



DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MER ET DE L'AQUACULTURE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

ABDELAZIZ Bochra

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN HYDROBIOLOGIE MARINE ET CONTINENTALE

Spécialité : Bioressources Marines

Thème

Etude de la fécondité des échinodermes (Holothuries) de la
côte de Mostaganem

Soutenue publiquement le 06/07/2022

DEVANT LE JURY

Président.....MCB. AIT MOHAMED AMER Lilia... ..UMAB

Encadrant.....Pr. MEZALI KarimUMAB

Examineur.....MCA. BELBACHIR Nor-EddineUMAB

Remerciements

Je remercie avant tout **DIEU** tout puissant qui nous a donné le courage et la patience d'accomplir ce modeste travail.

J'adresse nos respectueux remerciements aux membres du jury qui nous font l'honneur de participer à l'évaluation de ce travail :

Tout d'abord, je remercie **Mme AIT MOHAMED AMER Lilia** qui a fait l'honneur de présider le jury de notre mémoire.

Je remercie **M MEZALI Karim** pour avoir accepté d'encadrer ce travail, pour sa confiance, ses encouragements et ses précieux conseils au cours de la réalisation de ce mémoire.

Mes sincères remerciements vont également à **M BELBACHIR Nor-Eddine** pour avoir accepté d'examiner et de juger ce travail.

Je tiens à remercier Mme **ZEROUEL Hanane** d'avoir suivi ce travail au laboratoire, pour sa disponibilité, son aide et ses orientations.

Mes remerciements s'adressent également à tous mes enseignants durant mes années d'études au département des sciences de la mer et de l'aquaculture, ainsi le chef de département **M. BELBACHIR Nor-Eddine** et tous les étudiants de Master II promotion (2022).

Dédicace

Avec une joie immense et le cœur ému que je dédie ce mémoire, ce fruit de plusieurs années à :

A mon cher père que j'estime beaucoup pour sa tendresse et son précieux conseil et sa compréhension pour son soutien moral et matériel.

A ma très chère mère pour son affection inépuisable, qui ma soutenue et encouragé depuis le début pour arriver à ce niveau universitaire.

Ils n'ont cessé de prier pour moi durant mon parcours scolaire et m'ont aidé et guidé régulièrement.

A mes chers frères que j'aime énormément, Mostefa El-Amine et Zine-Eddine pour leurs soutiens et attentions, ils m'ont permis à réaliser que la famille est sacrée.

A ma chère cousine Fatiha, elle était pour moi une vraie source d'inspiration et a été toujours à mes côtés.

Mes pensées vont aussi à mes chères amies Amel et Sabah qui m'ont toujours motivé et encouragés.

A ma tante, son mari et mes cousins

A toute ma famille sans exception

Liste des figures

Figure II. 1. Localisation de la côte de Mostaganem.....	14
Figure I. 1. Localisation de la zone d'échantillonnage	14
Figure II. 2. Détermination du diamètre ovocytaire grâce au Microscope optique Optika à caméra intégré	21
Figure III. 1. Caractéristiques macroscopiques des gonades mâles <i>H. poli</i>	24
Figure III. 2. Caractéristiques macroscopiques des gonades femelles <i>H. poli</i>	25
Figure III. 3. Caractéristiques macroscopiques des gonades femelles <i>H. arguinensis</i>	26
Figure III. 4. Caractéristiques macroscopiques des gonades femelles <i>H. sanctori</i>	26
Figure III. 5. Caractéristiques macroscopiques des gonades mâles <i>H. tubulosa</i>	27
Figure III. 6. Caractéristiques macroscopiques des gonades femelles <i>H. tubulosa</i>	28
Figure III. 7. Caractéristiques macroscopiques des gonades mâles <i>H. algeriensis</i>	28
Figure III. 8. Caractéristiques macroscopiques des gonades femelles <i>H. algeriensis</i>	29
Figure III. 9. Description microscopique des gonades mâles de <i>H. poli</i>	30
Figure III. 10. Description microscopique des gonades femelles de <i>H. poli</i>	30
Figure III. 11. Description microscopique des gonades femelles de <i>H. arguinensis</i>	31
Figure III. 12. Description microscopique des gonades femelles de <i>H. sanctori</i>	31
Figure III. 13. Description microscopique des gonades mâles de <i>H. tubulosa</i>	32
Figure III. 14. Description microscopique des gonades femelles de <i>H. tubulosa</i>	33
Figure III. 15. Description microscopique des gonades mâles de <i>H. algeriensis</i>	33
Figure III. 16. Description microscopique des gonades femelles de <i>H. algeriensis</i>	34
Figure III. 17. Histogramme des fréquences de diamètre ovocytaire chez <i>H. poli</i> , <i>H. tubulosa</i> , <i>H. sanctori</i> , <i>H. arguinensis</i>	36

Liste des tableaux

Tableau I. 1. Classification taxonomique des espèces étudiées.....	6
Tableau II. 1. Nombre des effectifs échantillonnés par espèce <i>Holothuria</i>	16
Tableau II. 2. Caractéristiques des tubules gonadiques (Abdel-Razek <i>et al.</i> , 2005).....	17
Tableau II.3. Caractéristiques des tubules gonadiques (Eliana <i>et al.</i> , 2022).....	18
Tableau III. 1. Les coefficients de la relation taille-poids des espèces étudiées	23
Tableau III. 2. RGS moyen chez les mâles et femelles des espèces <i>Holothuria</i> étudiées.....	34
Tableau III. 3. Les résultats de Sex-ratio de chaque espèce d'holothurie étudiée	35
Tableau III. 4. Comparaison entre la fécondité absolue moyenne des espèces d'holothuries étudiées avec d'autres espèces de la région méditerranéenne	37
Tableau III. 5. Comparaison de la taille des œufs (Diamètre ovocytaire) des espèces d'holothuries étudiées avec d'autres espèces de la région méditerranéenne.....	39

Sommaire

Introduction	1
Chapitre I : Les espèces étudiées : systématique, reproduction et répartition.....	3
1. Présentation des espèces étudiées	3
2. Embranchement des échinodermes	3
2.2. Généralité sur les Holothuries	4
2.3. Position systématique.....	5
2.4. Description morphologique	7
2.4.1. <i>Holothuria (Roweothuria) poli</i> (Delle Chiaje, 1824)	7
2.4.2. <i>Holothuria (Roweothuria) arguinensis</i> (Koehler & Vaney, 1906)	7
2.4.3. <i>Holothuria (Platyperona) sanctori</i> (Delle Chiaje, 1823)	8
2.4.4. <i>Holothuria (Holothuria) tubulosa</i> (Gmelin, 1791).....	9
2.4.5. <i>Holothuria (Holothuria) algeriensis</i> (Mezali, Thandar & Khodja, 2021)	10
2.5. Reproduction et répartition	11
2.5.1. <i>Holothuria (Roweothuria) poli</i>	11
2.5.2. <i>Holothuria (Roweothuria) arguinensis</i>	12
2.5.3. <i>Holothuria (Platyperona) sanctori</i>	12
2.5.4. <i>Holothuria (Holothuria) tubulosa</i>	12
2.5.5. <i>Holothuria (Holothuria) algeriensis</i>	13
Chapitre II : Matériels et méthodes	3
1. Zone d'étude : la côte de Mostaganem	14
1.1. Délimitation géographique.....	14
1.2. Sites d'échantillonnage	15
1.2.1. Stidia.....	15
1.2.2. La Crique - Salamandre	15
2. Echantillonnage.....	15
3. Traitement au laboratoire	16

Sommaire	16
3.2. Dissection et manipulation.....	17
4. Méthodes d'étude.....	17
4.1. Relation taille-poids (relation d'allométrie).....	17
4.2. Echelle de la maturité.....	17
4.3. Le rapport gonado-soatique : RGS	19
4.4. Sex-ratio.....	20
4.5. Diamètre ovocytaire.....	20
4.6. Fécondité absolue.....	21
Chapitre III : Résultats et discussions	14
III.1. Relation taille-poids	23
III.2. Echelle de la maturité	23
III.2.1. Etude macroscopique	23
III.2.2. L'étude microscopique.....	29
III.3. Le rapport gonado-somatique : RGS.....	34
III.4. Sex-ratio	35
III.5. Diamètre ovocytaire	35
III.6. Fécondité absolue	37
III.7. Discussion	37
Conclusion.....	41

Résumé

Dans cette étude nous présentons quelques espèces de concombres de mer communes de la côte algérienne, à savoir la côte mostaganemoise. Un total de 43 individus des espèces étudiées sont collectés dans différentes régions de la côte de Mostaganem, entre Février et Juin 2022, dont *H. poli*, *H. arguinensis*, *H. sanctori*, *H. tubulosa*, *H. algeriensis*. Les résultats obtenus montrent : un sex-ratio d'un intervalle de confiance de 8,25 chez *H. poli*, 30,79 chez *H. tubulosa* et 8,98 chez *H. algeriensis*. Un RGS moyen total des mâles et femelles de 1,06% chez *H. poli*, 1,33% chez *H. arguinensis*, 2,03% chez *H. sanctori*, 1,1% chez *H. tubulosa* et 0,33% chez *H. algeriensis*. Pour le diamètre ovocytaire, les tailles maximales des œufs sont de 30,905µm pour *H. poli*, 17,85µm chez *H. arguinensis*, 21,011µm chez *H. sanctori* et 30,452µm chez *H. tubulosa*. La fécondité absolue moyenne est de 450657,99 œufs chez *H. poli*, 2165332,2 œufs chez *H. arguinensis*, 183190,52 œufs chez *H. sanctori*, 196159.8 œufs chez *H. tubulosa*. Dans l'ensemble les résultats préliminaires obtenus sur la fécondité, nous fournissons une base de données préliminaires sur la reproduction de ces espèces.

Mots clés : Méditerrané, fécondité, stade de maturité, gonade, concombre de mer, œuf.

ملخص

نقدم في هذه الدراسة بعض أنواع خيار البحر الشائعة في الساحل الجزائري ، وهي ساحل مستغانم. تم جمع ما مجموعه 43 فرداً من الأنواع المدروسة في مناطق مختلفة من ساحل مستغانم ، بين فبراير ويونيو 2022 ، بما في ذلك *H. poli* و *H. arguinensis* و *H. sanctori* و *H. tubulosa* و *H. algeriensis*. أظهرت النتائج التي بوضحة 30.79 ، *H. poli* تم الحصول عليها: نسبة جنس مع فاصل ثقة 8.25 في

و 1.33% *H. poli* للذكور والإناث 1.06% في RGS بلغ متوسط *H. algeriensis* و 8.98 في *H. tubulosa* و *H. algeriensis* و 0.33% في *H. tubulosa* و 1.1% في *H. sanctori* و 2.03% في *H. arguinensis* في و 17.85 ميكرومتر لـ ، *H. poli* بالنسبة لقطر البويضة ، يبلغ الحد الأقصى لأحجام البيض 30.905 ميكرومتر لـ ، *H. arguinensis* بيضة في 2165332.2 ، *H. poli* متوسط الخصوبة المطلقة هو 450657.99 بيضة في معاً النتائج الأولية التي تم *H. tubulosa* بيضة في 196159.8 ، *H. sanctori* بيضة في 183190.52 الحصول عليها حول الخصوبة ، نقدم قاعدة بيانات أولية حول تكاثر هذه الأنواع.

الكلمات المفتاحية: البحر الأبيض المتوسط ، الخصوبة ، مرحلة النضج ، الغدد التناسلية ، خيار البحر ، البيض.

Abstract

In this study, we present some species of sea cucumbers common to the Algerian coast, namely the Mostaganem coast. 43 individuals of the species studied are collected in different regions of the Mostaganem coast, between February and June 2022, including *H. poli*, *H. arguinensis*, *H. sanctori*, *H. tubulosa*, and *H. algeriensis*. The results obtained show: a sexratio with a confidence interval of 8.25 in *H. poli*, 30.79 in *H. tubulosa* and 8.98 in *H. algeriensis*. A total average RGS of males and females of 1.06% in *H. poli*, 1.33% in *H. arguinensis*, 2.03% in *H. sanctori*, 1.1% in *H. tubulosa* and 0.33% in *H. algeriensis*. For oocyte diameter, the maximum egg sizes are 30.905 μm for *H. poli*, 17.85 μm for *H. arguinensis*, 21.011 μm for *H. sanctori* and 30.452 μm for *H. tubulosa*. The average absolute fecundity is 450657.99 eggs in *H. poli*, 2165332.2 eggs in *H. arguinensis*, 183190.52 eggs in *H. sanctori*, and 196159.8 eggs in *H. tubulosa*. Together the preliminary results obtained on fecundity, we provide a preliminary database on the reproduction of these species.

Key words: Mediterranean, fecundity, stage of maturity, gonad, sea cucumber, egg.

Introduction

Introduction

Les eaux tempérées chaudes de la Méditerranée font que son écosystème se caractérise par une biodiversité exceptionnelle (Caddy, 1993). Parmi ces ressources, l'embranchement des échinodermes occupe une place prépondérante à l'équilibre de la vie sous-marine. Il constitue le compartiment clef du fonctionnement des écosystèmes. Parmi ces espèces nous notons les holothuries, couramment appelées « concombres de mer », qui constituent une classe très riche d'échinodermes vermiformes au corps généralement mou. Ils sont des organismes communs de la faune benthique de tous les milieux marins et peuvent constituer jusqu'à 90% de la biomasse des écosystèmes des fonds des mers et des océans (Hendler *et al.*, 1995). Ils sont trouvés aussi bien dans les eaux superficielles que les grandes profondeurs.

Les concombres de mer jouent un rôle important dans l'écosystème marin en aérant les couches superficielles du sédiment (Uthicke *et al.*, 2009). Ils sont responsables de la conservation du milieu marin, ils sont économiquement importants, car utilisés en alimentation humaine. Ils sont aussi des membres importants des communautés benthiques et responsables d'avoir causé des changements dans la composition du fond marin (Abdel-Razek *et al.*, 2005).

Pour ces raisons, il est important d'étudier en détail les holothuries. Leurs cycles de vie ne sont pas bien maîtrisés à cause de leur comportement spécial. En Algérie peu de travaux ont été effectués sur la fécondité des holothuries, c'est dans cette perspective que nous proposons une étude de fécondité de certaines espèces de concombre de mer sur deux sites du littoral de Mostaganem : Stidia et La Crique.

La présente étude porte sur des espèces d'holothuries très répandues sur nos côtes : *Holothuria (Holothuria) tubulosa* (Gmelin, 1791), *Holothuria (Roweothuria) Poli* (Delle Chiaje, 1824), *Holothuria (Platyperona) sanctori* (Delle Chiaje, 1823), *Holothuria arguinensis* (Koehler *et al.*, 1906), *Holothuria (Holothuria) algeriensis* (Mezali *et al.*, 2021). Cette dernière espèce est également n'est étudiée que superficiellement à jour car le nombre d'individus est très faible et ne nous permet pas de l'envisager de manière précise dans nos recherches. C'est pour cela que nous avons considéré les autres espèces, plus abondantes sur les sites étudiés.

Pour mieux comprendre l'objectif de notre étude, nous avons organisé le manuscrit en trois grands chapitres :

- Le premier chapitre présente la zone d'étude, la côte de Mostaganem, avec une présentation détaillée des espèces étudiées ;

Introduction

- Le deuxième chapitre définit les paramètres de reproduction, les indices de croissance, ainsi que la fécondité absolue, utilisant le comptage par méthode d'échantillonnage gravimétrique ;
- La présentation et l'interprétation des résultats obtenus, sont détaillées dans le troisième chapitre, qui concerne l'étude macroscopique des tubules gonadiques, ainsi que les calculs des indices et les paramètres de reproduction afin de déterminer les périodes de pontes ainsi que les stades de maturité qui sont discutés par rapport aux travaux réalisés.

**Chapitre I : Les
espèces étudiées :
systématique,
reproduction et
répartition**

1. Présentation des espèces étudiées

Le présent travail a été réalisé sur 5 espèces de l'embranchement des échinodermes, appartenant à la classe des holothuries : *Holothuria (Roweothuria) Poli* (Delle Chiaje, 1824), *Holothuria arguinensis* (Koehler *et al.*, 1906), *Holothuria (Platyperona) sanctori* (Delle Chiaje, 1823), *Holothuria (Holothuria) tubulosa* (Gmelin, 1791), *Holothuria (Holothuria) algeriensis* (Mezali, *et al.*, 2021).

2. Embranchement des échinodermes

Leur nom vient de deux termes grecs : « echinos » qui veut dire épineux et « derma » le synonyme de peau, à cause de la présence des structures calcaires épineuses dans la peau. Ils sont exclusivement marins et constituent l'un des phyla les mieux caractérisés du règne animal. Ils ont tous une organisation à peu près équivalente et présentent quatre caractères uniques pour le groupe :

- Une symétrie pentaradiée (d'ordre 5) parfois masquée par une symétrie bilatérale.
- Un squelette intradermique formé de nombreuses plaques ou spicules calcaires.
- Un appareil aquifère (Fig.I.1) encore appelé système ambulacraire. Celui-ci est formé d'un système de canaux internes connectés à des extensions externes. Cet appareil particulier n'existe dans aucun autre groupe du règne animal. Il assure principalement le mouvement et la nutrition des animaux.
- Un conjonctif très flexible, caractéristique, appelé tissu conjonctif variable, qui leur permet de changer volontairement et rapidement leur rigidité. (Samyn *et al.*, 2006).

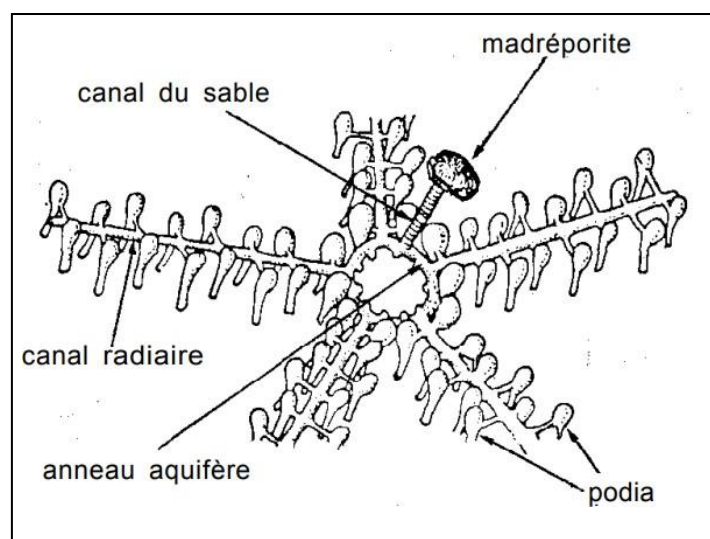


Figure I. 1. Schéma du système aquifère (Tortonèse *et al.*, 1987)

Les échinodermes actuels sont répartis en cinq classes très différentes d'aspects :

- **Asteroidea** : englobe toutes les étoiles de mer. Ils sont extrêmement diversifiés, avec environ 1900 espèces regroupées en 36 familles et environ 370 genres (Gilpin, 2006). Ils ont une large distribution dans tous les océans, même si la plupart d'entre eux sont plus abondants à des profondeurs modérées. On en trouve également dans les régions abyssales (Woods, 1909) ;

- **Ophiuroidea** : ils représentent la classe d'échinodermes la plus importante en termes de richesse taxonomique : 2064 espèces et 16 familles sont connues à ce jour (Stöhr *et al.*, 2012). Cette diversité est associée à une répartition géographique large, allant des zones tempérées voire polaires aux régions subtropicales (Mallefet *et al.*, 2009 ; Stöhr *et al.*, 2012) ;

- **Echinoidea** : c'est la classe des oursins. Ils sont représentés par plus ou moins 800 espèces connues. Le mot Echinides vient du grec « ECHINOS » qui signifie hérisson. Environ 900 espèces d'échinides se retrouvent sur le fond de toutes les mers en grands nombres (Pearse *et al.*, 1991) ;

- **Crinoidea** : les crinoïdes sont des échinodermes libres et sédentaires qui vivent dans les fonds sableux et les substrats durs. Les sédentaires sont fixés par un pédoncule dont l'extrémité se termine par un calice où se localise la bouche et l'anus. On les trouve généralement aux premiers mètres, jusqu'à 450 m de profondeur (Koehler 1921). Ils sont présents dans l'Atlantique et la Méditerranée (Koehler, 1921) ;

- **Holothuroidea** : les holothuries sont des organismes communs de la faune benthique de tous les milieux marins (Hendler *et al.*, 1995 ; Luciano *et al.*, 2002). Ces animaux marins se rencontrent à partir de la zone intertidale jusqu'à l'océan profond et sont dominants dans les communautés marines, à la fois en nombre d'individus qu'en biomasse (Billet, 1991). Ils peuvent constituer jusqu'à 90% de la biomasse dans les écosystèmes des fonds marins (Hendler *et al.*, 1995).

2.2. Généralité sur les Holothuries

Les holothuries, comme le terme concombre de mer le suggère, sont généralement cylindriques, légèrement effilées aux extrémités et d'une taille très variable (de quelques mm à plus de 3 m). Elles présentent souvent une symétrie bilatérale qui masque la symétrie radiaire pentamérique, avec une face ventrale appelée trivium et une face dorsale appelée bivium. Le nombre et l'arrangement des podia et des papilles varient selon le taxon (Yves *et al.*, 2006). Ils n'ont pas de squelette développé, contrairement aux autres échinodermes, à

l'exception d'une couronne calcaire péripharyngienne (Alain *et al.*, 1986) et un endosquelette très réduit qui conserve un état embryonnaire sous forme de « spicules » ou « sclérites » éparpillées dans la partie dermique du corps (Mezali, 2008).

Le coelome de l'holothurie est une vaste cavité remplie d'un liquide (le liquide coelomique) proche de l'eau de mer, dans lequel se trouvent le tube digestif, les poumons et les gonades (Fig.I.2). A la base des poumons de certaines espèces (seulement dans la famille des *Holothuriidae*) on peut observer des tubes souvent blanchâtres, dits tubes de Cuvier (Yves *et al.*, 2006).

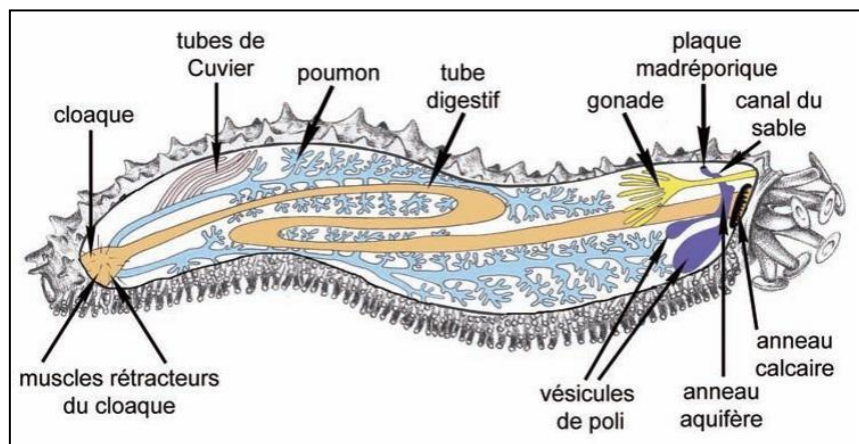


Figure I. 2. Anatomie interne d'une holothurie montrant les principaux organes (Yves *et al.*, 2006).

Elles représentent plus de 1100 espèces à travers le monde (Beirne *et al.*, 2001), résultent de 400 millions d'années d'évolution (Lambert, 1997) et occupent une place importante dans la chaîne alimentaire des écosystèmes marins à différents niveaux trophiques. Ce sont des constituants importants de la faune benthique et jouent un rôle important dans l'équilibre des écosystèmes côtiers (Benraho *et al.*, 2005). Ces animaux remuent les couches supérieures des sédiments marins favorisant ainsi le processus de « bioturbation » (Xing *et al.*, 2012). Ce processus d'accumulation des matières organiques en décomposition peut contribuer à lutter contre les populations de parasites et d'organismes pathogènes (Alain *et al.*, 1986). Elles sont couramment retrouvées sur un substrat meuble à débris coralliens, ou encore sur la barrière de corail sur ces différents substrats, elles ingèrent le sédiment et le biofilm, retiennent les particules organiques (diatomées, protozoaires, détritiques) et rejettent les éléments minéraux comme le sable (Behrens *et al.*, 1996).

2.3. Position systématique

Les holothuries se distinguent des autres classes des échinodermes par l'existence d'un endosquelette constitué par des sclérites. Ces derniers représentent des millions de pièces calcaires microscopiques, isolées les unes des autres et éparpillées dans les couches dermiques du corps de l'holothurie (*In Mezali, 2008*). La morphologie, la taille et la distribution des sclérites dans les différents tissus constituent des caractères clefs dans la détermination et la classification des holothuries (*Samyn et al., 2006*). Cette dernière est basée sur la présence ou l'absence de podia et des arbres respiratoires, ainsi que sur la forme des tentacules.

Ces premiers critères permettent de distinguer les ordres d'holothuries. Le nombre de tentacules et le dénombrement des touffes gonadiques sont également utilisés (*Alain et al., 1986*). Pour notre étude, nous avons tiré la classification phylogénétique la plus récente de WoRMS Editorial Board (2022) dans le tableau suivant :

Tableau I. 1. Classification taxonomique des espèces d'holothurie.

Règne	<i>Animalia</i>
Embranchement	<i>Echinodermata</i>
Sous-Embranchement	<i>Echinozoa</i>
Classe	<i>Holothuroidea</i>
Sous-classe	<i>Actinopoda</i>
Ordre	<i>Holothuriida</i>
Famille	<i>Holothuriidae</i>
Genre	<i>Holothuria</i> (Linnaeus, 1767)
Sous-genre	<i>Roweothuria</i> (Thandar, 1988)
Espèce	<i>Holothuria (Roweothuria) poli</i> (Delle Chiaje, 1824) <i>Holothuria (Roweothuria) arguinensis</i> (Koehler & Vaney, 1906)
Sous-genre	<i>Platyperona</i> (Rowe, 1969)
Espèce	<i>Holothuria (Platyperona) sanctori</i> (Delle Chiaje, 1823)
Sous-genre	<i>Holothuria</i> (Linnaeus, 1767)
Espèce	<i>Holothuria (Holothuria) tubulosa</i> (Gmelin, 1791) <i>Holothuria (Holothuria) algeriensis</i> (Mezali, Thandar & Khodja, 2021)

2.4. Description morphologique

2.4.1. *Holothuria (Roweothuria) poli* (Delle Chiaje, 1824)

Le corps de cette espèce est cylindrique, mou, de couleur brun clair à brun foncé, dépassant parfois les 20 cm de longueur et de 3 à 5 cm de largeur. Le trivium est clairement séparé du bivium par un sillon. Ces pédicelles blanchâtres donnent un aspect tacheté de blanc au corps, particulièrement denses sur la face ventrale, souvent aussi sur la face dorsale mais non évidentes (Fig.I.3.a). Elle possède à l'extrémité de la face ventrale une bouche entourée d'une vingtaine de courts tentacules rétractiles se terminant en étoile et un orifice cloacal à l'autre bout sur fond bigarré de brun, de gris ou de clair. Souvent décrite comme noire, cette holothurie ne l'est vraiment que contractée, ce qui est le cas des spécimens collectés. La face dorsale est couverte de tubercules coniques, irréguliers, peu proéminents et surmontés de petites papilles blanches (Fig.I.3.b). Ses pieds ambulacraires, ou podia, eux-mêmes blancs et munis de ventouses, lui servent à se déplacer ou à repérer la nourriture, mais la locomotion se fait aussi par contraction de tout le corps. Cette espèce n'a pas de tube de Cuvier (Mezali *et al.*, 2021).



Figure I. 3. Morphologie externe d'*Holothuria (Roweothuria) poli*. a : face dorsale ; b : face ventrale (photo prise par B. Abdelaziz).

2.4.2. *Holothuria (Roweothuria) arguinensis* (Koehler & Vaney, 1906)

Forme de corps presque cylindrique de longueur 161 mm et de largeur 45 mm lorsqu'il est relaxé. Epaisseur de tégument 4 mm. Face dorsale (bivium) rond, petit roulement, les nodules/verrues sont coniques, dispersés, avec une petite papille allongée à chaque extrémité.

Face ventrale (trivium) arrondi à l'état contracté, recouvert de très nombreux pieds ambulacraires (podia) étroitement liés et disposés de manière irrégulière (Fig.I.4). Bouche en face ventrale, entourée de 20 tentacules, anus ventral, papille anale bien développée (5 groupes de 3 chacun à chaque marche). Couleurs vives allant du brun clair, rouge acajou au brun ou au noir, face ventrale généralement plus clair (marron clair) (Mezali *et al.*, 2021).



Figure I. 4. Morphologie externe d'*Holothuria (Roweothuria) arguinensis*. a : face dorsale ; b : face ventrale (photo prise par B. Abdelaziz).

2.4.3. *Holothuria (Platyperona) sanctori* (Delle Chiaje, 1823)

C'est un concombre de mer au corps bien cylindrique et allongé, mesurant jusqu'à 17 cm de long et de 5 cm de diamètre. Sa couleur de fond est marron foncé, mais en fonction du nombre très variable des anneaux ou aréoles blancs à jaunâtres cerclant à la base des papilles, certains individus pourront prendre une apparence plus ou moins claire. La face dorsale est recouverte, de façon régulière, de nombreux tubercules coniques relativement bien développés et de taille identique. Ils se terminent par une petite papille pointue et marron. La face ventrale est recouverte de très nombreux pieds ambulacraires (podia) (Fig.I.5.b) serrés les uns contre les autres. Des podia sont aussi présents sur toute la face dorsale. La bouche est entourée de 20 à 22 tentacules rétractiles. L'anus est terminal. *H. sanctori* peut rejeter des tubes de Cuvier par le cloaque en cas d'agression (Fig.I.5.c).



Figure I. 5. Morphologie externe d'*Holothuria (Platyperona) sanctori*. a : face dorsale ; b : face ventrale ; c : tube du cuvier (photo prise par B. Abdelaziz)

2.4.4. *Holothuria (Holothuria) tubulosa* (Gmelin, 1791)

Cette espèce est le représentant typique des Holothurides et est l'espèce la plus fréquente en Méditerranée occidentale. Son corps, allongé et cylindrique, mesure jusqu'à 20 cm de longueur. La largeur peut aller jusqu'à 6 cm quand elle est contractée. La paroi du corps est épaisse (environ 7 mm) et coriace. Le corps est de couleur vivante variant de brun clair, acajou rouge, à brun ou noir. La surface ventrale est généralement plus claire (brun clair). Il est couvert de grosses papilles très visibles, plus ou moins pointues, qui permettent d'identifier assez facilement cette espèce (Fig.I.6). Le bivium est arrondi, portant de petits tubercules/verrucosités coniques, dispersés, chacun se terminant par une petite papille allongée. Le trivium est arrondi à l'état contracté et comporte les pieds ambulacraires, serrés, sans disposition régulière qui lui permettent de se déplacer. Les papilles anales bien développées. La bouche et l'anus sont ventraux. La bouche est entourée par 20 tentacules. Les muscles longitudinaux sont d'environ 8-9 mm d'épaisseur. Les tubules cuviaux sont absents. Canaux de pierre 1-2. Les vésicules polaires sont nombreuses. Les ampoules tentaculaires sont d'environ 8 mm de long (Mezali *et al.*, 2021).



Figure I. 6. Morphologie externe d'*Holothuria (Holothuria) tubulosa*. a : face dorsale ; b : face ventrale (photo prise par B. Abdelaziz).

2.4.5. *Holothuria (Holothuria) algeriensis* (Mezali, Thandar & Khodja, 2021)

En forme généralement arquée dorsalement, peu aplatie ventralement. Longueur jusqu'à 284 mm, largeur jusqu'à 39 mm lorsqu'il est relaxé. Epaisseur de tégument (jusqu'à 4 mm) à l'état détendu, pieds ambulacraires (podia) irrégulièrement répartis sur la face ventrale. Verrucosités coniques de la face dorsale infimes ou absentes. Bouche ventrale, tentacules généralement au nombre de 20, anus terminal, papilles anales bien développées (5 séries de 4 chacune, dans chaque rayon). Coloration en direct de surface dorsale brune (Fig.I.7), face ventrale gris clair. (Mezali *et al.*, 2021).



Figure I. 7. Morphologie externe d'*Holothuria (Holothuria) algeriensis*. a : face ventrale ; b : face dorsale (photo prise par B. Abdelaziz)

2.5. Reproduction et répartition

Les concombres de mer sont des reproducteurs « à la volée », qui émettent des gamètes dans la colonne d'eau. La réussite de la reproduction dépend directement de la densité d'individus adultes pour assurer la présence de concentrations suffisantes de spermés et d'œufs avec lesquels ils peuvent entrer en contact. Les courants jouent un rôle important dans la reproduction en transport les gamètes ; toutefois, il n'existe pas d'informations montrant que les courants aquatiques peuvent, en soi, induire la reproduction. Les épisodes de reproduction de certaines espèces peuvent être en corrélation avec la température de la mer. Les espèces de concombre de mer peuvent avoir un cycle de reproduction annuel (Conand., 1993).

2.5.1. *Holothuria (Roweothuria) poli*

En algérie la ponte d'*H. poli* se produit en été et la récupération aura lieu fin de l'automne (Mezali *et al.*, 2021).

L'émission de gamètes dans l'eau s'effectue par redressement des individus sous forme « L ». Il semble exister, comme chez les autres échinodermes, une synchronisation d'émission des gamètes en pleine eau chez les mâles et les femelles. Ce synchronisme augmente les chances de fécondation dans le milieu extérieur. La larve vit une longue phase planctonique en pleine eau. Le premier stade larvaire caractéristique des holothuries est dit stade auricularia. Ensuite,

des métamorphoses successives vont donner des larves doliolaria (en forme de tonneaux), puis pentactula (apparition des tentacules) et enfin les adultes.

Elle est présente en Méditerranée et en atlantique proche (entre le golfe de Gascogne et les îles Canaries). *H. poli* est une espèce limnivore qui vit sur les fonds mixtes, sable et herbier, plutôt dans les eaux de surface et jusqu'à une vingtaine de mètres de profondeur (Quintin *et al.*, 2016).

2.5.2. *Holothuria (Roweothuria) arguinensis*

Cette espèce peut être retrouvée de la zone intertidale jusqu'à environ 52 m de profondeur, montrant un mouvement continu de jour et de nuit ; les individus de *H. arguinensis* peuvent parcourir de plus grandes distances que les autres espèces d'holothuries (8-10 m par jour) (Siegenthaler, 2015 ; Navarro *et al.*, 2014). Récemment, ce concombre de mer a également été identifié sur la côte méditerranéenne espagnole (Gonzalez *et al.*, 2012) et même en Algérie (Mezali *et al.*, 2014). L'abondance des individus de *Holothuria arguinensis* est significativement corrélée à la complexité de l'habitat (Navarro *et al.*, 2014).

2.5.3. *Holothuria (Platyperona) sanctori*

Les sexes sont séparés. L'émission des gamètes mâles et femelles se fait dans l'eau. L'orifice génital se trouve sur la partie antérieure des individus. On pense que c'est le contact avec les gamètes mâles qui conduirait les femelles à rejeter les leurs.

Cette holothurie à affinité méridionale est relativement fréquente dans l'infra et le circalittoral (5-30 m le plus souvent en Méditerranée, observation exceptionnelle à 337 m à Almeria en Espagne). On la découvrira en priorité dans les anfractuosités, les grottes et les creux des fonds détritiques et à proximité des posidonies sur les « tombants de matte » mais pas au sein de l'herbier ; *H. sanctori* fait partie des holothuries détritivores (limivores), elle se nourrit de fragments organiques qu'elle récupère en ingérant de grosses quantités de sédiments (Quintin *et al.*, 2016).

2.5.4. *Holothuria (Holothuria) tubulosa*

Elle se reproduit en été, en général au mois d'août. Les sexes sont séparés. L'émission des gamètes mâles et femelles se fait dans l'eau, les individus adoptant à cette occasion une posture dressée très caractéristique, l'orifice génital se trouvant sur la partie antérieure des individus. Cette position permet d'assurer une meilleure diffusion des gamètes. Certains

auteurs indiquent que la reproduction se déroulerait autour de la nouvelle lune (de deux jours avant à quatre jours après). L'émission de semence dure environ une demi-heure. On pense que c'est le contact avec les gamètes mâles qui conduirait les femelles à rejeter leurs gamètes.

Holothuria tubulosa vit sur les fonds sableux ou sur les fonds durs très riches en sédiments. On la rencontre fréquemment parmi les herbiers, dans lesquels vivent donc plutôt sur le sable. Cette espèce se nourrit de fragments organiques qu'elle récupère en ingérant de grosses quantités de sédiments (Quintin *et al.*, 2016).

2.5.5. Holothuria (Holothuria) algeriensis

Cette espèce est récemment séparée d'*H. tubulosa* (Mezali *et al.* 2021), elle a été considérée comme un morphotype de cette dernière et les travaux réalisés précédemment regroupent les deux espèces.

Chapitre II :

Matériels et méthodes

1. Zone d'étude : la côte de Mostaganem

1.1. Délimitation géographique

La partie Sud-occidentale de la Méditerranée compte entre autres les 1622 km de côtes algériennes. Ces dernières regroupent un éventail d'habitats et, grâce à la diversité biologique des espèces d'intérêt écologique et économique, elle est considérée parmi les plus élevées du bassin méditerranéen (Grimes *et al.*, 2004).

La côte algérienne s'étend de Ghazaouet ($35^{\circ} 11' 38''$ N $1^{\circ} 51' 37''$ O) jusqu'à El-Kala ($36^{\circ} 53' 44''$ N $8^{\circ} 26' 36''$ E). Elle se divise en trois grands secteurs : l'Est, le Centre et Ouest.

La présente étude a été effectuée dans la côte de Mostaganem (secteur Ouest), qui s'étend sur 124 Km environ, de l'embouchure de la Mactaa à l'ouest, au Cap Nagraoua à l'est : $35^{\circ} 55' 52''$ N, $0^{\circ} 05' 21''$ E (Fig.I.1), avec une profondeur de cette zone littorale n'excédant pas 3 Km et qui compte une superficie approximative de 300 Km² (soit 13% de la superficie totale de la wilaya de Mostaganem). La région « Est » est plus arrosée par rapport à la région « Ouest » (400 à 700 mm/An) sur les piémonts Nord du Dahra (D.E.M, 2011).

Son plateau sous-marin est très vaste, aussi bien en long qu'en large. Son relief sous-marin est formé de pentes douces avec des fonds sableux et argileux et par endroits isolés avec des fonds rocheux.

Les températures des couches superficielles de l'eau de mer de Mostaganem varient entre un minimum de 11.6 °C enregistrées en hiver (janvier) et un maximum de 24.7°C en été (Aout) (Gagneur *et al.*, 2001; Al-Asadi *et al.*, 2006; in Gorine, 2011).

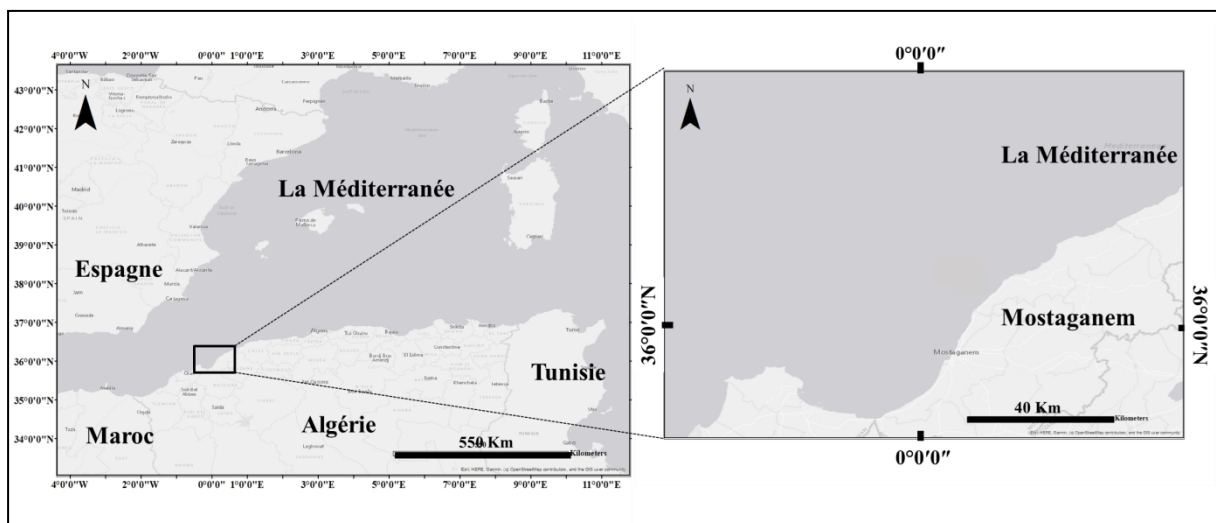


Figure II. 1. Localisation de la zone d'échantillonnage.

1.2. Sites d'échantillonnage

1.2.1. Stidia

Situé à une distance d'environ 20 Km au Sud-ouest de la ville de Mostaganem : 35° 49' N, 0° 01' O, Il est situé à environ 20 km au sud-ouest de la ville de Mostaganem : 35° 49' N, 0° 01' W, c'est une zone rocheuse, parfois sableuse séparée par plusieurs cours d'eau. Le site est situé au pied de la montagne et les quelques plages de sable qui y existent ont un littoral assez court, ne dépassant pas une quinzaine de mètres de large. Il est localisé entre deux les ports de Mostaganem et le terminal d'Arzew, ce qui constitue deux sources potentielles de pollution (Belbachir, 2012).

En générale, l'aspect sous-marin est principalement composé d'une alternance de substrat rocheux, de substrat graveleux et de substrat sableux. L'herbier de Posidonies de ce site se développent sur un substrat rocheux à partir d'une profondeur de -1,5 m. Ce dernier abrite la plupart des échinodermes.

1.2.2. La Crique - Salamandre

La Crique de la Salamandre est située au Sud-Ouest de la ville de Mostaganem : 35°54'35.85"N, 0° 3'15.02"E. La plage a la forme d'une petite anse. Elle est limitée en arrière par une falaise constituée par 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 droit, mitoyen du port de Mostaganem, et constitué de blocs de roches énormes. Ce site en termes de biodiversité est moins riche que les autres (Lakel *et al.*, 2019).

2. Echantillonnage

L'échantillonnage est l'un des problèmes les plus difficiles pour les scientifiques pour obtenir des paramètres biologiques (Daget, 1976). Dans la présente étude, il a été effectué par plongée en apnée et professionnel par des plongeurs, pendant le mois de mai 2022, à des profondeurs variant entre 0 et 12 mètres, par des prélèvements d'un lot de 1 à 11 individus, en fonction de leur abondance et de l'état de la mer, pour chacune des espèces suivantes : *Holothuria (Reweothuria) poli*, *Holothuria (Roweothuria) arguinensis*, *Holothuria (Platyperona) sanctori*, *Holothuria (Holothuria) tubulosa*, *Holothuria (Holothuria) algeriensis*.

Les données concernant les mois de février et juin 2022 ont été fournies par madame Zerroual.

Tableau II. 1. Nombre des effectifs échantillonnés par espèce *Holothuria*.

Mois	<i>H. poli</i>	<i>H. tubulosa</i>	<i>H. sanctori</i>	<i>H. arguinensis</i>	<i>H. algeriensis</i>
Février	0	0	0	1	7
Mars	Absence d'échantillonnage				
Avril	Absence d'échantillonnage				
Mai	11	5	2	8	2
Juin	4	0	0	2	1

3. Traitement au laboratoire

Le travail est déroulé au laboratoire de recherche de protection, valorisation des ressources littorales et systématique moléculaire de l'Université de Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem.

3.1. Mensurations

Au laboratoire, Les individus de chaque espèce (*H. poli*, *H. arguinensis*, *H. sanctori*, *H. tubulosa*, *H. algeriensis*) sont anesthésiés avec le Chlorure de Magnésium ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$) pendant 10 minutes (Mezali, 2008). Cette étape est faite pour faciliter la prise des mensurations des individus.

3.2. Dissection et manipulation

Les holothuries sont disséquées longitudinalement, de la bouche à l'anus. Les gonades sont prélevées délicatement, égouttées sur du papier buvard, pesées et conservées dans une solution éthanolique à 60% pour être étudiées ultérieurement.

4. Méthodes d'étude

4.1. Relation taille-poids (relation d'allométrie) :

La relation taille-poids est un paramètre qui permet de vérifier la croissance de la population de poisson. Elle a été établie en utilisant la formule suivante :

$$P_t = aL_t^b$$

Avec : P_t et L_t représentent respectivement le poids total (g) et la longueur totale relaxée (cm) de l'individu, a : est une constante fonction des unités utilisées, b : représente le coefficient d'allométrie.

L'obtention des coefficients a et b se fait par une courbe de tendance puissance où la progression de b déterminera le type de croissance, trois cas se présentent :

- $b = 3$ c'est-à-dire que la croissance est isométrique qui signifie que L_T et P_T sont proportionnels ;
- $b < 3$ c'est-à-dire qu'il y a une allométrie minorante, P_T croît moins vite que le cube de L_T ;
- $b > 3$ c'est-à-dire qu'il y a une allométrie majorante P_T croît plus vite que le cube de L_T .

4.2. Echelle de la maturité

Dans la présente étude, les stades de maturité sexuelle de l'étude macroscopique sont identifiés à l'aide de l'échelle présenté dans le tableau II.2 :

Tableau II. 2. Caractéristiques des tubules gonadiques (Abdel-Razek *et al.*, 2005).

Stade	Nom	Males	Femelles
I	Immature	Tubules plus courtes, plus fines, ramifiées et de couleur jaune-blanc. La longueur varie de 6,5 à 17 mm avec un diamètre de 0,4 à 0,6 mm,	Tubules fins, courts, ramifiés et de couleur jaune-blanc. Tubules longueur allant de 4 à 12 mm avec un diamètre de 0,2 à 1,0 mm.
II	Maturation	Tubules longs, fins, ramifiés et de couleur blanc crème, ramifiés et de couleur blanc crème. La longueur varie de 14,0 à 47,0 mm avec un diamètre de 0,4 à 1,2 mm.	ramifiées de couleur jaune. La longueur des tubules varie de 21 à 51 mm. avec un diamètre de 0,7 à 2,0 mm, présence des ovocytes sphériques opaques.
III	Mûr	paroi gonadique mince, peu de spermatocytes étaient présents le long de l'épithélium germinal	la paroi ovarienne d'une épaisseur minimale, dans l'épithélium germinal, des ovocytes pourraient être présents et continuer leur développement
IV	épuisé	tubules engendrés minces et ridés avec des espaces vides, une colonne spermatogène plus épaisse séparée de la colonne centrale.	Une diminution remarquable de l'abondance des ovocytes dans les tubules a été observée. Certains ovocytes ont été observés dans l'épithélium Germinal

Dans cette étude, les stades de maturité sexuelle de l'étude microscopique sont identifiés à l'aide de l'échelle présentée dans le tableau II.3 :

Tableau II.3. Caractéristiques des tubules gonadiques (Eliana *et al.*, 2022).

Stade	Nom	Males	Femelles
I	Immature	l'épaississement de l'extérieur et l'intérieur d'épithélium de la paroi gonadique. L'épithélium germinale présentait de nombreux plis qui ont augmenté la surface pour la spermatogenèse et les spermatozoïdes primaires.	l'épaisseur maximale de la paroi ovarienne. De petits ovocytes en développement disposés en une seule couche ont été observés dans l'épithélium germinale.
II	Maturation	le rétrécissement de la paroi des gonades, et les plis de l'épithélium ont commencé à se redresser, des colonnes de spermatozoïdes se sont étendues vers la lumière et les spermatozoïdes ont commencé à la remplir.	la paroi ovarienne encore épaisse, mais, avec le temps, elle a commencé à se rétrécir. L'épithélium germinale avait des ovocytes à différents stades de développement.
III	Mûr	paroi gonadique mince, peu de spermatozoïdes étaient présents le long de l'épithélium germinale	la paroi ovarienne d'une épaisseur minimale, dans l'épithélium germinale, des ovocytes pourraient être présents et continuer leur développement
IV	épuisé	tubules engendrés minces et ridés avec des espaces vides, une colonne spermatogène plus épaisse séparée de la colonne centrale.	Une diminution remarquable de l'abondance des ovocytes dans les tubules a été observée. Certains ovocytes ont été observés dans l'épithélium germinale.

4.3. Le rapport gonado-somatique : RGS

C'est le rapport entre le poids des gonades et le poids total du corps du poisson, exprimé en pourcentage. Bougis, est le premier à avoir utilisé le rapport gonado-somatique en 1952. Il le définissait comme étant le rapport du poids de la gonade p sur celui du poids total de l'animal P exprimé en pourcentage.

$$\text{R.G.S} = (p/P) * 100$$

P : Masse des gonades (g). P : Masse totale de l'animal (g).

4.4. Sex-ratio

Il est considéré comme étant un bon coefficient de maturité des poissons (Lahaye, 1980). C'est un indice représentant l'abondance d'un sexe par rapport à l'autre dans une population d'une espèce donnée, il est l'un des paramètres qui contribuent au maintien dans une certaine limite, de la capacité reproductrice de l'espèce ; il s'exprime sous différentes formes :

- Pourcentage de femelle ou taux de féminité.
- Pourcentage de mâle ou taux de masculinité.
- Rapport du nombre de mâle ou nombre de femelle.
- Nombre de mâle pour 100 femelles.

$$\text{Taux de féminité} = \frac{\text{effectif des femelles}}{\text{effectif des femelles} + \text{effectif des mâles}} * 100$$

Ou :

$$\text{Taux de masculinité} = \frac{\text{effectif des mâles}}{\text{effectif des femelles} + \text{effectif des mâles}} * 100$$

L'intervalle de confiance au risque de 5% est calculé à partir de la formule suivante (Schwartz, 1983).

$$\text{IC} = \pm \frac{1.96 \sqrt{pq}}{n}$$

p : Pourcentage des femelles dans la population étudiées.

q : Pourcentage des mâles.

n : nombre total des mâles et des femelles.

4.5. Diamètre ovocytaire

La mesure du diamètre ovocytaire permet de déterminer le type reproducteur pour nos espèces, pour savoir si la ponte se produit une fois ou bien il existe des pontes successives au cours d'un même cycle sexuel. (Itchir *et al.*, 2018).

Afin de déterminer de quel type de reproducteurs sont les espèces étudiées, connaître le processus de maturation des gonades et estimer la taille des ovocytes susceptibles d'être pondus dans l'année, des ovocytes appartenant à une femelle mature (stades II, III et IV) de chaque espèce, et n'ayant subi aucun traitement de conservation, sont étalés sur une lame de

verre. Le diamètre ovocytaire a été mesuré à l'aide d'un microscope optique Optika à caméra intégré et un logiciel d'analyse d'images ImageJ. Chaque grossissement utilisé (grossissements X4, X10 et X40) est calibré avec une lame micrométrique (Fig.II.2.).



Figure II. 2. Détermination du diamètre ovocytaire grâce au Microscope optique Optika à caméra intégré.

4.6. Fécondité absolue

La fécondité absolue correspond au nombre d'ovocytes matures contenus dans l'ovaire d'une femelle à la veille de la ponte (Kartas *et al.*, 1984). Plusieurs méthodes de comptage par sous-échantillonnage sont proposées par (Aboussouan *et al.*, 1979) : échantillonnage par surface, gravimétrique et volumétrique. Le comptage des ovocytes est réalisé par la méthode d'échantillonnage gravimétrique.

Les ovaires ont été conservés dans une solution de conservation et de dissociation de Gilson modifiée par Simpson (1959) : 880 ml eau distillée ; 100 ml alcool 60% ; 15 ml acide nitrique 80% ; 18 ml acide acétique glacial ; 20 g chlorure de mercure), ceci afin de dilacérer les ovaires pour en faciliter la séparation des ovocytes.

Pour les espèces reproductrices partielles, nous devons d'abord déterminer le diamètre des ovocytes de réserve (cohorte d'ovocytes susceptibles d'être matures seulement l'année suivante). Pour une estimation plus précise de la fécondité correspondant aux ovocytes participant à la ponte de l'année. Les ovocytes placés dans un papier absorbant, pesées (Pg) (Zerroual, 2018). On pèse le plus petit poids possible des ovocytes noté Pi pour l'essai i. On

compte le nombre d'ovocytes contenus dans ce fragment N_i , on fait l'opération 3 fois pour chaque femelle (Zerroual, 2018). Pour chaque essai on calcule la fécondité par l'opération suivante :

$$F_i = N_{ovocytes} = \frac{N_i \times P_g}{P_i}$$

Avec : F c'est la fécondité absolue d'une femelle (le nombre d'œufs pondus pendant une année), N_i : le nombre des ovocytes contenues dans le poids P_i , P_g : poids initial total des ovocytes contenus dans l'ovaire.

Pour chaque femelle, on calcule la fécondité moyenne entre les trois essais de chaque femelle. Sur l'ensemble des femelles étudiées, nous retenons la plus grande valeur de la fécondité, il s'agit alors de la « fécondité maximale » annuelle.

Chapitre III :

Résultats et

discussions

III.1. Relation taille-poids

Nous donnons ci-dessous (Tab.III.1), les valeurs estimées des coefficients a et b (pour les longueurs en cm et des poids en grammes).

La valeur du coefficient de corrélation (R^2) est proche de 1 pour *H. arguinensis*, ce qui traduit une bonne corrélation entre les deux variables. Contrairement aux autres, la valeur est proche de 0, ce qui montre une faible corrélation.

Pour toutes les espèces étudiées *H. poli*, *H.tubulosa*, *H. arguinensis*, *H.algeriensis* le constant b est inférieure de 3 ($b \leq 3$) donc indique que ils ont une croissance dite allométrique négative.

Les coefficients de détermination (R^2) reliant le poids total (g) et la largeur (cm),

Tableau III. 1. Les coefficients de la relation taille-poids des espèces étudiées.

Espèces	A	b	R ²
<i>H. poli</i>	420,08	-0,786	0,0432
<i>H. arguinensis</i>	1,4837	1,4803	0,8994
<i>H. sanctori</i>		Effectifs insuffisant	
<i>H. tubulosa</i>	0,7603	1,6387	0,3505
<i>H. algeriensis</i>	449,72	-0,466	0,0638

a et b : constants. R^2 : coefficient de corrélation.

III.2. Echelle de la maturité

Nous avons suivis l'échelle de maturité disposé par (Abdel-Razek *et al.*, 2005) pour identifier les stades de maturité pour l'étude macroscopique, et l'échelle de (Eliana *et al.*, 2022) pour l'observation microscopique chez les espèces étudiés.

III.2.1. Etude macroscopique

Il est important de définir les différents types de gonades observées pour identifier les stades de maturité sexuelle, avant d'entreprendre l'étude microscopique, nous avons fait un examen macroscopique des gonades, en prenant en considération la forme, le volume, la couleur et la longueur des tubules gonadiques.

III.2.1.1. *Holothuria poli*

Un seul stade chez les gonades mâles est présenté dans (Figure III.1.), et 5 stades chez les gonades femelles (Figure III.2.).

III.2.1.1.1. Stades de maturité chez les mâles :

Stade I (immature) : les tubules sont courts, fins, d'une couleur jaune-blanc, ramifiés, de longueurs entre 2,184 mm et 13,892 mm, et de diamètres entre 1,944 mm et 4,060 mm (Fig.III.1.A.B).

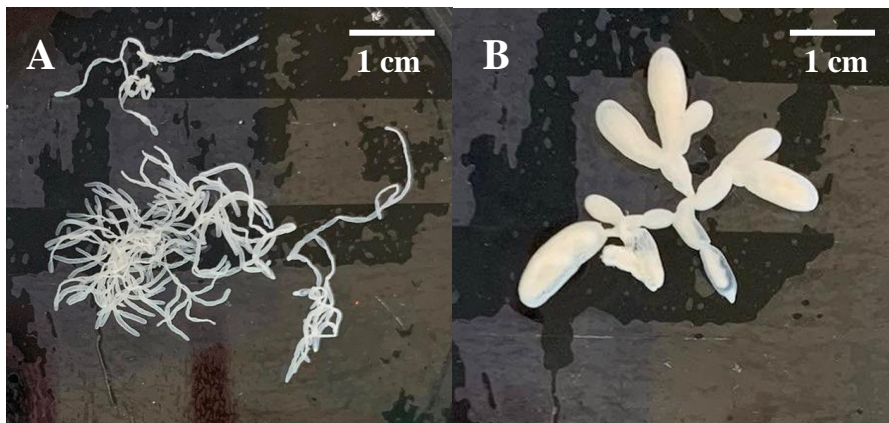


Figure III. 1. Caractéristiques macroscopiques des gonades mâles *H. poli*.

III.2.1.1.2. Stades de maturité chez les femelles

Stade I (immature) : des tubules courts, fins, d'une couleur blanc-jaunâtre, longueurs entre 1,492 mm et 13,077 mm et diamètres entre 0,791 mm et 3,713 mm. (Fig.III.2.A.B).

Stade III (mûr) : des tubules plus longs fins, ramifiés, d'une couleur orangé (Fig.III.2.D), longueurs entre 6,830 mm et 16,532 mm et les diamètres entre 0,667 mm et 1,576 mm.

Stade III (mûr) : des tubules longs, épais, occupe presque toute la cavité interne de l'individu, de couleur rougeâtre, longueurs entre 4,554 mm et 19,670 mm et diamètres entre 2,435 mm et 4,669 mm (Fig.III.2.C).

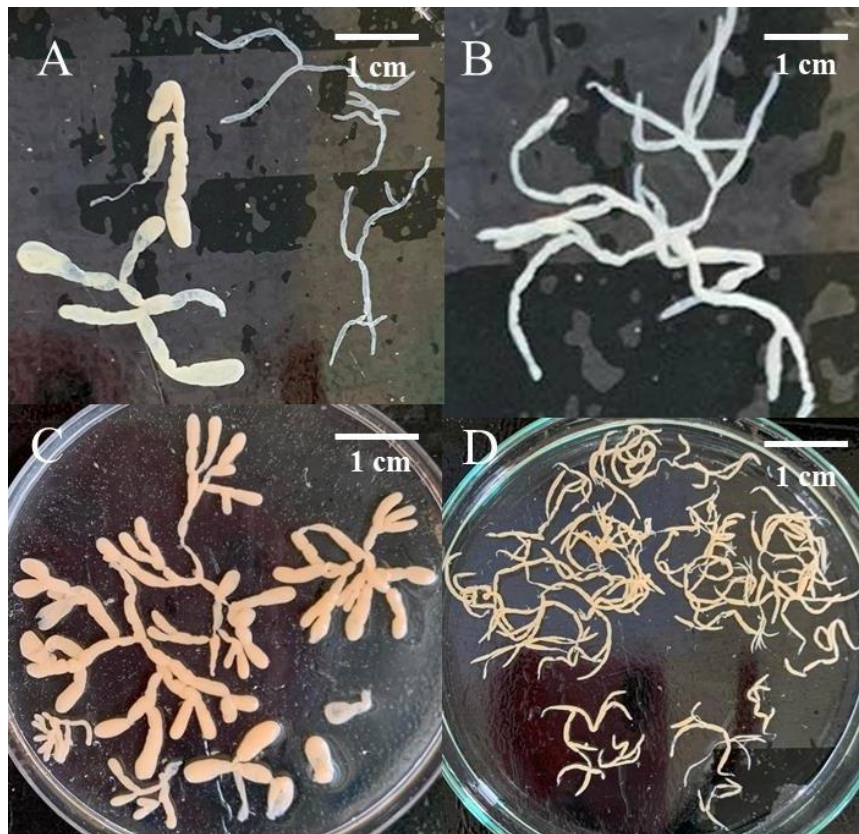


Figure III. 2. Caractéristiques macroscopiques des gonades femelles *H. poli*.

III.2.1.2. *Holothuria arguinensis*

Un stade maturité est identifié chez les gonades femelles d'*H. arguinensis* (Fig.III.3).

Stade III (maturité) : à ce stade les gonades prennent beaucoup de volume à l'intérieure de cavité d'individu, les tubules sont très longs, épais, ramifiés, d'une couleur orangé (Fig.III.3), de longueurs comprise entre 8,687 mm et 40,588 mm et de diamètres de 1,356 mm à 1,970 mm.



Figure III. 3. Caractéristiques macroscopiques des gonades femelles *H. arguensis*.

III.2.1.3. *Holothuria sanctori*

Nous avons déterminé chez *H. sanctori* un seul stade de maturité chez les gonades femelles (Fig.III.4).

Stade III (maturité) : des tubules plus longs, épais, ramifiés, d'une couleur orangé (Fig.III.4), longueurs entre 6,126 mm et 23,643 mm et les diamètres sont de 0,971 mm à 1,761 mm.



Figure III. 4. Caractéristiques macroscopiques des gonades femelles *H. sanctori*.

III.2.1.4. *Holothuria tubulosa*

Pour le cas de *H. tubulosa*, nous avons pu identifier un seul stade de maturité chez les gonades mâles et deux stades chez les gonades femelles.

III.2.1.4.1. Stades de maturité chez les mâles

Stade II (maturation) : des tubules courts, fins de couleur blanc-crème, très ramifiés, longueurs de tubule entre 4,857 mm et 14,953 mm, les diamètres sont entre 0,985 mm et 1,507 mm. (Fig.III.5).



Figure III. 5. Caractéristiques macroscopiques des gonades mâles *H. tubulosa*.

III.2.1.4.2. Stades de maturité chez les femelles

Stade I (immature) : des tubules fins, courts, peu ramifiés de couleur jaune-blanc-jaune (Fig.III.6.A), d'une longueur de 1,908 mm à 6,435 mm, diamètre de 0,602mm à 1,143 mm.

Stade IV (épuisé) : des tubules longs, peu épais, ramifiés, et certains plus mou, leur couleur rose-jaunâtre au comme représenté dans le chapitre III (Fig.III.6.B) une longueur de 4,207 mm à 15,808 mm, diamètre de 1,416 mm à 3,556 mm.



Figure III. 6. Caractéristiques macroscopiques des gonades femelles *H. tubulosa*.

III.2.1.5. Holothuria algeriensis

Deux stades de maturité sexuelle sont déterminés chez *H. algeriensis*, un stade chez les gonades femelles (Fig.III.8) et un stade des gonades mâles (Figure III.7).

III.2.1.5.1. Stades de maturité chez les mâles

Stade I (immature) : caractérisé par des tubules fins, très courts, ramifiés de couleur blanc-jaune, longueurs allant de 1,203 mm à 4,572 mm et des diamètres de 0,563mm à 0,901 mm.



Figure III. 7. Caractéristiques macroscopiques des gonades mâles *H. algeriensis*.

III.2.1.5.2. Stades de maturité chez les femelles

Stade I (immature) : des tubules fins, très courts, ramifiés de couleur blanc-jaune, longueurs allant de 1,203 mm à 4,572 mm et des diamètres de 0,362 mm à 1,482 mm. (Figure III.8.A).



Figure III. 8. Caractéristiques macroscopiques des gonades femelles *H. algeriensis*.

III.2.2. L'étude microscopique

L'objectif de cette étude est de confirmer le sexe des individus et de distinguer les différenciations structurales des différents stades de maturité sexuelle chez les espèces étudiées. L'observation microscopique des espèces est présentée comme suit :

III.2.2.1. *Holothuria poli*

Un seul stade de maturité sexuelle est déterminé chez les gonades mâles de *H. poli* et 4 stades chez les gonades femelles.

III.2.2.1.1. Stades de maturité chez les mâles

Stade I (immature) : les gonades sont caractérisés par le rétrécissement de la paroi des gonades (Figure III.9.A) ainsi que dans la figure (III.9.B) nous remarquons clairement des points qui apparaissent intenses et en abondance.

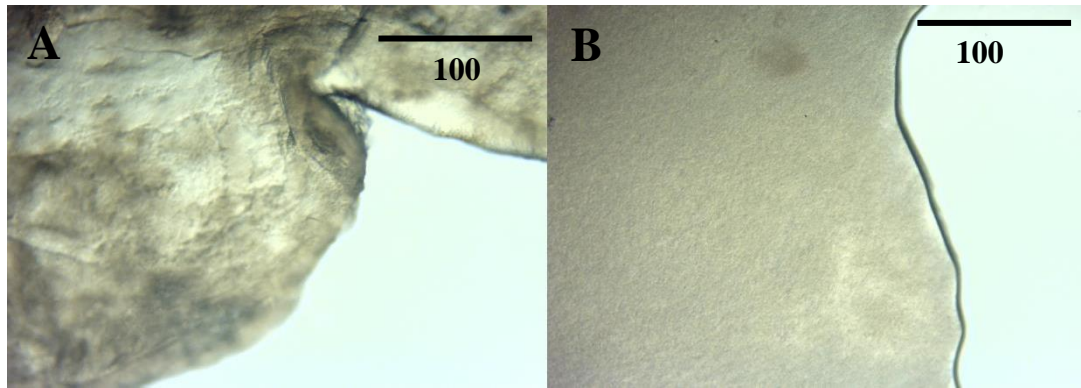


Figure III. 9. Description microscopique des gonades mâles de *H. poli*.

III.2.2.1.2. Stades de maturité chez les femelles

Stade I (immature) : Apparition des œufs avec une petite taille, ainsi que certains ovocytes contiennent des noyaux (Fig.III.10.A.B).

Stade III (mûr) : Des ovocytes sphériques ont été observés, contiennent des noyaux (Fig.III.10.D).

Stade III (mûr) : Apparition des noyaux, les ovocytes sphériques sont de différentes tailles (Fig.III.10.C).

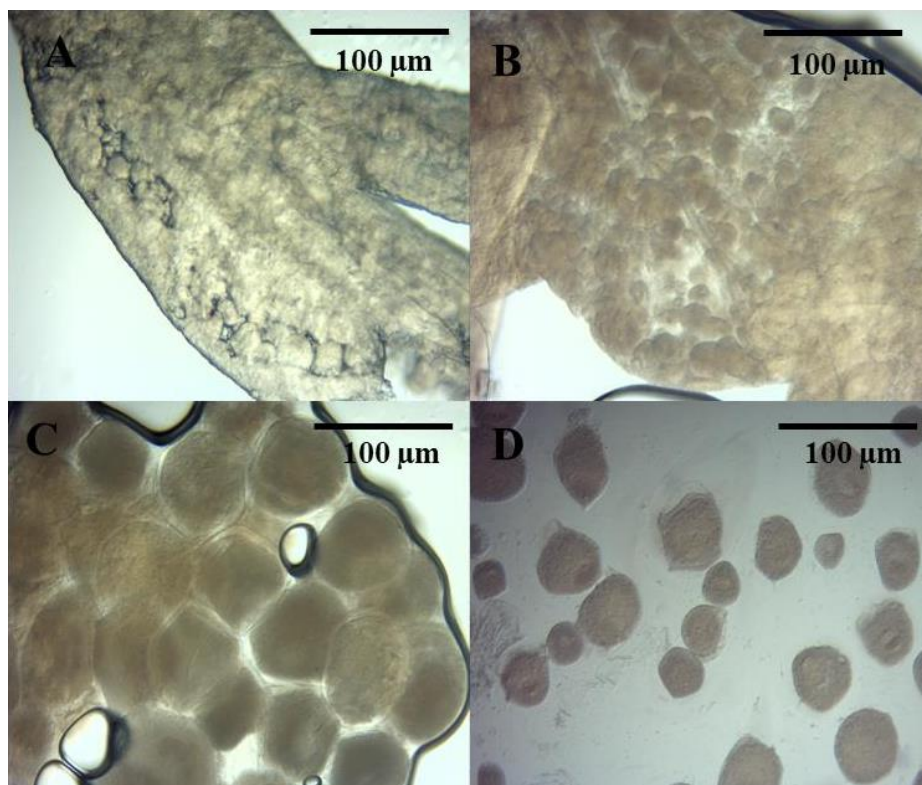


Figure III. 10. Description microscopique des gonades femelles de *H. poli*.

III.2.2.2. *Holothuria arguinensis*

Un stade maturité est identifié chez les gonades femelles d'*H. arguinensis* (Fig.III.11).

Stade III (mûr) : les œufs sont diagnostiqués de différente taille, les ovocytes sont sphériques et opaques, la présence des noyaux est en abondance.

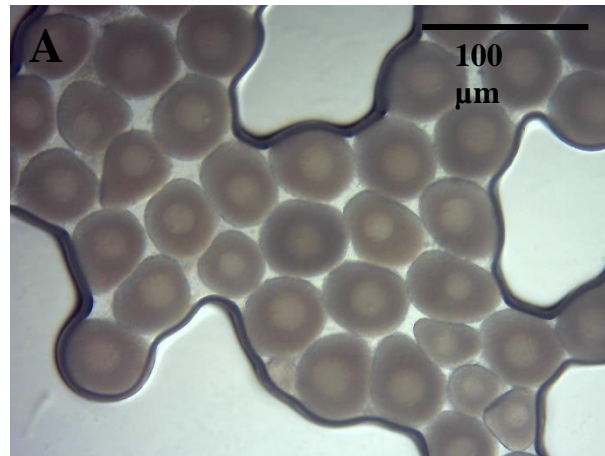


Figure III. 11. Description microscopique des gonades femelles de *H. arguinensis*.

III.2.2.3. *Holothuria sanctori*

Nous avons déterminé chez *H. sanctori* un seul stade de maturité chez les gonades femelles (Fig.III.12).

Stade III (mûr) : des ovocytes sphériques opaques bien nets ont été observés, les noyaux sont bien visibles (Fig.III.12).

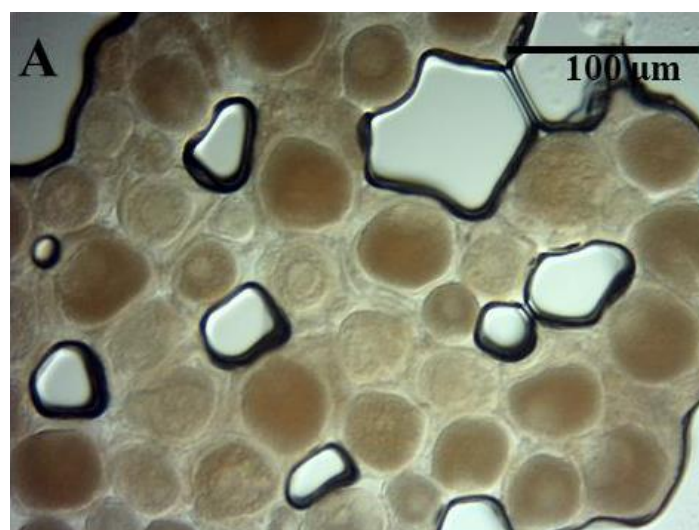


Figure III. 12. Description microscopique des gonades femelles de *H. sanctori*.

III.2.2.4. *Holothuria tubulosa*

Deux stades de maturité sexuelle sont déterminés chez *H. tubulosa*, un stade chez les gonades femelles (Fig.III.13) et un stade des gonades mâles (Fig.III.14).

III.2.2.4.1. Stades de maturité chez les mâles

Stade I (immature) : nous observons dans la figure (III.13) que les tubules sont remplis de spermatozoïdes denses.

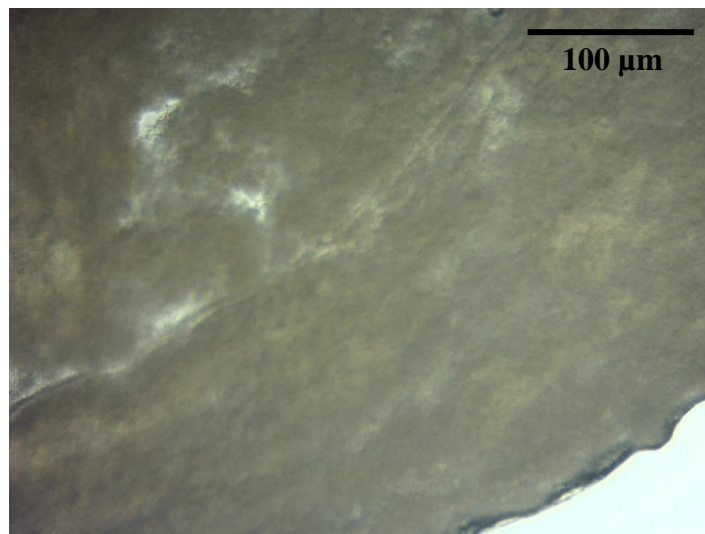


Figure III. 13. Description microscopique des gonades mâles de *H. tubulosa*.

III.2.2.4.2. Stades de maturité chez les femelles

Stade I (immature) : nous observons des œufs avec des petites tailles, les noyaux sont légèrement présents (Fig.III.14.A).

Stade IV (épuisé) : quelques ovocytes sont restés de différentes tailles (Fig.III.14.B)

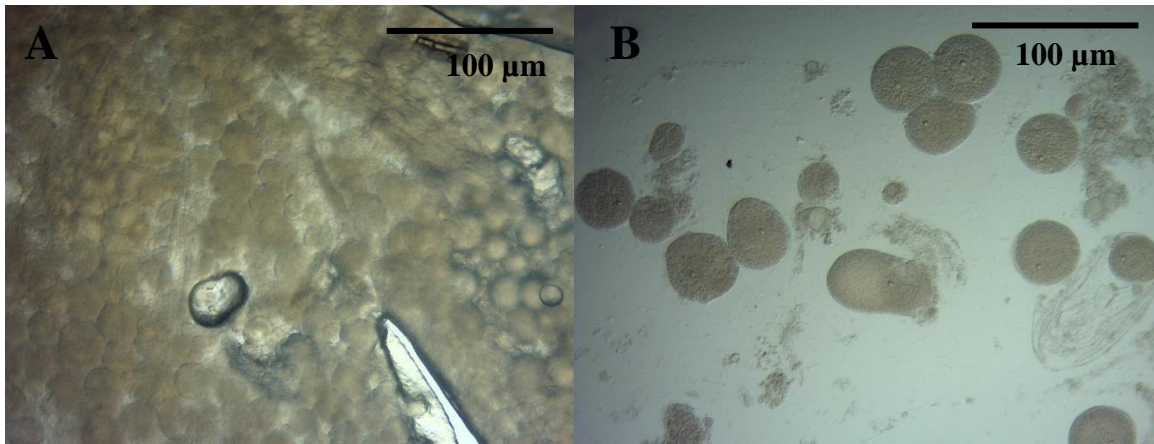


Figure III. 14. Description microscopique des gonades femelles de *H.tubulosa*. A : stade I (immature) ; B : stade IV (épuisé).

III.2.2.5. *Holothuria algeriensis*

Deux stades de maturité sexuelle sont déterminés chez *H. algeriensis*, un stade chez les gonades femelles (Fig.III.15) et un stade des gonades mâles (Fig.III.16).

III.2.2.5.1. Stades de maturité chez les mâles

Stade I (immature) : nous observons dans la figure (III.15) la présence d'une paroi gonadique mince avec les spermatozoïdes dans les tubules.

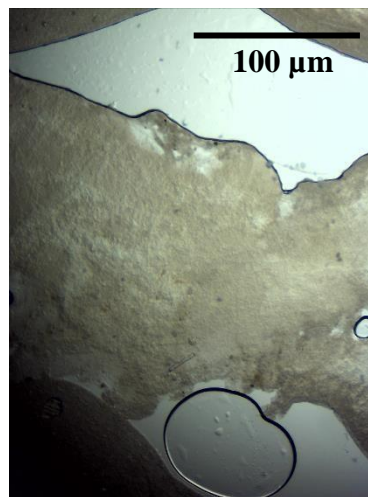


Figure III. 15. Description microscopique des gonades mâles de *H. algeriensis*.

III.2.2.5.2. Stades de maturité chez les femelles

Stade I (immature) : apparition des œufs en différentes tailles, les noyaux ne sont pas visibles (Fig.III.16).

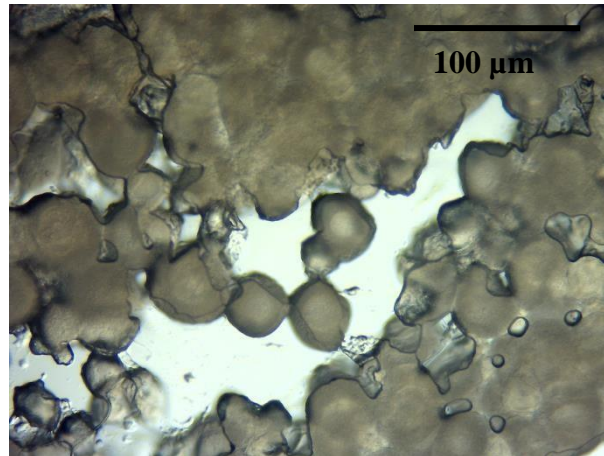


Figure III. 16. Description microscopique des gonades femelles de *H. algeriensis*.

III.3. Le rapport gonado-somatique : RGS

Le tableau suivant (tableau III.2.) représente le rapport gonado-somatique chez les mâles (RGS_M) et les femelles (RGS_F) des espèces étudiées.

Tableau III. 2. RGS moyen chez les mâles et femelles des espèces *Holothuria* étudiées.

Espèces	RGS _m (%)	RGS _F (%)	RGS _m T (%)	Mois
<i>H.poli</i>	1,82	1,172	1,06	Mai-Juin
<i>H.tubulosaa</i>	0,52	1,4	1,1	Mai
<i>H.sanctori</i>	/	2,03	2,03	Mai
<i>H.arguinensis</i>	/	1,33	1,33	Février-Mai-Juin
<i>H.algeriensis</i>	0,33	0,31	0,33	Février-Mai-Juin

RGS_m: rapport gonado-somatique moyen des mâles, RGS_F : rapport gonado-somatique moyen des femelles, RGS_m T : rapport gonado-somatique moyen des individus totaux.

Le RGS moyen des mâles de *H. poli* est à sa valeur maximale entre mai et Juin qui est de 1.82%. Le RGS_F d'*H. tubulosa* est à sa valeur minimale de 1.4 % en Mai. Puis *H. arguinensis* de valeur de 1.33 % en Février, Mai et Juin, après *H. poli* d'une valeur de 1.172 % en Mai et Juin, enfin pour une valeur minimale de 0.31 % de l'espèce *H. algeriensis*.

LE RGS moyen totale représente sa maximale valeur de *H. tubulosa* de valeur de 1.4% en mai, puis après vient 1.09% pour *H. poli*, et à la fin d'une valeur minimale de 0.16% pour *H. algeriensis*, On ne prend pas considération *H. sanctori* à cause de manque d'individus pour faire le RGS_m.

Le RGS moyen total des individus exprime une valeur maximale de 1.1 % pour *H. tubulosa*, 1.06 % pour *H. poli*, puis à la fin pour *H. algeriensis* d'une valeur de 0.33%.

III.4. Sex-ratio

Les résultats obtenus sont mentionné dans le tableau suivant :

Tableau III. 3. Les résultats de Sex-ratio de chaque espèce d'holothurie étudiée.

Espèce	N _T	N _F	N _M	N _I	Taux de féminité	Taux de Masculinité
<i>H. poli</i>	15	10	3	2	76,92	23.08
<i>H. arguinensis</i>	11	3	0	8	/	/
<i>H. sanctori</i>	2	1	0	1	/	/
<i>H. tubulosa</i>	5	2	1	2	66,67	33.33
<i>H. algeriensis</i>	10	3	7	0	30	70

N_T : Nombre total. N_F : Nombre de femelle. N_M : Nombre de mâle. N_I : Nombre d'indéfinie

Pour *H. poli*, *H. tubulosa* et *H. algériensis* le nombre femelles est presque le triple du nombre des mâles, ce qui signifie une dominance des femelles dans cet échantillon.

Concernant les deux espèces restantes le nombre des individus est insuffisant pour calculer le sex-ratio.

III.5. Diamètre ovocytaire

La distribution des fréquences de diamètre ovocytaire est multimodale c'est-à-dire elle représente plusieurs pontes (Fig.III.17.A, B, C), cette étude a porté sur 2741 œufs (*H. poli*), 1234 œufs (*H. tubulosa*), 2806 œufs (*H. sanctori*), 3112 œufs (*H. arguinensis*). Les figures suivantes montrent 4 groupes d'ovocytes, chaque groupe avec un mode séparé qui représente une phase différente quel que soit le stade de la maturité des gonades étudiées.

Le premier groupe de l'espèce *H. poli* (Fig.III.17.A) montre des lots des ovocytes qui sont bien distincts, le premier lot d'ovocyte présente les œufs de réserve. Le nombre supérieure des œufs de ponte de cette espèce est de 258 œufs \pm 230 μ m après vient la deuxième ponte de 240 œufs \pm 228 μ m, après la troisième de 198 œufs \pm 190 μ m.

Le deuxième groupe de l'espèce *H. tubulosa* (Figure III.16.B) présente 4 lots d'ovocytes qui ont fait la ponte, les lots sont de valeur de 42 œufs \pm 23 μ m, 101 œufs \pm 73 μ m, 86 œufs \pm 83 μ m, puis 80 œufs \pm 66 μ m respectivement.

Le troisième groupe de l'espèce de *H. sanctori* représenté dans la figure (III.16.C) montre 2 pontes des œufs, 322 \pm 297 μ m et 313 \pm 298 μ m.

Le dernier lot de *H. arguinensis* nous voyons qu'il y a une augmentation graduelle de nombre des œufs, la figure (III.16.D) montre 1 lot des œufs extrême, alors il y a une seule ponte $646 \pm 554 \mu\text{m}$.

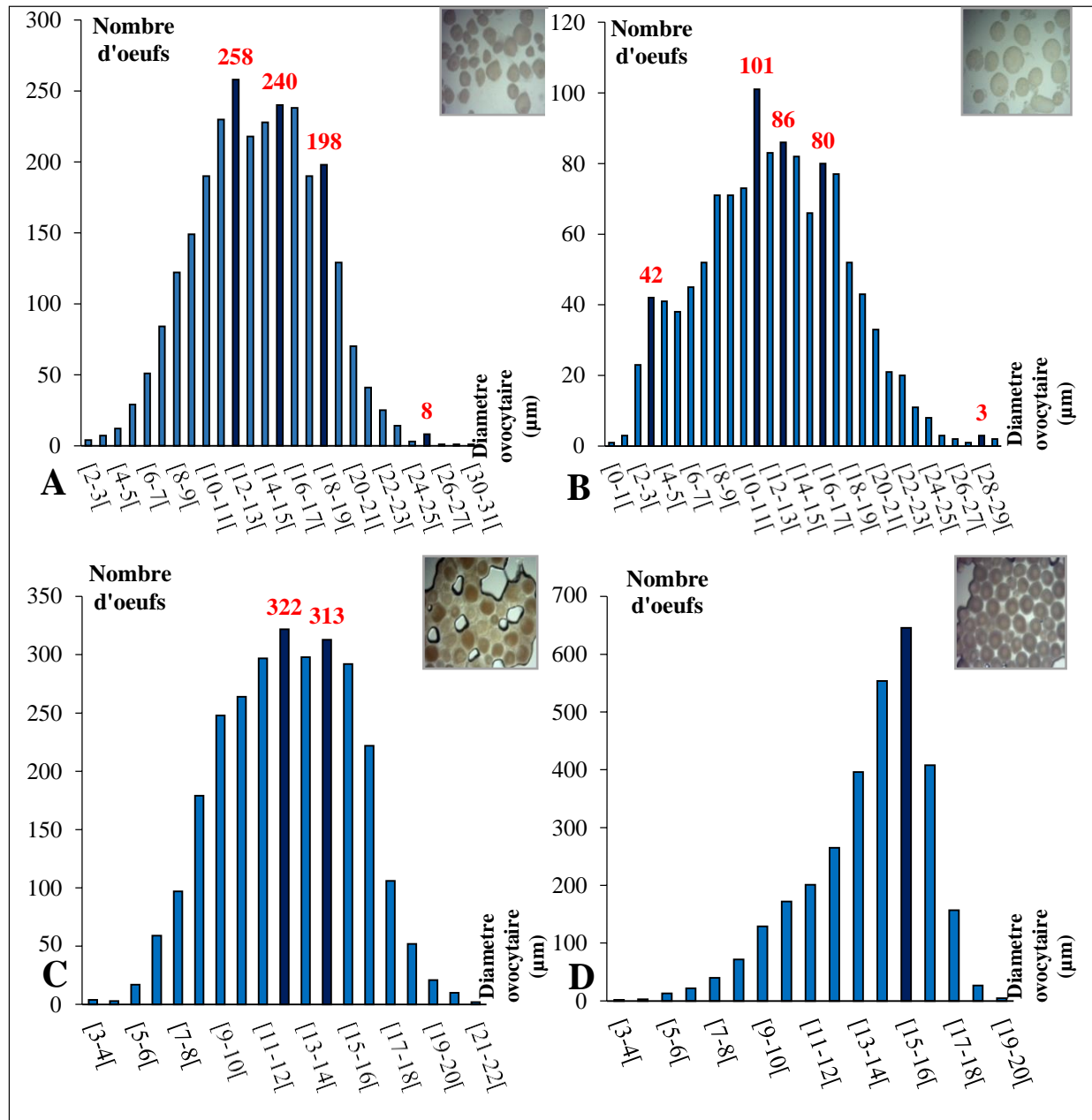


Figure III. 17. Histogramme des fréquences de diamètre ovocytaire chez *H. poli*, *H. tubulosa*, *H. sanctori*, *H. arguinensis*.

III.6. Fécondité absolue

L'échantillonnage s'est fait entre Février, Mai et Juin, l'ensemble des femelles des échantillons est entre le stade II (croissance), stade III (pleins maturation), stade IV (mûr). Pour les tailles de *H. poli* allant de 11.4 cm à 19 cm, un poids de 38.6 g à 157.287 g, et des gonades pesant entre 0.024 g à 2.63 g, les valeurs extrêmes de taux de fécondité absolue individuelle considérés de *H. poli* sont de 1493 à 2058 ovocytes, les tailles de *H. tubulosa* 13.3 cm à 22 cm, poids de 52.434 g à 185.887 g, et des gonades allant de 0.334 g à 4.048 g, les valeurs extrêmes de la fécondité absolue individuelle estimés de *H. tubulosa* sont de 359 à 467 ovocytes. Pour *H. sanctori*, nous avons pu trouver 2 individus l'un est indéterminé, et l'autre une femelle d'une taille de 15.2 cm, poids de 90.96 g, et des gonades pesant 1.847 g, les valeurs extrêmes de taux de fécondité absolue individuelle trouvés sont de 916 à 1478 ovocytes. Et enfin chez les femelles de *H. arguinensis*, nous avons pu identifier les tailles allant de 23 cm à 36 cm, poids de 252.2 g à 280 g, les valeurs extrêmes de taux de fécondité absolue individuelle considérés de 640 à 864 ovocytes. Le nombre moyen d'ovocytes émis par femelle pour la première espèce est de 1685 ovocytes, chez la seconde espèce est de 323 ovocytes, pour la troisième espèce nous avons trouvés est de 1249 ovocytes, et 775 ovocytes pour la dernière espèce.

III.7. Discussion

Malgré l'importance économique que représentent les espèces étudiées, les études d'évaluation de leurs stocks restent rares voir absentes en Algérie. Dans la présente partie, nous avons fait des comparaisons entre des études faites déjà réalisées dans d'autres régions de la mer méditerranée.

Au premier lieu nous avons commencés par la comparaison de la fécondité absolue moyenne de notre étude avec la fécondité moyenne de différentes études présentés dans le tableau III.4.

Tableau III. 4. Comparaison entre la fécondité absolue moyenne des espèces d'holothuries étudiées avec d'autres espèces de la région méditerranéenne.

Espèce	F _{a m}	Fécondité (Min-Max)	Région	Références
<i>H. poli</i>	450657,99	15000-1760000	Rome (Italie)	(Rakaj <i>et al.</i> , 2019)
<i>H. tubulosa</i>	196159,8	1.410.000-3.480.000	Rome (Italie)	(Rakaj <i>et al.</i> , 2017)
<i>H. arguinensis</i>	2165332,2	420.000-5.090.000	Faro (Portugal)	(Marquet <i>et al.</i> , 2017)
<i>H. sanctori</i>	183190,52	/	/	Présente étude

F_{a m} : Fécondité absolue (la moyenne).

La fécondité moyenne de *H. poli* est de (450657.99 œufs) (n=1), s'est au contraire révélé, nettement inférieur à celui observé dans l'étude qui a été faite à Rome de (Rakaj *et al.*, 2019) (15000-1760000) (n=34). La méthode utilisée et la période dans les deux études sont pas la même, parce que nous avons fait juste 3 prélèvements d'une seule gonade mature avec une période de Mai-Juin. Par contre ils ont fait l'échantillonnage dans la période estivale, (Juillet-Septembre), et travaillé sur une méthode artificielle intéressante par laisser 34 femelles dans l'eau jusqu'à ses œufs libère, puis ils prennent 5 échantillons de 1 ml pour faire l'estimation du nombre des œufs libérés, (Rakaj *et al.*, 2019). C'est pourquoi ils ont trouvé un grand nombre de ce que nous avons trouvé, peut-être la période de leurs étude c'était la ponte, et à partir de là nous concluons que cette espèce peut pondre un nombre important des œufs.

La fécondité moyenne de *H. tubulosa* de notre travail est de valeur (196159.8 œufs) (n=1), et de l'étude de (Rakaj *et al.*, 2017) est supérieure d'une moyenne de 3.48, 1.41 million d'œufs ; (n=12). Premièrement, les deux études ont été étudiées sur deux années et deux périodes différentes, notre étude entre Mai-Juin 2022 et l'autre entre Juillet-Octobre 2014-2015. En deuxième lieu le nombre de femelle utilisé est pas le même, autrement nous n'avons pas travaillé sur la même méthode comme nous l'avons mentionné précédemment dans *H. poli*, ils ont fait une fécondation artificielle par suite ils ont compté les œufs libéré dans l'eau, peut-être la période de ponte de *H. tubulosa* est entre Juillet-Octobre, ce que signifie que cette espèce peut pondre plus.

Dans le cas de *H. sanctori*, nous avons fait le comptage de 3 prélèvements et la moyenne est présentée comme ceci (183190,52 œufs) (n=1). Nous n'avons pas trouvé une référence pour y comparer avec notre présente étude, donc nous le laisserons en suggestion pour les prochaines études sur cet espèce et sur ce thème précisément, notamment parce que les études à ce sujet sont quasi inexistantes.

Dernièrement, pour *H. arguinensis* une moyenne de (2165332,2 œufs) a été compté par nous, et pour l'autre étude de (marquet *et al.*, 2017) ils ont trouvé (420.000-5,090,000 œufs) (n=63), par une comparaison superficielle, on peut dire qu'ils ont trouvé un nombre supérieure important, malgré que ils ont utilisé presque la même méthode que nous (Muthiga *et al.*, 2009), à part dans notre étude on a éliminé la dilution. Ils ont trouvés un nombre d'œufs plus que nous, parce que la période d'échantillonnage est différente (Mai 2013-Juin 2014), selon les années et le lieu (Portugal), et que le nombre de femelle est également différent malgré la

méthode utilisé est similaire, donc cette espèce peut pondre plus que ça, il faut juste suivre pour une période plus longue pour obtenir un résultat précis et net.

Tableau III. 5. Comparaison de la taille des œufs (Diamètre ovocytaire) des espèces d'holothuries étudiées avec d'autres espèces de la région méditerranéenne.

Espèces	Présente étude	Taille des œufs (µm)	Région	Références
<i>H. poli</i>	30,905-2,056	203,7-10,21	Rome (Italie)	(Rakaj <i>et al.</i> , 2019)
<i>H. tubulosa</i>	30,452-0,652	151,2-1,7	Rome (Italie)	(Rakaj <i>et al.</i> , 2018) (Dominguez <i>et al.</i> , 2015)
<i>H. arguinensis</i>	17,85-5,218	170,33-10,51	Amsterdam (Pays-Bas)	2015)
<i>H. sanctori</i>	21,011-3,456	/	/	Présente étude

La taille des œufs en générale de toutes les espèces mentionnées de notre étude sont nettement moins importantes que celles qui ont été données par les autres études (Tableau III.5.)

La taille des œufs de *H. poli* de notre étude est de minimum de 2,056 µm et maximum de 30,905 µm, en comparons avec l'étude de (Rakaj *et al.*, 2019) [10,21 µm-203,7 µm], nous observons que nos valeurs et inférieure que l'autre étude.

En deuxième lieu, pour *H. tubulosa* dans l'étude de (Rakaj *et al.*, 2018) [1,7µm-151,2µm], et pour notre étude [0,652µm-30,452µm], ce qui signifie que la taille des œufs de notre étude est moins importante que l'autre étude.

Pour *H. arguinensis*, notre présente étude nous avons trouvé une tailles des œufs de [5,218µm-17,85µm], en comparons avec (Dominguez *et al.*, 2015) [10,51µm-170,33µm], nous disons que les valeurs de (Dominguez *et al.*, 2015) sont supérieure que notre étude.

Dans le cas de *H. sanctori*, la taille des œufs est de [3,456µm-21,011µm], Nous n'avons pas trouvé une référence pour y comparer avec notre présente étude, donc nous le laisserons en suggestion pour les prochaines études sur cet espèce et sur ce thème précisément.

On peut dire que peut-être le lieu et le moment où les échantillons ont été prélevés sont différents (Italie et Amsterdam), et peut-être que les stades de maturité et le nombre de femelles utilisées ne sont pas les mêmes. Ainsi, nous voyons qu'il est possible de s'accorder et

d'obtenir des résultats similaires en fournissant un nombre important d'échantillons, en tenant compte du stade de maturité approprié pour eux.

Conclusion

Conclusion

Au terme de ce travail, l'accent est mis sur la fécondité des échinodermes précisément les holothuries sur la côte de Mostaganem, dans notre étude nous avons travaillé sur la fécondité absolue (comptage), sex-ratio, RGS, et le diamètre ovocytaire de quatre espèces disponibles à étudier *H. poli*, *H. tubulosa*, *H. sanctori*, *H. arguinensis*.

Durant l'interprétation et la comparaison avec d'autres études nous avons remarqué que les résultats obtenus par rapport aux résultats d'autres études concluent que on a travaillé sur un petit nombre, et cela est dû au manque d'effectifs et à des conditions défavorables (climat inapproprié et du manque de lieux de vente de ces espèces).

La valeur de la fécondité absolue qui a été en faveur c'est de *H. arguinensis* d'une moyenne de 2165332,2 œufs, comparé à la valeur maximale de l'étude de (Marquet *et al.*, 2017) est d'une valeur de 5.090.000 œufs ce que signifie que peut-être est en sa période de ponte, par contre la valeur la plus faible parmi eux c'est de *H. sanctori* 183190,52 œufs, on n'a pas pu trouver une étude sur la fécondité concernant cette espèce, alors c'est intéressant de faire des recherches supplémentaires. Nous concluons que les espèces *Holothuria* peut aller jusqu'à un nombre important.

Parallèlement, le diamètre ovocytaire a été mesuré et des résultats insatisfaisants ont été obtenus par rapport à d'autres études, la taille maximale obtenue est de *H. poli* de 30,905 µm par rapport l'étude de (Rakaj *et al.*, 2019) d'une valeur 203,7 µm. La taille minimale est de *H. arguinensis* (17,85 µm) en comparaison avec l'étude de (Dominguez *et al.*, 2015) (170,33 µm), et de cela nous concluons que ça dépend du stade de maturité dans lequel se trouve l'œuf et des autres conditions. Les différentes périodes de reproduction des holothuries change fur et à mesure les différentes régions dans le monde, cela est dû au changement des facteurs abiotiques (la température, la salinité, PH... exc.).

Des études sur la fécondité des espèces de concombre de mer largement répandues dans la mer Méditerranée ils sont importants pour la durabilité des stocks naturels, menacés par la surpêche. Cette étude révèle que la période de reproduction et les gonades développées de cette espèce diffèrent même entre les proches lieux géographiques. Les futures études sur la reproduction et la fécondité des concombres de mer guideront les mesures de conservation et efforts d'enrichissement des stocks appropriés pour l'espèce.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Abdel-razek F.A., Abdel-rahman S.H., El-Shimy N.A. Omar H.A., (2005).** Reproductive biology of the tropical sea cucumber *Holothuria atra* (Echinodermata : Holothuroidea) in the red sea coast of Egypt. Egyptian j. Aqua. Res. 31(2):383-402.
- Aboussouan A., Lahaye J., (1979)-** Les potentialités des populations ichthyologiques. Fécondité et ichtyoplancton. Cybium, 3 (6) : 29-46.
- Alain G., pierre L., jean L.M., (1986).** Guide des étoiles de mer oursin et autres Echinodermes du lagon de Nouvelle Calédonie *orsmtom*, 244p.
- Al-asadi, M., Randerson P., (2006).** Phytoplankton population dynamics in three west Algerian rivers: i – the river Cheliff and its tributary, the river Mina. Marina mesopotamica online. Vol. 1, pp. 48-72.
- Aydin, M. (2020).** Length-weight relationships and condition factor of four different sea cucumber species in the Aegean sea. Journal anatolian environment and animal sciences, 5(1),80-85.
- Ballikaya, G., Aydin, M., Erkan, S. (2021).** Changes in length-weight relationships of three different commercial sea cucumbers during processing and correction of fisheries data. J. Anatolian env. And anim. Sciences, 6(1), 43-49.
- Behrens, David W., Gosliner, Terrence, M., Williams, Gary, C.,(1996).** Coral reef animals of Indo-pacific, sea challenges pb .monterey ca ,USA.
- Beirne L., K Fitzmiller., M Miller. "Holothuroidea." biological diversity 2001 (2001).**
- Benraho N. Et Bouslama S., (2005).** Révision de la systématique de deux holothuries aspidochirotées : *Holothuria (Holothuria) tubulosa* (Gmelin, 1788) et *Holothuria (Holothuria) stellati* (Delle Chiaje, 1923) de la région de Stidia (Mostaganem). *Memoire ingeniorat en agronomie*. Univ. De Mostaganem. 88p + annexes.
- Billett D. S. M., (1991).** Deep-sea Holothurians. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 29: 259-317.
- Boufersaoui, S., (2016).** Biologie et évaluation des stocks des trois sparides de la région centre de l'Algérie : *Lithognathus mormyrus* (Linnaeus, 1758), *Pagrus pagrus* (Linnaeus, 1758), et *Pagellus acarne* (Risso, 1826). Thèse de doctorat d'état, *enssmal.*, Alger : 250 p.
- Bougis, P., (1952).** Recherches biométriques sur les rougets (*Mullus barbatus*., *Mullus surmuletus*) *arch.zool. Exp. Gen.*, 89 (2) : 57-174.

- Brooke L., Lyman A., Mcmillan S., Nickels A., (2002).** 'The symbiotic relationship between sea cucumbers (Holothuriidae) and Pearlfish (Carapidae)', *ucsc bioe*, 159.
- Conand C., (1993).** Reproductive biology of the Holothurians from the major communities of the new caledonian lagoon. *Marine biology* 116. Page 439-450.
- Conand C., Sloan N.A., (1988).** Words fisheries for Echinoderms .in: scientific approach to management of shellfish resources. *J. F. Caddy (ed), wiley, new york* (sous presse).
- Da N., Ouedraogo R., Adama Oueda A., (2018)** Relation poids-longueur et facteur de condition de *Clarias anguillaris* et *Sarotherodon galilaeus* pêchées dans le lac Bam et le réservoir de la Kompienga au Burkina Faso. (relation t-p article 61346).
- Daget J., (1976).** Les modèles mathématiques en écologie. Eds masson (paris), 172 p.
- Direction de l'environnement de la wilaya de Mostaganem(D.E.M.), (2011).** Rapport sur le littoral de la wilaya de Mostaganem, 58 p.
- Dominguez-Godino, J.A., Slater, M.J., Hannon, C., Gonzalez-Wangüermert, M., (2015).** A new species for sea cucumber ranching and aquaculture : breeding and rearing of *Holothuria arguinensis*. *Aquaculture* 438, 122–128.
- Fenaux L., (1968).** Maturation des gonades et cycle saisonnier des larves chez *A.lixula*, *P.lividus* et *Psammechinus microotuberculatus* (Echinides) a villefranche-sur-mer. *vie et milieu*, 19(1-a) ,1-52. *Flammarion ed., 3eme ed., 7eme tirage* : 318 p.
- Fontana, A. (1969).** Etude de la maturité sexuelle des sardinelles *Sardinella eba* val. Et *Sardinella aurita* c. Et v. De la région de pointe noire. *Cah. O.r.s.t.o.m., ser. Oceanogr.*, 7 (2) :p. 101-113.
- Fuji. A. (1962).** Studies on the biology of the sea urchin. V.food consumption of *Strongylocentrotus intermedius*. *jap.j.ecol.*12(5) : 181-186.
- Gagueur, J., Kara H., (2001).** Limnology in Algeria. In: wetzel, r. G. And gopal, b. (eds), *limnology in developing countries*, 3: 1-34.
- Ghorbel, M., Jarbouï, O., Bradai, M. N., Bouain A. (1996).** Détermination de la taille de première maturité sexuelle par une fonction logistique chez *Limanda limanda*, *Pagellus erythrinus* et *Scorpaena porcus*. *Bull inst natn sci tech mer*, vol. 3: p. 24-27.

- Gilpin, D. (2006).** Starfish, urchins, and other Echinoderms, compass point books.
- González-Wangüemert M., Borrero-Pérez G., (2012).** 'A new record of *Holothuria arguinensis* colonizing the Mediterranean sea', *marine biodiversity records*, 5.
- González-Wangüemert, M., Domínguez-Godino, J., (2016).** Sea cucumbers as new marine resource in Europe. *Front. Mar. Sci.* https://www.frontiersin.org/10.3389/conf.Fmars.2016.04.00112/event_abstract.
- Gordon H., Miller J. E., Pawson D. L., Kier P. M. (1995).** "Sea stars, sea urchins, and allies: Echinoderms of Florida and the Caribbean." in *Holothuria poli*.
- Gorine M., (2011).** Analyse de la salinité et détermination de la stabilité a la dégradation des terres agricoles - cas du périmètre irrigué de la mina, Relizane, *mémoire de magister en agronomie*, Université de Mostaganem, 95 p.
- Itchir R., Merine H., (2018)** Contribution à l'étude de la biologie et à l'estimation des paramètres bioénergétiques des petits pélagiques du bassin Algérien : *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792), *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847), *Boops boops* (Linne, 1758) et *Trachurus trachurus* (Linnaeus, 1758).
- Kartas F., Quingnard, J.P., (1984)-** La fécondité des poissons téléostéens. Masson. Ed, paris.117p.
- Koehler R. (1921)** *Faune de France : échinodermes; R. Koehler.* Lechevalier.
- Lakel B., Zaoui M., (2019).** Étude morphométrique de deux morphotypes d'*Holothuria* (*Holothuria*) *tubulosa* (a & b) et d'*Holothuria* (*Roweothuria*) *arguinensis* de la côte de Mostaganem. 73p + annexe.
- Lambert P. (1997)** *Sea cucumbers of British Columbia, southeast Alaska and Puget sound.*Ubc press.
- Leveque C, Paugy D. (2006).** Les poissons des eaux continentales africaines. Institut derecherche pour le développement. Ird Edition, Paris.
- Mallefet, J. (2009).** Echinoderm bioluminescence: where, how and why do so many Ophiuroids glow ?. In: victor benno meyer-rochow, bioluminescence in focus - a collection ofilluminating essays, research singpost, p. 67-83.
- Marquet N., Conand C., Power D. M., Canario A. V.M., González-Wangüemert M., / fisheries research 191 (2017) 120–130.**
- Mezali K., (2008).** Phylogenie, systematique, dynamique des populations et nutrition de quelques espèces d'holothuries aspidochirotés (*Hothuroidea* : Echinodermata) infeodees aux herbiers de posidonies de la côte Algéroise, *thèse de doctorat d'état. Institut des*

*sciences zoologiques / université des science et de la technologie Houari Boumediene, Alger, Algerie.*209p.

Mezali K., Lebouazda Z., Slimane-Tamacha F., Soualili D.L., (2022): Biometry, size structure and reproductive cycle of the sanded sea cucumbers *Holothuria poli* (Echinodermata, Holothuriidae) from the west Algerian coast, invertebrate reproduction & development, doi: 10.1080/07924259.2022.2033331.

Mezali K., Thandar A.S., Khodja I., (2021) On the taxonomic status of *Holothuria* (*Holothuria*) *tubulosa* (s.s.) From the Algerian coast with the description of a new Mediterranean species, *Holothuria* (*Holothuria*) *algeriensis* n. Sp. (Echinodermata: Holothuroidea: Holothuriidae).

Mezali, K., Thandar, A.S. (2014) First record of *Holothuria* (*Roweothuria*) *arguinensis* (Echinodermata: Holothuroidea: Aspidochirotida: Holothuriidae) from the Algerian coastal waters. *Marine Biodiversity Records*. *Marine Biological Association of the United Kingdom*, 7 (1), 1–4.

Muthiga N.A., Kawaka J.A., Ndirangu S., (2009)- The timing and reproductive output of the commercial sea cucumber *Holothuria scabra* on the Kenyan coast. Volume 84, Issue 3, 20 September 2009, Pages 353-360.

Navarro P.G., Garcia-Sanz S., Tuya F. (2014). Contrasting displacement of the sea cucumber *Holothuria arguinensis* between adjacent nearshore habitats. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 453: 123-130.

Nedelec H. (1982). *Ethologie alimentaire de Paracentrotus lividus dans la baie de Galoria (corse) et son impact sur les peuplements benthiques.* These de doctorat 3eme cycle en océanographie biologique, université Pierre et Marie curie et université Aix Marseille ii, 175p.

- Pearse J., Cameron R.A., (1991).** Echinodermata: Echinoidea. In: reproduction of marine invertebrates, volume vi. 77p.
- Quintin C., Müller Y., Lamare V., (2016).** *Holothuria (Holothuria) tubulosa* Gmelin, 1791. Rakaj A. Et al *aquaculture* 498 (2019) 444–453
- Rakaj, A., Fianchini, A., Boncagni, P., Lovatelli, A., Scardi, M., Cataudella, S., (2017).** Spawning and rearing of *Holothuria tubulosa*: a new candidate for aquaculture in the Mediterranean région. *Aquac. Res.* 49, 557–568.
- Regis M.B., (1978).** Croissance de deux échinoides du Golfe de Marseille (*Paracentrotus lividus*(lmck) et *Arbacia lixula*, l) aspects écologiques de la microstructure du squelette et de l'évolution des indices physiologiques. *Thèse de doctorat d'état*, univ. Aix-Marseille iii, Marseille Fr., : 221 p+i-vi+12 pl.h.t.
- Samyn Y., Vandenspiegel D., Massin C. (2006)** Taxonomie des holothuries des Comores. *Abc Taxa*, 1. [S.n.] ; [s.l.]. 130 pp.
- Scherrer B., (1984)-** Biostatistique. E.morin ed., Canada : 850pp.
- Schwartz D., (1983)-** Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes.
- Sellem F, Graja S, Brahmi Z. (2017).** Données biologiques et valeur nutritive de la paroi d'*Holothuria polii* (Delle Chiaje, 1823) (Holothuroidea, Aspidochirotida) des îles kerkennah (Golfe de gabes, Tunisie). *Bull inst natn scien tech mer de salammbo*. 44:139–146.
- Siegenthaler A., Cánovas F., González-Wangüemert M. (2015).** Spatial distribution patterns and movements of *holothuria arguinensis* in the ria formosa (portugal). *J. Sea. Res.* 102: 33-40.
- Simpson, A.C., (1959).** The spawning of the plaice (*Pleuronectes platessa*) in the North Sea. *Fish. Invest. Ser.* 222:111 p.
- Soualili D.L. (2008).** Les populations naturelles d'oursins : un outil évaluateur de l'état de sante de la baie d'Alger. Thèse de doctorat en océanographie, option écologie marine. Université Houari Boumediene (usthb), Alger. Pp 147+annexes.
- Stöhr S, O'hara T.D, Thuy B. (2012)** Global diversity of brittle stars (Echinodermata: Ophiuroidea). *Plos one* 7(3): e31940.
- Venâncio E., Félix P.M., Brito A.C., Azevedo F Silva E., Simoes T., Sousa J., Mendes S., Pombo A. (2022)-** Reproductive biology of the sea cucumber *Holothuria mammata* (Echinodermata : *Holothuroidea*).
- Verlaque M. (1987).** Relations entre *Paracentrotus lividus* (lamarck) et le phytobenthos de

Références bibliographiques

méditerranée occidentale in: colloque international sur *Paracentrotus lividus* et les oursins comestibles. *Gis posidonie publ, Marseille*, pp 5-36

Woods, H. (1909). A monograph of the Cretaceous lamellibranchia of England. Volume 2, part 6, 217–260. Palaeontographical society, London.

Woods, H. (1909). Palaeontology invertebrate c. U. Press: 388.

Xing K., Liu S., Yang H., Zhang M., Zhou Y., (2012). Elevage en cages d'holothuries *Apostichopus japonicus* transférées en chine méridionale (archipel de shengsia) *la bêche de mer, bulletin de la cps* n° 32- (33-38).

Yves C., Loneux C., (2006). Foucault à l'œuvre, deux années de lectures foucaaldiennes dans un laboratoire de shs fernelmont (Belgium): éditions modulaires européennes & intercommunications sprl, echanges collection thomas heller in études de communication volume 29, issue 1, January 2006, pages 192 to 195.

Zerrouel H., (2018). Estimation des paramètres du modèle bioénergétique deb (dynamic energy budget) pour étudier la croissance et la reproduction de quelques espèces de Sparidae et de Soleidae des côtes Algériennes, Mémoire Master ENSSMAL, 60p.

