantillonnage nous avons marqué la présence de l'holothurie invasive *Holothuria (R.) arguinensis*. Le prélèvement des individus d'holothuries a été effectué à l'extrémité gauche de la plage qui est caractérisée par l'émergence d'un petit îlot (**Fig. 12**).



Figure 11 : Localisation géographique de deux zones d'étude



Figure 12 : Localisation géographique du site de Stidia

I.2. Crique de la Salamandre (35°54'35.85"N/0° 3'15.02"E)

La Crique de la Salamandre est située au Sud-Ouest de la ville de Mostaganem. La plage a la forme d'un petit golf (**Fig. 13**). Elle est limitée en arrière par une falaise constituée par des différentes roches. La partie centrale est caractérisée par des substrats sableux alors que les deux parties droite et gauche sont caractérisées par des substrats rocheux. Notamment le côté gauche où nous avons constaté la présence des blocks de roches énormes. Durant l'échantillonnage nous avons enregistré une absence totale de l'herbier à *Posidonia oceanica* et l'abondance de deux morphotypes d'*Holothuria (P.) sanctori* [avec taches et sans taches] et d'*Holothuria (H.) tubulosa*. Ce site en termes de la biodiversité est moins riche que le site de Stidia et ceci s'explique par le fait que cette plage été l'endroit où se déversent des rejets urbains et industrielles. Notamment les rejets issus du complexe « Senic ».



Figure 13 : La Crique de la Salamandre

II. Echantillonnage et traitement des échantillons

Les individus d'*Holothuria (R.) poli* et d'*Holothuria (P.) sanctori* ont été prélevés dans deux stations de la baie de Mostaganem [Stidia et la Crique de la Salamandre (**Fig. 12 & 13**)]. L'échantillonnage a été réalisé en apnée sur une profondeur qui varie entre -0.5 et -3 m de fond. Un ensemble de 197 individus a été récolté au niveau de deux sites [130 individus d'*Holothuria (R.) poli* et 67 individus d'*Holothuria (P.) sanctori* (**Fig. 14 ; 15**)]. La longueur contractée du corps (LC) de chaque individu a été mesurée in situ à l'aide d'une règle d'une précision de 0.5 cm. Ensuite chaque individu a été mis dans un sachet avec son identifiant.

II.1. Traitement des échantillons

Au laboratoire, les individus récoltés ont été disséqués et vidés de leur tube digestif, rincés et lavés, puis pesés afin de déterminer le poids humide du corps (PHC) à l'aide d'une balance d'une précision de 0.1mg (**Fig. 16 ; a**). De même, l'épaisseur de la paroi du corps (EP) a été mesuré en utilisant un pied à coulisse numérique (**Fig. 16 ; b**). Ensuite le poids sec a été obtenu après un séchage dans une étuve à 105°C pendant 24 heures (**Fig. 16 ; c ; d**). Le tractus digestif n'a pas été

pris en considération lors des pesés. Il est rempli de sable ce qui va fausser nos résultats. Dans le cas des holothuries la paroi du corps représente la majorité du poids de l'individu parce que la paroi de l'intestin est fine et les viscères ont un poids insignifiant (Mezali, 2001).



Figure 14 : Individu d'*Holothuria (Roweothuria) poli*



Figure 15 : Individu d'*Holothuria (Platyperona) sanctori*. Morphotype avec taches sur le bivium.

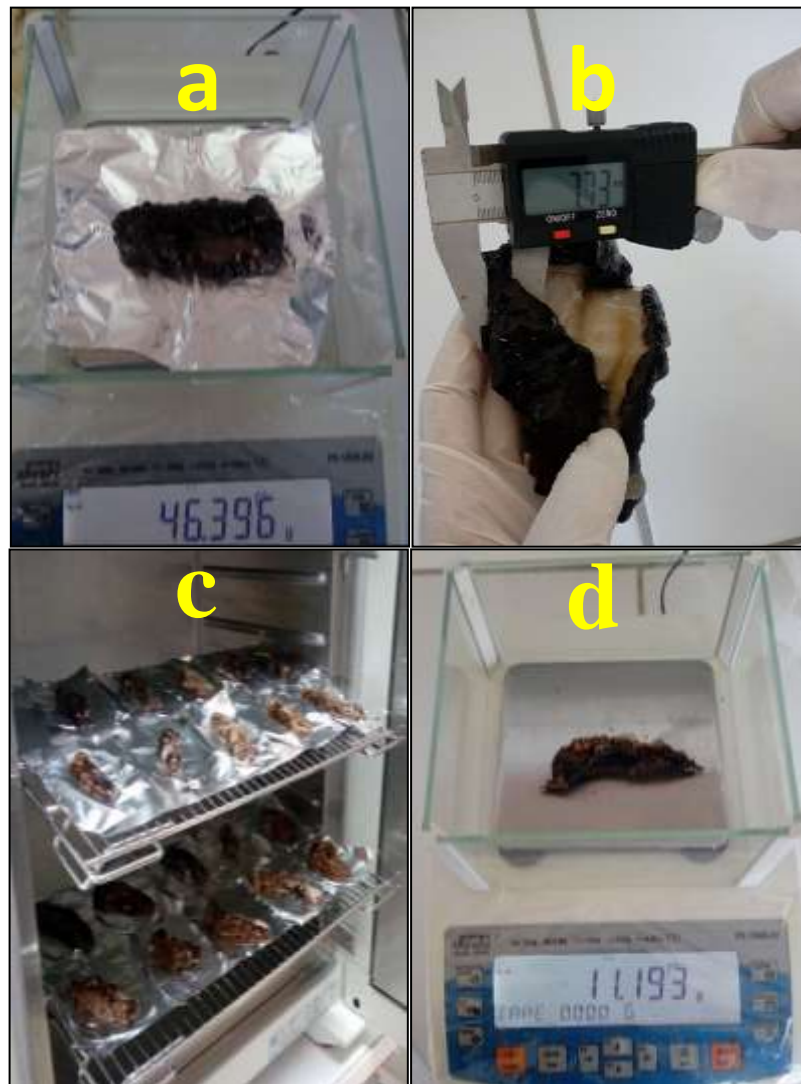


Figure 16 : Mensurations des individus. a : Le poids humide du corps (PHC) ; b : Epaisseur du derme ; c : Séchage dans un étuve à 105C° pendant 24 heures ; d : Le poids sec du corps (PSC).

II.2. Relation Taille- Poids (relation d'allométrie)

Les relations taille-poids ont été déduites pour chaque population selon la formule $PHC = a LC^b$ (Keys, 1928), où « a » est une constante et « b » est la pente de régression ou le coefficient d'allométrie. Après une transformation logarithmique, l'équation de la loi d'allométrie s'écrit :

$$\text{Ln PHC} = \text{Ln } a + b \text{ Ln LC}$$

Les relations allométriques ont été utilisés pour déterminer si la croissance d'*Holothuria (R.) poli* et *Holothuria (P.) sanctori* était isométrique ou allométrique (Ricker, 1973). La signification de la régression a été évaluée par la statistique F. Afin de déterminer la nature d'allométrie, nous avons comparé la valeur observée de la pente (b) à la valeur théorique [c = 3] (Sokal, 1995). Dans ce cas-là, trois situations peuvent se présenter. Quand $b = 3$, la croissance est isométrique, Si $b < 3$: la croissance est minorante et Si $b > 3$, la croissance est majorante. Dans le cas d'isométrie, les proportions du corps croissent de la même façon. Cependant, dans les deux derniers cas, la croissance d'un paramètre est proportionnellement inférieure ou supérieure à la croissance du caractère de référence. D'autres relations biométriques ont été aussi utilisées. Il s'agit de la croissance linéaire. Cette fois-ci les deux variables utilisées sont la longueur contractée (LC) et l'épaisseur du derme (EP). La modélisation a été faite par la formule suivante $EP = a LC^b$. Dans cette situation le standard est égal à 1.

II.2.1. Test d'allométrie

Afin de déterminer la nature d'allométrie, nous avons comparé la valeur observée de la pente (b) à la valeur théorique 1 (s'il s'agit de relations allométriques liant deux paramètres linéaires), ou 3 (s'il s'agit d'une mesure linéaire et d'une mesure pondérale) à l'aide du test t de Student.

II.3. Rapport PHC/PSC

Les valeurs obtenues de ce rapport ont fait l'objet d'une comparaison avec la valeur standard de 10/1 établie par (Newell et Courtney, 1965). Les valeurs de ce rapport ont été calculées par la méthode de moindres carrées.

II.4. Analyse de variances multivariées

Nous avons réalisé une analyse de variance multivariée (MANOVA). Pour cela les quatre variables quantitatives ont été utilisées. Le lambda de Wilk est l'indicateur privilégié pour l'évaluation statistique du modèle. Il varie entre 0 et 1 : vers 0, le modèle sera bon parce que les nuages sont bien distincts ; vers 1, les nuages sont confondus. Cette statistique a été calculée par l'approximation du Rao (Rao, 1951). Cependant avant de lancer une MANOVA nous avons testé la normalité multidimensionnelle et l'égalité des matrices de covariance. Pour cela un test d'Anderson–Darling (Anderson et Darling, 1952) et le M de Box ont été employés, avec un degré de confiance α fixé au préalable à 5%. Si les résultats sont significatifs un passage à l'analyse discriminante pas à pas ascendante est recommandé afin de déduire les variables les plus discriminantes.

II.5. Structure de taille et analyse modale

II.5.1. Méthode de BHATTACHARYA (1967)

La méthode de (Bhattacharya, 1967) consiste à séparer des composantes normales, représentant chacune une cohorte de l'espèce étudiée, de la distribution globale, en partant du côté gauche de celle-ci. Une fois déterminée la première composante normale, celle-ci est retirée de la distribution totale et ainsi de suite tant qu'il est possible de séparer des composantes normales de la distribution totale (Sparre et Venema, 1996). Cette méthode est appelée également méthode des différences logarithmiques, elle transforme la gaussienne en une droite de pente négative.

$$L_{moy} = \lambda + \left(\frac{h}{2}\right)$$

Avec :

L_{moy} : taille moyenne de la composante en cm ;

λ : abscisse du point d'intersection de chaque composante avec l'axe des abscisses ;

h : intervalle de classe (amplitude) ;

On peut aussi calculer la taille moyenne en utilisant l'équation suivante :

$$L_{moy} = (0.5 * h) - \left(\frac{b}{a}\right)$$

Avec :

h : intervalle de classe (amplitude)

b : la constante de la droite de régression

a : la pente de la droite de régression

Le "standard deviation" a été calculé par la formule suivante :

$$SD = \sqrt{\frac{-1}{a}}$$

II.5.2. Méthode NORMSEP

La méthode NORMSEP « Normal Distribution Separator Using Steepest Descend Method » a été développée par (Tomlinson, 1970). La décomposition est basée sur une méthode itérative qui utilise un critère de maximum de vraisemblance pour donner le meilleur ajustement mathématique entre une combinaison de distributions normales et la distribution observée (Muths, 2006). Les estimations de croissance des cohortes sont effectuées en suivant la valeur moyenne de ces distributions normales au cours du temps. Pour cela les tailles moyennes

obtenues par la méthode de Bhattacharya ont été employées. Le logiciel FISAT II (Gayaniilo *et al.*, 2005) a été utilisé pour appliquer les deux méthodes de Bhattacharya et de NORMSEP sur notre base de données.

II.6. Traitement statistique des données

Toutes les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel R version 3.5.1.

Les principaux paramètres statistiques utilisés sont :

- **Moyenne arithmétique**

Le calcul de la moyenne est réalisé à partir de la formule suivante :

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum x_i$$

Avec :

x_i : La valeur de la variable considérée et N : l'effectif total

- **Ecart-type**

L'écart type (S) est égal à la racine carrée de la variance (S^2) calculée comme suite :

$$S^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}$$

- **Erreur standard de la moyenne**

L'erreur standard de la moyenne (E.S.M) est calculée par la formule suivante :

$$ESM = \frac{S}{\sqrt{N}}$$

Résultat et Discussion

I. Résultats

I.1. Variations des paramètres mesurés et relations allométriques

Les résultats des mensurations réalisées sur les individus d'*Holothuria (R.) poli* et d'*Holothuria (P.) sanctori* sont présentées dans le tableau 03.

Tableau 03 : les valeurs moyennes (\pm écart-type) des variables utilisées. ESM : erreur standard de la moyenne.

Espèce	Station	N	LC (mm)	EP (mm)	PHC (g)	PSC (g)
<i>H. (R.) poli</i>	Stidia	130	107.28 \pm 23.99	5.52 \pm 1.76	33.97 \pm 13.44	5.76 \pm 2.52
		ESM (mm)	2.10	0.15	1.18	0.22
<i>H. (P.) sanctori</i>	Crique de la Salamandre	67	121.09 \pm 24.59	9.51 \pm 4.06	63.42 \pm 33.59	9.11 \pm 4.74
		ESM (mm)	3.00	0.50	4.10	0.58

Les mensurations réalisées sur les individus de deux espèces de concombre de mer (*Holothuria (R.) poli* & *Holothuria (P.) sanctori*) nous ont montrées que les individus d'*Holothuria (P.) sanctori* ont des moyennes biométriques plus élevées par rapport les individus d'*Holothuria (R.) poli* (**Tab. 03** ; **Fig. 17**). D'après les diagrammes en violon, nous avons constaté que les variables (LC, EP, PHC, PSC) sont normalement distribuées pour les deux espèces d'holothuries (**Fig. 17**). Les résultats biométriques obtenues pour *Holothuria (R.) poli* diffèrent de ceux obtenus par Mecheta et Mezali en 2019 (LC=144.03 mm \pm 23.07 ; EP=3.44 mm \pm 0.56 ; PHC=90.22 g \pm 0.56 ; PSC=412.85 g \pm 59). Cette différence pourrait être due à i) l'effectif échantillonné, ii) période d'échantillonnage ou iii) zone d'échantillonnage (riche ou pauvre en matière organique).

Au niveau de deux stations (Stidia & Crique de la Salamandre) nous avons constaté une allométrie significativement minorante (**Fig. 18 ; a & b, Tab. 04**). Le poids du corps croît moins vite que sa taille. La pente b dans les deux sites est significativement inférieure au coefficient d'isométrie $C=3$ [t de Student à $p < 0.05$, **Tab. 04**]. L'étude biométrique a aussi révélé une bonne corrélation entre les deux variables LC et PHC au niveau des deux sites [($r = 0.74$ & $r = 0.61$ à $p < 0.05$, à Stidia et à la Crique de la Salamandre respectivement) ; **Tab. 04**].

Nous avons constaté un résultat similaire pour la croissance linéaire. Les individus des deux stations (Stidia & Crique de la Salamandre) sont caractérisés par une allométrie significativement minorante (**Fig. 19 ; a & b, Tab. 05**). L'épaisseur du derme croît moins vite que sa taille. La pente b dans les deux sites est significativement inférieure au coefficient d'isométrie $C=1$ [t de Student à $p < 0.05$, **Tab. 05**]. L'étude biométrique a aussi révélé une mauvaise corrélation entre les deux variables EP et LC au niveau des deux sites [($r = 0.036$ & $r = 0.21$ à $p < 0.05$, à Stidia et à la Crique de la Salamandre respectivement) ; **Tab. 05**].

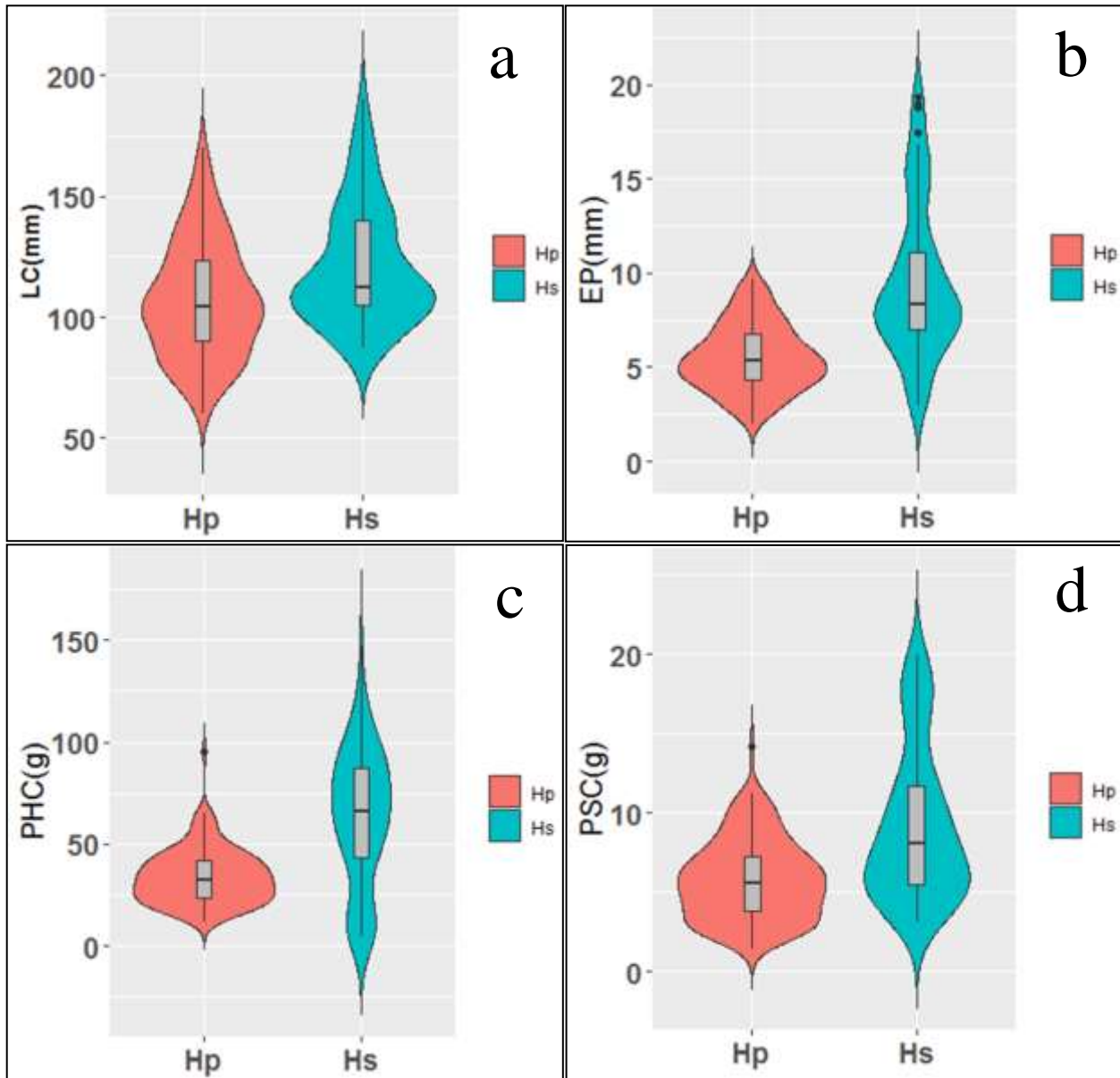


Figure 17 : Diagrammes en violon des variables utilisées. a : distribution de la variables LC ; b : distribution de la variable EP ; c : distribution de la variable PHC ; d : distribution de la variable PSC. Hp : *Holothuria (R.) poli* & Hs : *Holothuria (P.) sanctori*.

Tableau 04 : Relations biométriques (Tailles-poids) et test d'allométrie établis à partir des paramètres mesurés pour l'espèce *Holothuria (R.) poli* au niveau des stations étudiées. a : la constante. b : la pente. r : coefficient de corrélation. t : valeur de t de Student. F : le F de Fisher. C : le standard =3. ddl : degrés de liberté. Codes de signification : 0 '***', 0.001 '**', 0.01 '*'.

Espèces	Stations	LC	PHC	a	b	R	t	F	P
<i>H. (R.) poli</i>	Stidia	107.28	33.97	0.07	1.31	0.74	12.75	162.6	***
<i>H. (P.) sanctori</i>	Crique de la Salamandre	121.09	63.42	0.004	1.61	0.61	6.32	40	***
Equation	Stidia			Crique de la Salamandre					
	PHC=0.07 LC ^{1.31}			PHC=0.004 LC ^{1.61}					
Test d'allométrie									
Station	C	Estimation (b)	t	ddl	p	type de croissance			
Stidia	3	1.31	16.35	128	***	Allométrie minorante			
Crique de la Salamandre	3	1.61	5.48	65	***	Allométrie minorante			

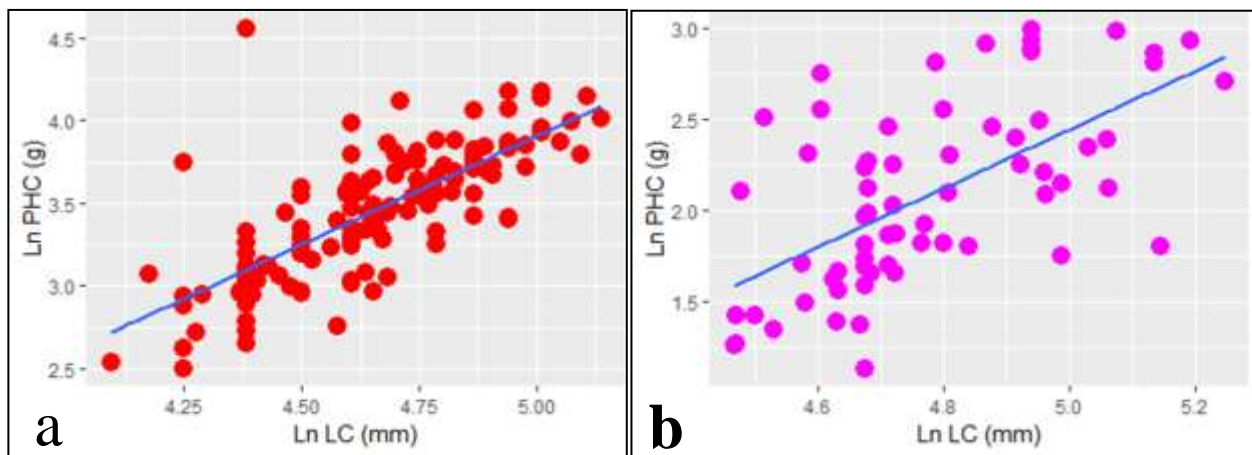


Figure 18 : Relation taille-poids chez les deux espèces *Holothuria (R.) poli* & *Holothuria (P.) sanctori*. a : station de Stidia; b : station de la Crique de la Salamandre.

Tableau 05 : Relations biométriques (Croissance linéaire) et test d'allométrie établis à partir des paramètres mesurés pour les deux espèces *Holothuria (R.) poli* & *Holothuria (P.) sanctori* au niveau des stations étudiées. a : la constante. b : la pente. r : coefficient de corrélation. t : valeur de t de Student. F : le F de Fisher. C : le standard =1. ddl : degrés de liberté. Codes de signification : 0 '***', 0.001 '**', 0.01 '*'.

Espèces	Stations	EP	LC	a	b	r	t	F	P
<i>H. (R.) poli</i>	Stidia	5.52	107.28	4.07	0.05	0.036	0.41	0.17	0.68
<i>H. (P.) sanctori</i>	Crique de la Salamandre	9.51	121.09	0.88	0.48	0.21	1.75	3.08	0.08
Equation	Stidia			Crique de la Salamandre					
	EP=4.07 LC ^{0.05}			EP=0.88 LC ^{0.48}					
Test d'allométrie									
Station	C	Estimation (b)	t	ddl	p	type de croissance			
Stidia	1	0.05	7.18	128	***	Allométrie minorante			
Crique de la Salamandre	1	0.48	1.90	65	***	Allométrie minorante			

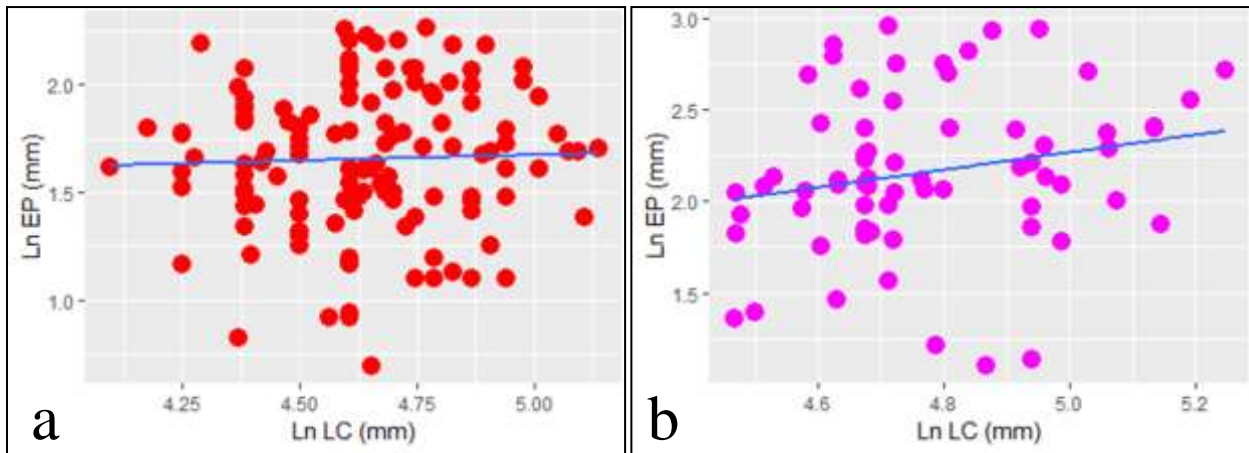


Figure 19 : Croissance linéaire chez les deux espèces *Holothuria (R.) poli* & *Holothuria (P.) sanctori*. a : station de Stidia; b : station de la Crique de la Salamandre.

I.2. Rapport PHC/PSC

Les résultats de cette analyse sont présentés dans la figure 20.

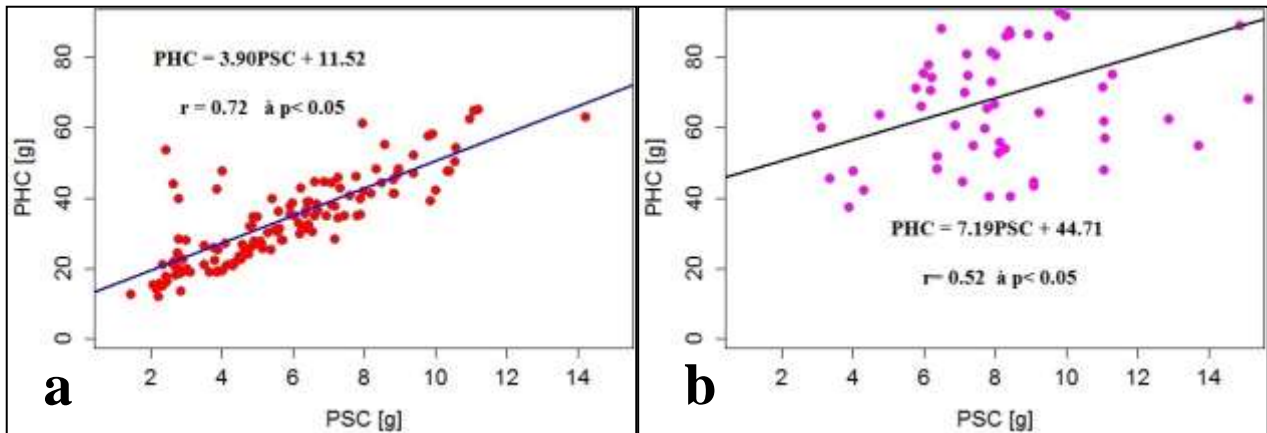


Figure 20 : Poids humide du corps en fonction du poids sec au niveau de deux stations étudiées. a : Stidia ; b : Crique de la Salamandre ; r : coefficient de corrélation de Pearson ; p : probabilité critique du test de la nullité du coefficient de corrélation de Pearson.

I.3. Résultats de l'analyse de variances multivariées

Les résultats obtenus ont montré qu'il existe une différence hautement significative entre les deux stations étudiées en prenant en compte les quatre variables (LC, EP, PHC & PSC) [MANOVA à $p < 0.05$ (**Tab. 06**)]. La normalité a été vérifiée par le test d'Anderson–Darling à $p > 0.05$. Alors que l'homoscédasticité des matrices de covariance des groupes a été vérifiée par le test de M de Box à $p > 0.05$. Le lambda de Wilk est égal à 0.52. Cette valeur indique que le modèle discriminant est bon (**Tab. 06**). Pour avoir une idée sur le pouvoir discriminant de chaque variable nous avons procédé à une analyse discriminante pas à pas ascendante. Les résultats sont indiqués dans le tableau 08.

Tableau 06 : Test de la MANOVA

Statistique	Valeur	p
Lambda de Wilk	0.52	-
Rao--F (4 ; 192)	44.13	***

Tableau 07 : Analyse discriminante pas-à-pas ascendante réalisée par les quatre variables (LC, EP, PHC & PSC). Codes de signification : 0 '***', 0.001 '**', 0.01 '*'.

Variable	Lambda de Wilk	p
EP****	0.68	***
PSC***	0.61	***
PHC**	0.54	**
LC*	0.52	*

(*) Degré du pouvoir discriminant.

L'analyse discriminante pas-à-pas ascendante a montré que la variable EP suivi de la variable PSC sont les plus discriminantes (**Tab. 07**). Alors que les deux autres variables (PHC & LC) ont un pouvoir discriminant moins important.

I.4. Résultats de l'analyse démographique

I.4.1. Résultats de l'analyse modale et structure de taille de l'espèce *Holothuria (R.) poli*

A partir de la distribution des fréquences de taille le logiciel FISAT II (Gayanilo et al. 2005) a été utilisé pour obtenir la valeurs moyenne de chaque classe de taille (**Fig. 21**). La décomposition en cohortes par la méthode de Bhattacharya (1967) sur une distribution de fréquence de taille de 5.5 à 16.5 cm avec un pas de 1 cm nous a donnée trois classes de tailles. Les résultats sont représentés dans la figure 21 et le tableau 08.

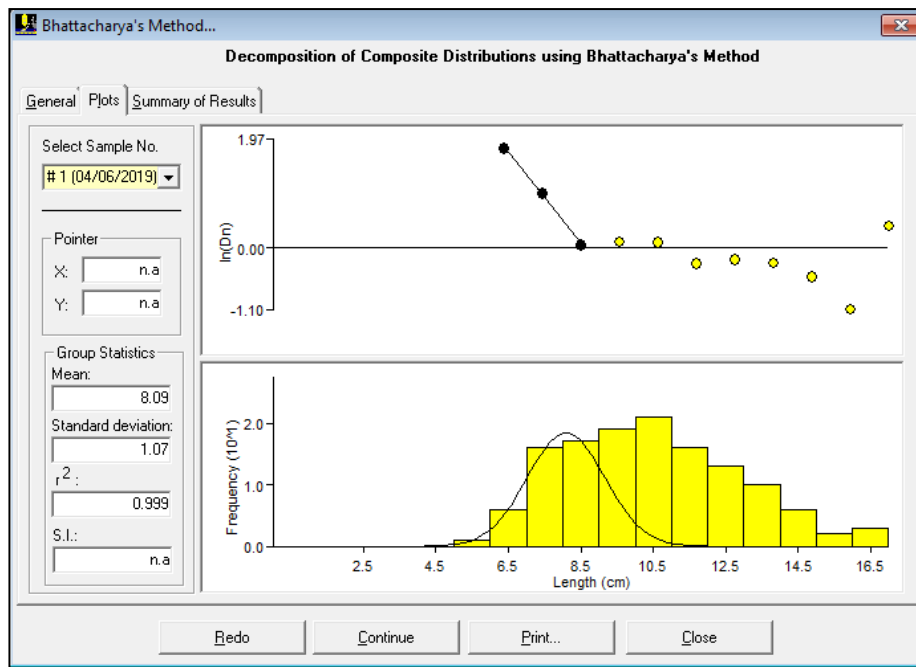


Figure 21 : Séparation des composantes normales pour obtenir les cohortes par le logiciel FISAT II.

Tableau 08 : Classes de tailles d'*Holothuria (R.) poli* obtenus par la méthode de Bhattacharya (1967). SD : Standard deviation.

Classe de taille	Taille moyenne (cm)	SD	Taux d'accroissement	Effectif
1	8.09	1.07	2.71	50

2	10.80	1.15	2.62	58
3	13.42	1.21	-	27

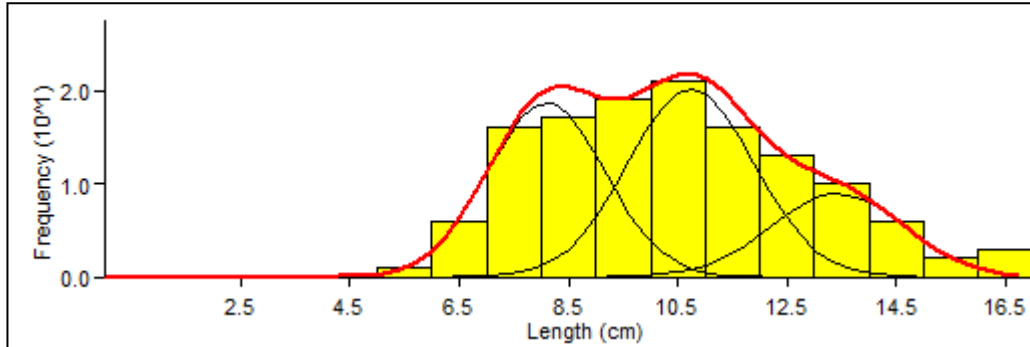


Figure 22 : Classes de tailles par la méthode de Bhattacharya (1967) pour l’espèce *Holothuria (R.) poli*, station de Stidia.

I.4.2. Méthode de NORMSEP (*Holothuria (R.) poli*)

Les résultats obtenus par la méthode de Bhattacharya (1967) ont été introduits dans le logiciel **FISAT version II** (Gayaniilo et al, 2005) afin de calculer les classes de tailles par la méthode de NORMSEP. Cette méthode a révélé la présence de trois classes de tailles mais avec des moyennes qui diffèrent légèrement de celles obtenues par la méthode de Bhattacharya (1967). Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau 09 et la figure 23.

Tableau 09 : Classes de tailles d’*Holothuria (R.) poli* obtenus par la méthode de Normsep. SD : Standard déviation.

Classe de taille	Taille moyenne (cm)	SD	Effectif
1	7.76	0.93	35
2	10.07	0.99	34
3	12.21	2.03	61

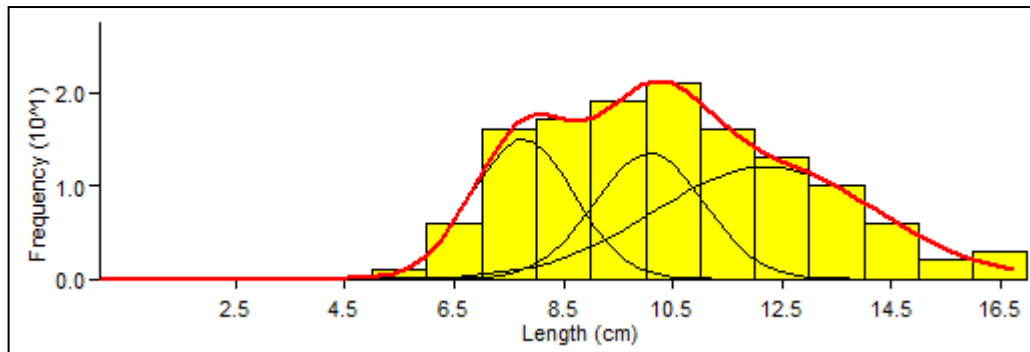


Figure 23 : Décomposition de la distribution de fréquences de tailles d'*Holothuria (R.) poli* de la station de Stidia, Méthode NORMSEP.

I.5. Résultats de l'analyse modale et structure de taille de l'espèce *Holothuria (P.) sanctori*

Les mêmes procédures ont été effectuées pour l'analyse des données des individus d'*Holothuria (P.) sanctori*. L'application de la méthode de Bhattacharya (1967) sur une distribution de fréquence de taille de 8.5 à 18.5 cm avec un pas de 1 cm a permis de distinguer trois classes de taille d'*Holothuria (P.) sanctori* de la station de la Crique de la Salamandre. Les résultats sont présentés dans la figure 24 et le tableau 10.

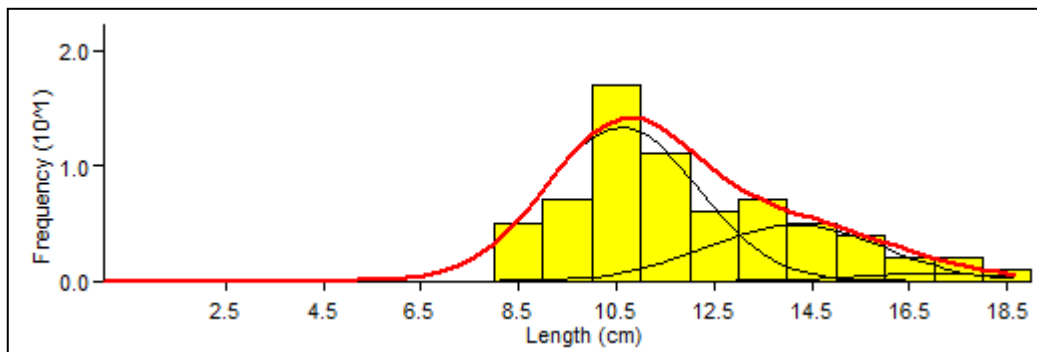


Figure 24 : Classes de tailles par la méthode de Bhattacharya (1967) pour l'espèce *Holothuria (P.) sanctori*, station Crique de la Salamandre.

Tableau 10 : Classes de tailles d'*Holothuria (P.) sanctori* obtenus par la méthode de Bhattacharya (1967). SD : Standard deviation.

Classe de taille	Taille moyenne (cm)	SD	Taux d'accroissement	Effectif
1	10.61	1.55	3.52	52
2	14.13	1.78	2.7	22
3	17	1.5	-	2

I.5.1. Méthode de NORMSEP (*Holothuria (P.) sanctori*)

Nous avons enregistré trois classes de tailles mais avec des moyennes de tailles différentes par rapport celles obtenues par la méthode de Bhattacharya (**Tab. 11 ; Fig. 25**).

Tableau 11 : Classes de tailles d'*Holothuria (P.) sanctori* obtenus par la méthode de NORMSEP. SD : Standard déviation.

Classe de taille	Taille moyenne (cm)	SD	Effectif
1	10.47	1.11	41
2	14.01	1.58	24
3	17.80	0.56	2

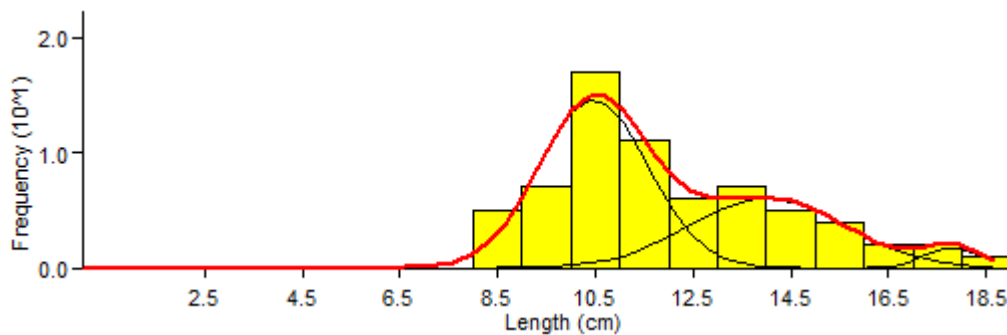


Figure 25 : Décomposition de la distribution de fréquences de tailles d'*Holothuria (P.) sanctori* station la Crique de la salamandre, Méthode NORMSEP.

Discussion

La relation entre le poids humide du corps (PHC), la longueur contractée (LC) et l'épaisseur de la paroi du derme (EP), décrit les variations de la forme du corps durant la croissance d'*Holothuria (R.) poli* et d'*Holothuria (P.) sanctori*. Pour la relation taille-poids une allométrie significativement minorante a été enregistrée chez les deux espèces d'holothuries (**Tab. 05** et **06**). D'ailleurs, Des relations d'allométries minorantes ont été aussi signalées dans des études ultérieures chez *Holothuria (R.) poli* (Francour, 1990; Mezali, 2001; Mezali *et al.*, 2006; Mansouri et Mezali, 2018) et aussi chez *Holothuria (P.) sanctori* (Mezali, 2001). Le même type d'allométrie a été signalée chez d'autres espèces d'holothuries (Bulteel *et al.*, 1992; Conand, 1993; Herrero-Pérezrul *et al.*, 1999; Kazanidis *et al.*, 2014; Poot-Salazar *et al.*, 2014; Marquet *et al.*, 2017). Où cette allométrie négative a été expliqué par la forme cylindrique du corps des holothuries (Conand, 1989). Les concombres de mer ont une tendance d'accroître beaucoup plus en termes de taille qu'en termes de poids, ce qui explique leurs formes cylindriques. D'autre part et au niveau de la croissance linéaire (variation d'EP en fonction de LC) le même type d'allométrie a été obtenu. L'épaisseur de la paroi du derme croît moins vite que sa taille. Ceci peut être expliqué par la forme allongée des holothuries (Mansouri et Mezali, 2018).

Les résultats de l'analyse de variance multivariée (MANOVA) nous ont montrés l'existence d'une différence hautement significative entre les deux stations d'étude. Les individus d'*Holothuria (P.) sanctori* ont des moyennes biométriques plus élevés que celles d'*Holothuria (R.) poli*. Cette variation entre les deux espèces est probablement due à la propriété de chaque « deposit feeders » étudié. En effet, il a été démontré dans les études de (Belbachir, 2012; Belbachir *et al.*, 2014) que l'espèce *Holothuria (P.) sanctori* est l'espèce la plus sélective suivie par *Holothuria (P.) forskali* puis par *Holothuria (R.) poli*, alors que *Holothuria (H.) tubulosa* constitue l'espèce la moins sélective. Cette sélectivité vis-à-vis de la matière organique pourrait expliquer la différence entre les individus de deux espèces étudiées. Les deux variables (EP & PSC) sont les plus discriminantes, cela pourrait être expliquer par le fait que ces deux paramètres ne sont pas biaisés. La longueur contractée varie selon le degré de contraction de spécimen récolté et le poids humide du corps est affecté considérablement par la quantité d'eau retenue dans le derme de l'individu (Mezali, 1998; Mansouri et Mezali, 2018; Mecheta et Mezali, 2019)

La valeur du rapport PHC/PSC obtenu pour *Holothuria (R.) poli* (**Fig. 20**) est inférieure à la valeur de 10/1 établie par (Newell et Courtney, 1965) et à la valeur de 6.53/1 enregistrée par (Mezali, 2001). Cette valeur (3.9/1) est encore inférieure aux deux valeurs obtenues par (Mansouri et Mezali, 2018) chez la même espèce (5.06/1 et 4.14/1) au niveau de deux stations de la côte Algérienne (Sidi-Fredj et Tamentefoust respectivement). Le ratio PHC/PSC chez *Holothuria (P.) sanctori* (7.19/10) se rapproche de la valeur standard de 10/1 établie par (Newell et Courtney, 1965) et à celle (9.38/1) obtenue par (Mezali, 2001) chez la même espèce.

Cet écart par rapport la valeur standard de 10/1 peut être dû à la consistance du derme d'*Holothuria (R.) poli*. En effet, pour lutter contre les éventuelles prédateurs *Holothuria (R.) poli* utilise la faculté de contraction rapide et l'extrême durcissement de son tégument. Elle a de plus, comme d'autres espèces, la peau et les organes internes toxiques (Bakus, 1968). *Holothuria (P.) sanctori*, par contre, a toujours la peau molle ; elle est incapable de durcir ses téguments mais possède en compensation des organes de défenses ou "tubes de Cuvier" qui lui assurent une protection contre les prédateurs (Endean, 1957; DeMoor *et al.*, 2003) et chimique, par leur haute toxicité (Nigrelli, 1952; Bakus, 1968). *Holothuria (R.) poli* est très souvent entièrement tapissée d'une fine couche de sable et de feuilles de Posidonies (Massin et Jangoux, 1976; Mezali, 2008; Mansouri, 2015) ce qui rend l'animal presque invisible [camouflage et protection contre la lumière, (Mansouri, 2015)]. *Holothuria (P.) sanctori* ne se cache pas de la lumière ; la qualité et la densité de son pigment dermique lui assurent sans doute une protection suffisante. Elle a aussi la particularité de se cacher dans les anfractuosités et au-dessous des rochers grâce à l'élasticité de son corps. Donc la paroi rigide d'*Holothuria (R.) poli* semble avoir moins d'aptitude de retenir de l'eau par rapport la paroi molle de l'espèce *Holothuria (P.) sanctori*.

Pour l'analyse modale, nous avons constaté la présence de trois classes d'âges chez les deux espèces d'holothuries étudiées (**Tab. 08 ; Fig. 22** et **Tab. 10 ; Fig. 24**). *Holothuria (P.) sanctori* se caractérise par des classes de tailles qui ont des moyennes plus importantes par rapport celles obtenues chez *Holothuria (R.) poli*. Les moyennes obtenues par la méthode NORMSEP (**Tab. 09 ; Tab. 11**) divergent légèrement de celles obtenues par la méthode de (Bhattacharya, 1967). D'ailleurs, nous avons constaté que l'effectif estimé par l'algorithme NORMSEP est identique à l'effectif réel échantillonné et cela pour les deux espèces. De même, nous avons remarqué que

les taux de croissance chez les deux espèces diminuent en fonction de l'âge, cela pourrait s'expliquer par la présence des petits et des grands individus dans notre échantillonnage. Selon (Sparre et Venema, 1996), les données d'entrée destinées à l'analyse de Bhattacharya sont fréquemment biaisées en raison de la sélectivité des engins de pêche et du recrutement, c'est-à-dire que les petites espèces capturées sont sous-représentés dans les échantillons de fréquence, soit qu'ils s'échappent par les mailles des filets soit qu'ils n'aient pas encore migré des zones d'alevinage vers les zones de pêche. Dans notre cas, l'échantillonnage a été réalisé en apnée et la collecte des individus a été faite aléatoirement sans utilisation d'engins de prélèvements. Ce qui reflète la présence des individus de petites, moyennes et de grandes tailles.

Conclusion

Conclusion

La présente étude a mis l'accent sur les relations biométriques et l'analyse modale de deux holothuries (*Holothuria (R.) poli* & *Holothuria (P.) sanctori*). L'échantillonnage s'est focalisé sur deux stations se localisant au niveau de la côte de Mostaganem (Stidia et Crique de la Salamandre). Un ensemble de 197 individus a été récolté au niveau de deux sites [130 individus d'*Holothuria (R.) poli* et 67 individus d'*Holothuria (P.) sanctori*].

Les résultats ont montré que les individus de deux espèces sont caractérisés par une allométrie significativement minorante (que ce soit pour la croissance pondérale ou linéaire). Cette Allométrie a été expliquée par le fait que les holothuries sont caractérisées par une forme cylindrique allongée. Ce résultat corrobore avec ceux obtenus dans la littérature. Concernant le rapport PHC/PSC, les valeurs obtenues pour *Holothuria (R.) poli* divergent de celles obtenues dans des études antérieures, notamment la valeur standard établie par (Newell et Courtney, 1965). En réalité, Cette valeur standard a été établie pour *Holothuria (P.) forskali* et non pas pour *Holothuria (R.) poli*. La divergence a été expliquée par le fait que chaque espèce a des propriétés qui la rende particulièrement différente (consistance du derme, proportion d'eau contenue dans le tégument...). Par contre, nous avons enregistré une valeur proche du standard (10/1) chez *Holothuria (P.) sanctori*. Cela pourrait être dû à la consistance du derme de cette espèce, qui est proche de celle d'*Holothuria (P.) forskali* [Les deux appartiennent au même groupe (présence des tubes de Cuvier et l'élasticité de leurs téguments)].

Les résultats de l'analyse de variances multivariées ont montré l'existence d'une différence hautement significative entre les deux stations. De même, nous avons constaté que les deux variables (Épaisseur de la paroi du derme "EP" et le poids sec du corps "PSC") sont les plus discriminantes.

Concernant l'analyse modale et les structures de tailles, l'application de la méthode de (Bhattacharya, 1967) et la méthode de NORMSEP a permis de décrire trois cohortes chez *Holothuria (R.) poli* et *Holothuria (P.) sanctori*. Les tailles moyennes des individus d'*Holothuria (R.) poli* obtenues par la méthode de Bhattacharya sont 8.09 cm ; 10.80 cm et 13.42 cm. De

Références bibliographiques

l'autre côté, les tailles moyennes obtenues par la même méthode pour *Holothuria (P.) sanctori* sont 10.61 cm ; 14.13 cm et 17 cm.

Enfin, ce travail constitue une donnée importante sur la croissance des holothuries au niveau de la baie de Mostaganem. Cependant, certaines réserves sont à prendre en considération en raison de la courte période d'échantillonnage. Des travaux supplémentaires sur la croissance des holothuries devront être conduits pour rendre les résultats plus solides

- Anderson T.W. & Darling D.A. (1952) Asymptotic Theory of Certain "Goodness of Fit" Criteria Based on Stochastic Processes. *Ann. Math. Statist.* **23**, 193-212.
- Andrade Á.A., Machado L.F., Barreiros J.P., Paulay G. & Cardigos F.J.B.-d.-M.I.B. (2008) In situ observation of sexual reproduction of *Holothuria tubulosa* Gmelin 1788 (Echinodermata: Holothuroidea) in the Azores (NE Atlantic). 43-5.
- Bakus G. (1968) Defensive mechanisms and ecology of some tropical holothurians. *Marine Biology* **2**, 23-32.
- Belbachir N. (2012) Contribution à l'étude écologique de l'herbier à *Posidonia oceanica* (L.) Delile (1813) de la frange côtière de Mostaganem : Etat de santé et relation entre plante et échinoderme. In: *Département des Sciences de la Mer et de l'Aquaculture*, p. 178. Université Abdlehamid Ibn Badis, Mostaganem, Algérie.
- Belbachir N., Mezali K. & Soualili D.L. (2014) Selective feeding behaviour in some aspidochirotid holothurians (Echinodermata: Holothuroidea) at Stidia, Mostaganem Province, Algeria. *SPC Beche-de-mer Inf. Bull.*
- Bell J.D., Purcell S.W. & Nash W.J. (2008) Restoring small-scale fisheries for tropical sea cucumbers. *Ocean Coastal Management* **51**, 589-93.
- Ben Mustapha K. & Hattour A. (2016) Densité et diversité des holothuries de la zone lagunaire du sud du port de Sidi Daoud (Tunisie). *Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer de Salammbô* **43**.
- Bhattacharya C.G. (1967) A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. *Biometrics*, 115-35.
- Bingham B.L., Braithwaite L.F. & ecology (1986) Defense adaptations of the dendrochirote holothurian *Psolus chitonoides* Clark. *Journal of experimental marine biology* **98**, 311-22.
- Bruckner A.W., Johnson K.A. & Field J.D. (2003) Conservation des holothuries: une inscription aux listes de la CITES pour pérenniser le commerce international. *La bêche-de-mer, bulletin de la CPS* **18**, 24-33.
- Bulteel P., Jangoux M. & Coulon P. (1992) Biometry, Bathymetric Distribution, and Reproductive Cycle of the Holothuroid *Holothuria tubulosa* (Echinodermata) from Mediterranean Sea grass Beds. *Marine Ecology* **13**, 53-62.
- Caulier G., Van Dyck S., Gerbaux P., Eeckhaut I. & Flammang P. (2011) Review of saponin diversity in sea cucumbers belonging to the family Holothuriidae. *journal of Experimental Biology* **31**, 48-54.

- Cherbonnier G. (1956) Les Échinodermes de Tunisie. *Bull. Stat. Océogr. Salammbô*, 1-23.
- Conand C. (1989) Les Holothuries Aspidochirotés du lagon de Nouvelle-Calédonie: biologie, écologie et exploitation.
- Conand C. (1993) Ecology and Reproductive Biology of *Stichopus Variegatus* an Indo-Pacific Coral Reef Sea Cucumber (Echinodermata: Holothuroidea). *Bulletin of Marine Science* **52**, 970-81.
- Conand C., Morel C. & Mussard R.J.S.B.-d.-m.I.B. (1997) A new study of asexual reproduction in holothurians: Fission in *Holothuria leucospilota* populations on Reunion Island in the Indian Ocean. *SPC Beche-de-mer Information Bulletin* **9**, 5-11.
- Conand C. & Muthiga N. (2007) Commercial sea cucumbers: a review for the western Indian Ocean.
- DeMoor S., Waite H.J., Jangoux M.J. & Flammang P.J. (2003) Characterization of the Adhesive from Cuvierian Tubules of the Sea Cucumber *Holothuria forskali* (Echinodermata, Holothuroidea). *Marine Biotechnology* **5**.
- Dissanayake D.C.T., Athukorala S. & Amarasiri C. (2010) Present status of the sea cucumber fishery in Sri Lanka. *SPC Beche-de-mer Information Bulletin* **30**, 14-20.
- Duvauchelle C. (2010) Développement d'un guide méthodologique de suivi de la pêche d'"holothuries" gris" *Holothuria Scabra* dans le lagon nord-ouest de la nouvelle calédonie.
- Eeckhaut I., Lavitra T., Rasoforinina R., Rabenevanana M.W., Gildas P. & Jangoux M. (2008) Madagascar Holothurie SA: The first trade company based on sea cucumber aquaculture in Madagascar. *SPC Beche-de-mer Information Bulletin* **28**, 22-3.
- Endean R. (1957) The Cuvierian tubules of *Holothuria leucospilota*. *Journal of Cell Science* **3**, 455-72.
- Francour P. (1984) Biomasse de l'herbier à *Posidonia oceanica*: données préliminaires pour les compartiments matte, Échinodermes et poissons. In: *Université Pierre et Marie Curie, DEA Océanographie Biologique*. Université Pierre et Marie Curie.
- Francour P. (1990) Dynamique de l'écosystème à *Posidonia oceanica* dans le parc national de Port-Cros : analyse des compartiments matte, litière, faune vagile, Échinodermes et poissons. p. 373 f.
- Francour P. (1997) Predation on holothurians: a literature review. *Invertebrate Biology*, 52-60.
- Gayanilo F.C., Sparre P. & Pauly D. (2005) *FAO-ICLARM stock assessment tools II: User's guide*. Food & Agriculture Org.

- Giraspy D.A.B. & Walsalam I.G. (2010) Aquaculture potential of the tropical sea cucumbers *Holothuria scabra* and *H. lessoni* in the Indo-Pacific region. *SPC Beche-de-mer Information Bulletin* **30**, 29-32.
- Hampton J.S. (1958) Chemical analysis of holothurian sclerites. *Nature* **181**, 1608.
- Herrero-Pérezrul M., Reyes Bonilla H., García-Domínguez F., Cintra-Buenostro & C.E (1999) Reproduction and growth of *Isostichopus fuscus* (Echinodermata Holothuroidea) in the southern Gulf of California, México. *Marine Biology* **135**, 521-32.
- Kazanidis G., Lolas A. & Vafidis D. (2014) Reproductive cycle of the traditionally exploited sea cucumber *Holothuria tubulosa* (Holothuroidea: Aspidochirotida) in Pagasitikos Gulf, western Aegean Sea, Greece. *Turkish Journal of Zoology* **38**, 306-15.
- Kerr A. & Kim J. (2001) Phylogeny of Holothuroidea (Echinodermata) inferred from morphology. *Zoological Journal of the Linnean Society* **133**, 63-81.
- Keys A.B. (1928) The Weight-Length Relation in Fishes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **14**, 922-5.
- Lambert P. (1997) *Sea cucumbers of British Columbia, Southeast Alaska and Puget Sound*. UBC Press.
- Lawrence J.M. (1987) *Functional biology of echinoderms*. Croom Helm.
- Mansouri T. (2015) Phylogénie et phylogéographie de quelques espèces d'holothuries aspidochirotés de la côte algérienne (Ouest et centre). In: *Département des Sciences de la Mer et d'Aquaculture*, p. 119. Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem, Algérie.
- Mansouri T. & Mezali K. (2018) Étude morphométrique de l'holothurie aspidochirote *Holothuria* (*Roweothuria*) *poli* (Holothuroidea : Echinodermata) au niveau de la région centre algérienne. *8èmes JOURNÉES NATIONALES DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE*.
- Marquet N., Conand C., Power D.M., Canário A.V.M. & González-Wangüemert M. (2017) Sea cucumbers, *Holothuria arguinensis* and *H. mammata*, from the southern Iberian Peninsula: Variation in reproductive activity between populations from different habitats. *Fisheries Research* **191**, 120-30.
- Massin C. & Jangoux M. (1976) Observations écologiques sur *Holothuria tubulosa*, *Holothuria poli* et *Holothuria forskali* (Echinodermata, Holothuroidea) et comportement alimentaire de *H. tubulosa*. *Cahiers de biologie marine* **17**, 45-59.

- Mecheta A. & Mezali K. (2019) A biometric study to determine the economic and nutritional value of sea cucumbers (Holothuroidea: Echinodermata) collected from Algeria's shallow water areas. *SPC Beche-de-mer Information Bulletin* **39**.
- Mezali K. (1998) Contribution à la systématique, la biologie, l'écologie et la dynamique de cinq espèces d'holothuries aspidochirotés (*Holothuria* (*H.*) *tubulosa*, *H.* (*L.*) *polii*, *H.* (*H.*) *stellati*, *H.* (*P.*) *forskali* et *H.* (*P.*) *sanctori*) de l'herbier à *Posidonia oceanica* (*L.*) *Delille* de la Presqu'île de Sidi-Fredj. p. 192. Institut national des sciences de la mer et de l'aménagement du littoral.
- Mezali K. (2001) Biométrie des holothuries aspidochirotés (HOLOTHUROIDEA : ECHINODERMATA) de la presque île de Sidi-Fredj Algérie. The Mediterranean Science Commission, Monaco-France.
- Mezali K. (2008) Phylogénie, systématique, dynamique des populations 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.
- Mezali K. (2011) Some insights on the phylogeny of Algerian shallow-water sea cucumber species (Holothuroidea: Aspidochirotida).
- Mezali K. & Francour P. (2012) Les holothuries aspidochirotés de quelques sites des côtes algériennes: révision systématique et relations phylogénétiques. *Bulletin de la Société Zoologique de France* **137**, 177-92.
- Mezali K., Soualili D.L., Neghli L. & Conand C. (2014) Reproductive cycle of the sea cucumber *Holothuria* (*Platyperona*) *sanctori* (Holothuroidea: Echinodermata) in the southwestern Mediterranean Sea: interpopulation variability. *Invertebrate reproduction development* **58**, 179-89.
- Mezali K. & Thandar A.S. (2014) First record of *Holothuria* (*Roweothuria*) *arguinensis* (Echinodermata: Holothuroidea: Aspidochirotida: Holothuriidae) from the algerian coastal waters. *Marine Biodiversity Records* **7**.
- Mezali K., Zupo V. & Francour P. (2006) Population dynamics of *Holothuria* (*Holothuria*) *tubulosa* and *Holothuria* (*Lessonothuria*) *polii* of an algerian *Posidonia oceanica* meadow. *Biologia Marina Mediterranea* **13**, 158–61.
- Mezali K.R. (2004) Micro-répartition des holothuries aspidochirotés au sein de l'herbier de Posidonies de la presqu'île de Sidi-Fredj–Algérie. *apports PV Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée, Monaco* **37**, 534.

- Muths D. (2006) Structures génétique et démographique des populations de deux espèces d'ophiures aux caractéristiques biologiques contrastées, *Acrocnida brachiata* et *Ophiothrix fragilis*, en Atlantique Nord-Est.
- Newell R.C. & Courtney W. (1965) Respiratory movements in *Holothuria forskali* Delle chiaje. *Journal of Experimental Biology* **42**, 45-57.
- Nigrelli R.F. (1952) The effects of holothurin on fish, and mice with sarcoma 180. *Zoologica* **37**, 89-90.
- O'Hara T.D., Hugall A.F., Thuy B. & Moussalli A. (2014) Phylogenomic resolution of the class Ophiuroidea unlocks a global microfossil record. *Current Biology* **24**, 1874-9.
- Poot-Salazar A., Hernández-Flores Á. & Ardisson P.L. (2014) Use of the SLW index to calculate growth function in the sea cucumber *Isostichopus badionotus*. *Scientific Reports* **4**, 5151.
- Preston G.L. (1993) Beche-de-mer. pp. 371-401.
- Purcell S., Conand C., Uthicke S. & Byrne M. (2016) Ecological roles of exploited sea cucumbers. *Oceanography and Marine Biology : An Annual Review* **54**, 367-86.
- Purcell S.W., Samyn Y. & Conand C. (2012) Commercially important sea cucumbers of the world.
- Rao C.R. (1951) An asymptotic expansion of the distribution of Wilks' criterion. *Bulletin of the International Statistical Institute* **33**, 177-80.
- Ricker W. (1973) Linear regressions in fishery research. *Journal of the fisheries board of Canada* **30**, 409-34.
- Sokal R.R. (1995) Biometry : the principles and practice of statistics. *Biological Research*.
- Sparre P. & Venema S.C. (1996) *Introduction à l'évaluation des stocks de poissons tropicaux: Manuel*. Food & Agriculture Org.
- Tomlinson P.K. (1970) The resources agency of California, Department of Fish and Game.
- Tortonese E. & Vadon C. (1987) Oursins et Holothuries. *Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche (révision I)-Méditerranée et Mer Noire. Zone de pêche* **37**, 743-60.
- Uthicke S. (1999a) Sediment bioturbation and impact of feeding activity of *Holothuria (Halodeima) atra* and *Stichopus chloronotus*, two sediment feeding holothurians, at Lizard Island, Great Barrier Reef. *Bulletin of Marine Science* **64**, 129-41(13).

- Uthicke S. & Benzie J. (2001) Restricted gene flow between *Holothuria scabra* (Echinodermata: Holothuroidea) populations along the north-east coast of Australia and the Solomon Islands. *Marine Ecology Progress Series* **216**, 109-17.
- Uthicke S.S. (1999b) Sediment bioturbation and impact on benthic microalgae by *Holothuria atra* and *Stichopus chloronotus*, two sediment feeding holothurians. *Bulletin of Marine Science-pages: 64: 129-141*.
- Van Dyck S., Caulier G., Todesco M., Gerbaux P., Fournier I., Wisztorski M. & Flammang P. (2011) The triterpene glycosides of *Holothuria forskali*: usefulness and efficiency as a chemical defense mechanism against predatory fish. *Journal of Experimental Biology* **214**, 1347-56.
- Weber A. (2015) Etude écologique et génétique du complexe d'espèces cryptiques *Ophioderma longicauda* (Ophiuroidea : Echinodermata) : comparaison entre lignées incubantes et lignées produisant des larves planctoniques.
- Wen S., Zhou G., Song S., Xu X., Voglmeir J., Liu L., Zhao F., Li M., Li L. & Yu X. (2015) Discrimination of in vitro and in vivo digestion products of meat proteins from pork, beef, chicken, and fish. *Proteomics* **15**, 3688-98.

Résumé

La présente étude a mis l'accent sur les relations biométriques et l'analyse modale de deux espèces de concombre de mer [*Holothuria (Roweothuria) poli* & *Holothuria (Platyperona) sanctori*]. L'échantillonnage s'est focalisé sur deux stations se localisant au niveau de la côte de Mostaganem (Stidia et Crique de la Salamandre). Des mensurations ont été réalisées sur les individus de chaque type d'espèce [La longueur contractée du corps (LC), Epaisseur de la paroi du derme (EP), Poids humide du corps (PHC) et Poids sec du corps (PSC)]. Les résultats ont montré que les individus de deux espèces sont caractérisés par une allométrie significativement minorante (que ce soit pour la croissance pondérale ou linéaire). Cette Allométrie a été expliquée par le fait que les holothuries sont caractérisées par une forme cylindrique allongée. Concernant le rapport PHC/PSC, les valeurs obtenues pour *Holothuria (R.) poli* divergent de celles obtenues dans des études antérieures, notamment la valeur standard établie par (Newell et Courtney, 1965). Par contre, nous avons enregistré une valeur proche du standard (10/1) chez *Holothuria (P.) sanctori*. Cela pourrait être dû à la consistance du derme de cette espèce, qui est proche de celle d'*Holothuria (P.) fosrkali* [Les deux appartiennent au même groupe (présence des tubes de Cuvier et l'élasticité de leurs téguments)]. D'autre part, Les résultats de l'analyse de variances multivariées ont montré l'existence d'une différence hautement significative entre les deux stations. De même, nous avons constaté que les deux variables (Epaisseur de la paroi du derme "EP" et le poids sec du corps "PSC") sont les plus discriminantes. Enfin, Concernant l'analyse modale et les structures de tailles, l'application de la méthode de (Bhattacharya, 1967) et la méthode de NORMSEP a permis de décrire trois cohortes chez *Holothuria (R.) poli* et *Holothuria (P.) sanctori*.

Mots clés : Allométrie minorante, Analyse modale, Structures de tailles, Cohorte, Côte de Mostaganem.
