

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



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MER ET DE L'AQUACULTURE

N°...../SNV/2017

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

HEDDAR Assia et AGBOUBI Djamila

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN HYDROBIOLOGIE MARINE ET CONTINENTALE

Spécialité : RESSOURCES HALIEUTIQUE ET EXPLOITATION DURABLE

THÈME

*Contribution à la biologie de la reproduction de trois espèces de "concombres de mer" (*Holothuria tubulosa*, *H. poli* et *H. sanctori*) de la côte ouest algérienne (Aïn Franine).*

Soutenu publiquement le 22/06/2017

Devant le Jury composé de :

| | | |
|----------------------|----------------------------|----------------------|
| Présidente | Mme Soualili Dina Lila | Prof. U. Mostaganem |
| Examineur | M. Bouzaza Zoheir | M.A.A. U. Mostaganem |
| Directeur de mémoire | M. Mezali Karim | Prof. U. Mostaganem |
| Invité | Mme. Slimane Tamacha Farah | M.A.A. ITPA, Oran |

Thème réalisé au Laboratoire d'Halieutique (Université de Mostaganem)

Année universitaire : 2016/2017

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

En second lieu, nous tenons à remercier :

*Notre encadreur **Pr. MEZALI Karim** pour ces précieux conseils au moment de la rédaction et structuration de notre mémoire. Il nous a transmis non seulement ses connaissances dans le domaine de la reproduction des holothuries, mais aussi le sens de la rigueur et la logique dans la rédaction scientifique de notre mémoire. Ses commentaires et suggestions ont été judicieux et appréciés.*

*Notre coencadreur **Mme Slimane TAMACHA Farah** pour avoir mis à notre disposition le matériel biologique nécessaire, ces précieux conseils et son aide pratique au laboratoire durant toute la période de préparations de notre mémoire.*

*Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury **Prof. Soualili Dina Lila** qui a accepté de présider ce jury malgré ces nombreuses occupations. A **M. Bouzaza Zoheir** qui a accepté d'examiner notre travail.*

Nos remerciements s'adressent également à tous nos enseignants durant nos années d'études au département des sciences de la mer et de l'aquaculture.

*Un grand merci aux ingénieurs du laboratoire d'halieutique, notamment **M. KRIDECHE Mourad** et **Mme Amina**, pour leurs soutiens précieux durant notre stage de laboratoire.*

On n'oublie pas nos parents pour leur contribution, leur soutien et leur patience.

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

Assia et Djamila

Dédicace

Je dédie ce travail, ce fruit de plusieurs années A:

Mes très chers parent's que j'estime beaucoup pour leurs tendresses et compréhension, pour leur soutien moral et matériel, ils nous ont soutenues encourages pour arriver à ce niveau universitaire.

A mes frères et que j'aime énormément

A mes grandes mères et mon grand père

A mes oncles et mes tantes

A tous ma famille sans exception (du plus petit au plus grand)

A mon cher amie et binôme Djamila

A tous mes amies

A tous mes collègues et enseignants

Enfin, à tous ceux qui mon aidé à élaborer ce travaille par leur soutien morale.

Assia

Dedicaces

Je dédie cet humble travail:

A mes très chers parents : que dieu vous garde et vous protège

A mes chers frères et sœurs ainsi que leur petite famille

et a toute ma famille.

A tous mes ami (e)s

A mes oncles et mes tantes

A tous mes collègues et enseignants

Enfin, à tous ceux qui m'ont aidé à élaborer ce travail par leur soutien morale.

Mis en forme : Espagnol (traditionnel)

Djamila

Liste des abréviations

Cm : Centimètres

D : Diamètre

g : gramme

IGm : Indice gonadique moyen

Km : Kilomètres

L : Longueur

LT : Longueur totale

T° : Température

Listes des figures

| | |
|--|----|
| Figure 01 : Anatomie externe d'une Holothurie aspidochirote (<i>In Samyn et al. 2006</i>)..... | 06 |
| Figure 02 : Anatomie interne d'une holothurie aspidochirote (<i>In samyn et al, 2006</i>)..... | 08 |
| Figure 03 : <i>Holothria (Holothuria) tubulosa</i> en position verticale sur une surface rocheuse En libérant les gamètes. A : male, B : femelle (Bertoncini et al., 2008)..... | 12 |
| Figure 04 : Esquisse d'individus en division ou récemment divisée [d'après Crozier (1917)]. a et b la division est en cours; en b la partie exposée non divisée de l'intestin est visible; en c est représenté le contour de la moitié orale récemment séparée..... | 13 |
| Figure 05 : Stade du développement de l'holothurie Aspidochirotes (Hamel et al., 2003)..... | 15 |
| Figure 06 : Stade du développement des holothuries Aspidochirotes (Hamel et al., 2003)... | 16 |
| Figure07 : Phénomène d'éviscération d' <i>Holothuria poli</i> (Heddar, 2017)..... | 20 |
| Figure 08 : Morphologie externe de <i>Holothuria (Holothuria) tubulosa</i> . (A) : face ventrale, (B) : face dorsale (Tamacha en 2017)..... | 23 |
| Figure09 : Morphologie externe de <i>Holothuria (Roweothuria) poli</i> . (A) : face dorsale (B) : face ventrale (Tamacha, 2017)..... | 24 |
| Figure10 : Morphologie externe de <i>Holothuria (Platyperona) sanctori avec tache</i> . (A) : face dorsale(B) : face ventrale (Tamacha, 2017)..... | 24 |
| Figure 11 : Position géographique d'Oran (carrée jaune) dans la Méditerranée occidentale (Google Maps, 2017)..... | 25 |
| Figure12 : Circulation de l'eau atlantique modifiée (Millot, 1987)..... | 26 |
| Figure 13 : Masse d'eau levantine intermédiaire (Millot, 1987)..... | 27 |
| Figure 14 : Masses d'eau profonde (Millot, 1987)..... | 28 |
| Figure 15 : Situation géographique de la station étudiée (Google maps, 2017)..... | 30 |

| | |
|--|----|
| Figure 16 : Dissection au laboratoire d'une holothurie « <i>Holothuria poli</i> » à l'aide d'une lame bistouri (Tamacha, 2017)..... | 33 |
| Figure17 : Présentation de la position de la gonade (Tamacha, 2017)..... | 33 |
| Figure 18 : (A). Mensuration du poids de la gonade d' <i>H. Sanctori</i> (Heddar, 2017)..... | 33 |
| Figure 19 : Les mensurations effectuées sur les gonades de <i>Holothuria poli</i> de la station de Ain Franine: (A). longueur des tubules, (B). diamètre des tubules, (C). longueur des saccules, (D). la longueur de l'espace de la bifurcation (Agboubi, 2017)..... | 34 |
| Figure 20. Mesures biométriques réalisées sur les tubules gonadiques d' <i>Holothuria sanctori</i> de la région d'Ain Franin. (A) : Longueur mensuelle moyenne; (B) : Diamètre moyen..... | 41 |
| Figure21. Mesures biométriques des tubules gonadique d' <i>Holothuria poli</i> de la région d'Ain Franin. (A) : Longueur mensuelle moyenne; (B) : Diamètre moyen..... | 43 |
| Figure22. Mesures biométriques des tubules gonadique d' <i>Holothuria tubulosa</i> de la région d'Ain Franin. (A) : Longueur mensuelle moyenne; (B) : Diamètre moyen..... | 45 |
| Figure23. Evolution mensuelle de l'indice gonadosomatique moyen d' <i>Holothutia sanctori</i> (A) ; <i>Holothuria poli</i> (B) et <i>Holothuria tubbulosa</i> (C)..... | 46 |

Liste des tableaux

- Tableau 01.** Effectifs des échantillons mensuels par espèces d'holothuries aspidochirotés prélevées dans le site d'Ain Franin (Oran).....37
- Tableau 02.** Caractéristiques morphométriques, observations macroscopiques et stades de maturité des gonades d'*H. (P.) sanctori* de la région d'Ain Franin (Oran). ET : écart type....39
- Tableau 03.** Caractéristiques morphométriques, observations macroscopiques et stades de maturité des gonades d'*H. poli* de la région d'Ain Franin (Oran).....42
- Tableau 04.** Caractéristiques morphométriques, observations macroscopiques et stades de maturité des gonades d'*H. tubulosa* de la région d'Ain Franin (Oran).....44
- Tableau 05.** Les moyennes des indices Gonado-Somatique (IGSm) exprimés en (g) ± (Ecart-type) des trois espèces d'holothuries de la région d'Ain Franin.....45
- Tableau 06.** Les études qui est confirmer notre résultats49

SOMMAIRE

| | |
|--------------------|---|
| Introduction | 1 |
|--------------------|---|

Chapitre I

Etude bibliographique

| | |
|---|-----------|
| I. Généralité sur les Holothuries..... | 3 |
| I.1. Classification des holothuries..... | 4 |
| I.2. Répartition géographique des holothuries..... | 5 |
| I.3. Morphologie externe et interne des holothuries | 5 |
| I.3.1.Morphologie externe..... | 5 |
| I.3.1.1. Morphologie externe de l'ordre aspidochiotes..... | 6 |
| I.3.1.1.1. <i>Holothuria (Holothuria) tubulosa</i>..... | 7 |
| I.3.1.1.2. <i>Holothuria (Roweothuria) poli</i>..... | 7 |
| I.3.1.1.3. <i>Holothuria (Platyperona) sanctori</i>..... | 7 |
| I.3.2. Morphologie interne d'une holothurie aspidochirote..... | 7 |
| I.3.2.1. Le Système digestif et les arbres respiratoires..... | 8 |
| I.3.2.2. Les organes de Cuvier..... | 8 |
| I.3.2.3. Appareil reproducteur..... | 9 |
| I.3.2.4. La cavité cœlomique..... | 9 |
| I.3.2.5.Le système nerveux..... | 10 |
| I.3.2.6. L'appareil ambulacraire..... | 10 |
| I.4. Le cycle de reproduction des holothuries aspidochiotes..... | 10 |
| I.4.1. Reproduction sexuée..... | 11 |
| I.4.2.Reproduction asexuée..... | 13 |
| I.4.3.Le système reproducteur et développement larvaire | 14 |
| I.5. Habitat des holothuries..... | 17 |
| I.6. Régime et comportement alimentaire des holothuries..... | 17 |

| | |
|--|-----------|
| I.7. Les prédateurs des holothuries..... | 18 |
| I.7.1.Relation des holothuries avec d'autres animaux..... | 19 |
| I.8. Mécanisme de défense des holothuries..... | 19 |
| I.8.1. Les toxines des holothuries..... | 19 |
| I.8.2. Eviscération ou autotomie des holothuries..... | 20 |
| I.9. Mobilité et migration des holothuries..... | 20 |
| I.10. Importance écologique des holothuries..... | 21 |
| I.11.Importance économique des holothuries..... | 21 |
| I.12.Ecologie des espèces d'holothuries aspidochiotes étudiées..... | 23 |
| I.12.1. <i>Holothuria (Holothuria) tubulosa</i>..... | 23 |
| I.12.2. <i>Holothuria (Roweothuria) poli</i> | 23 |
| I.12.3. <i>Holothuria (Platyperona) sanctori</i>..... | 24 |

Chapitre II

Matériels et méthodes

| | |
|--|-----------|
| II.1Caractéristiques de la station d'étude..... | 25 |
| II.1.1Caractéristique de la mer méditerranée..... | 25 |
| II.1.1.1 Données hydrologiques et hydrodynamisme..... | 26 |
| II.1.1.1.1.Masse d'eau de surface..... | 26 |
| II.1.1.1.2.Masse d'eau levantine intermédiaire..... | 27 |
| II.1.1.1.3. Masse d'eau profonde..... | 27 |
| II.1.1.1.4. La salinité..... | 28 |
| II.1.1.1.5. Les houles | 28 |
| II.1.1.1.6. Température de l'eau des eaux superficielles..... | 29 |

| | |
|--|----|
| II.1.2. La baie d'Oran..... | 29 |
| II.1.2.1. Données climatiques de la région d'Oran..... | 29 |
| II.1.2.1.1. La pluviométrie | 29 |
| II.1.2.1. 2.vents | 30 |
| II.1.2.2. La station étudiée : Ain Franin..... | 30 |
| II.2.Choix et intérêt du matériel biologique..... | 31 |
| II.3.Méthode d'échantillonnage | 31 |
| II.3.1.Prélèvement..... | 31 |
| II.4.Traitement au laboratoire..... | 32 |
| II.4.1.Identification des holothuries..... | 32 |
| II.4.2.Dissection et manipulation..... | 32 |
| II.5. Détermination des paramètres de la reproduction..... | 35 |
| II.5.1. Indice gonadique | 35 |
| II.5.2. Détermination des stades de maturité sexuelle..... | 35 |
| II.5.3. Caractéristiques des tubules gonadiques..... | 35 |

Chapitre III

Résultats et discussion

| | |
|---|----|
| III.1. Echantillonnage et lots d'holothuries prélevés mensuellement..... | 37 |
| III.2.Observation macroscopique et stades de maturité des gonades chez les holothuries aspidochirotés étudiés | 38 |
| III.3.Indice Gonado-somatique moyen (RGS _m)..... | 45 |
| III.3.1.Evolution mensuelle de (IGS _m) (tous sexe confondus)..... | 45 |
| III.4.Discussion..... | 47 |
| Conclusion..... | 49 |

Résumé

Notre travail est une contribution à l'étude de biologie de la reproduction de trois espèces d'holothuries aspidochirotés [*Holothuria (Holothuria) tubulosa*, *Holothuria (Roweothuria) poli* et *Holothuria (Platyperona) sanctori*] qui appartiennent au groupe d'échinodermes et qui ont une grande valeur commerciale.

Notre suivi est basé sur un échantillonnage annuel fourni et établie mensuellement (de juillet 2016 à mai 2017) dans le site de Ain-franin (Oran).

Les caractéristiques macroscopiques et morphométriques des gonades, les stades de maturité ainsi que le suivi mensuel de l'indice gonadosomatique moyen (IGSm) ont été établis.

Les résultats obtenus sur l'évolution de l'IGSm ainsi que les caractéristiques morphométriques des gonades des trois espèces montrent trois grandes phases dans le développement gonadique : la phase de maturation des gonades qui débute en décembre et se termine en août ; suivie par la ponte qui coïncide avec l'augmentation de la température (en mois de juillet et août). Le repos sexuel intervient juste après lorsque la température de l'eau de mer diminue en mois d'octobre.

A travers cette étude nous avons conclu que le cycle de la reproduction sexuée chez les trois espèces gonochoriques étudiées, suit globalement un schéma identique à celui déjà décrit pour la majorité des holothuries aspidochirotés des zones tempérées.

Mots clés : Holothuries aspidochirotés ; Reproduction ; Caractéristiques macroscopique ; Morphométrie ; Tubules gonadiques ; Indice gonado-somatique ; Ain Franin ; Oran.

Abstract

Our work is a contribution to the study of the reproductive biology of three aspidochirotid holothurians [*Holothuria (Holothuria) tubulosa*, *Holothuria (Roweothuria) poli* et *Holothuria (Platyperona) sanctori*] that belong to the group of Echinoderms and which have great commercial value.

Our survey is based on an annual provided sample and compiled monthly (from July 2016 to May 2017) in the site of Ain-Franin (Oran).

The macroscopic and morphometric characteristics of the gonads, the maturity stages as well as the monthly survey of the mean values of Gonadosomatic index (mGSI) have been established.

The obtained results on the evolution of the mGSI and the morphometric characteristics of the gonads of the three species show three major phases in the gonadal development: the Gonad maturation phase which begins in December and ends in August; followed by the spawning which coincides with the increase of the sea water temperature (July and August). Sexual resting occurs immediately after the decreases of the sea water temperature in October.

Through this study we concluded that the sexual reproduction cycle of the three studied gonochorics species, generally follows identical patterns to that already described for the majority of the aspidochirotid sea cucumbers inhabiting the temperate areas.

Key words: Aspidochirotid holothurians; Reproduction, macroscopic characteristics; morphometry; gonadic tubules; gonado-somatic index; Ain Franin; Oran.

Introduction

Introduction

La mer Méditerranée est riche en ressources marines. Son écosystème marin unique aux eaux tempérées chaudes se caractérise par une biodiversité exceptionnelle (**Caddy, 1993**), c'est le cas de l'écosystème à *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile, endémique de la mer méditerranée et qui constitue des formations caractéristiques désignées sous le terme d'« herbiers » entre la surface et 30 à 40 mètres de profondeur (**Mezali, 2008**).

Les espèces d'échinodermes qui y vivent dans cet herbier, constitue le compartiment clef du fonctionnement de cet écosystème. Parmi ces échinodermes on note, les holothuries aspidochirotés couramment appelées « concombres de mer » qui constituent une classe très riche d'échinodermes vermiformes au corps généralement mou. Ces holothurides se trouvent dans la quasi-totalité des milieux marins, avec une diversité particulièrement riche dans les écosystèmes des récifs coralliens et les eaux tropicales peu profondes (**Conand et Muthiga, 2007**).

Leur habitat va des zones intertidales, où les individus se découvrent parfois brièvement à marée basse, au plancher des plus profondes fosses océaniques. Les holothuries aspidochirotés sont des espèces que l'on retrouve le plus fréquemment dans le substrat benthique de l'écosystème à *Posidonia oceanica* en mer Méditerranée. Elles contribuent activement au recyclage de la matière organique et jouent un rôle important dans la chaîne alimentaire de cet écosystème (**Mezali, 2011**).

Les holothuries sont un groupe d'invertébrés marins pêchés partout dans le monde et essentiellement consommés par les populations des pays asiatiques (**Conand et Muthiga, 2007**).

Ce sont des invertébrés marins représentant une ressource économique importante pour de nombreux artisans pêcheurs du monde entier et plus particulièrement des pays en développement situés dans les régions tropicales et subtropicales (**Conand et Muthiga, 2007**).

De nos jours les holothuries aspidochirotés méditerranéennes commencent à être exploitées en vue de leur transformation en « bêche de mer » qui est un produit hautement nutritif (**Mezali et al., 2014**).

Introduction

Notre étude porte sur des espèces d'holothuries aspidochirotes très répandues sur nos côtes algériennes *Holothuria (Holothuria) tubulosa* (**Gemlin, 1791**), *Holothuria (Roweothuria) poli* (**Delle Chiaje, 1824**) et *Holothuria (Platyperona) sanctori* (**Delle Chiaje, 1823**). Une autre espèce herculéenne et invasive originaire de l'océan atlantique (*Holothuria arguinensis*), récemment signalée dans les côtes algériennes par **Mezali et Thandar (2014)** est également considérée superficiellement. En effet, L'effectif de cette espèce qui est très faible ne nous a pas permis de la considérer d'une façon précise dans notre étude. C'est pour cela qu'on a considéré les autres espèces d'holothuries les plus abondantes dans les sites étudiés.

Le but de notre étude est de faire un suivi partiel du cycle reproductif de *Holothuria tubulosa*, *H. poli* et *H. sanctori* par une étude macroscopique des tubules gonadiques afin de déterminer les stades de maturation gonadique.

Notre travail se scinde en quatre parties :

La première partie est réservée à la synthèse des connaissances sur la biologie et l'écologie des holothuries aspidochirotes de la région méditerranéenne ;

La deuxième partie est consacrée aux caractéristiques géographique de notre site d'étude ;

La troisième partie concerne les résultats et discussion sur l'étude macroscopique des tubules gonadiques ainsi que le calcul des indices gonadosomatique mensuels moyens des holothuries afin de déterminer les périodes de pontes ainsi que les stades de maturation gonadique des populations (*Holothuria tubulosa*, *Holothuria poli* et *Holothuria sanctori*) dans une partie de la côte ouest algérienne à savoir la côte oranaise ;

La quatrième partie regroupe une synthèse et une conclusion sur les résultats acquis au cours de cette étude.

I. Etude bibliographique

I. Généralités sur les holothuries

Les holothuries ou « concombre de mer » ou encore « bêche de mer » constituent avec les échinides « oursins », les astérides « étoiles de mer », les ophiurides « ophiures » et les crinoïdes « lis de mer » l'embranchement des échinodermes (**Conand et Sloan, 1988**). Ce sont des organismes communs de la faune benthique de tous les milieux marins (**Hendler et al., 1995**) et peuvent constituer jusqu'à 90% de la biomasse dans les écosystèmes des fonds marins (**Hendler et al., 1995**).

Les « concombre de mer » ressemblent peu aux autres échinodermes. Ils sont cylindriques, légèrement effilés aux extrémités et de taille très variable. Les holothuries 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 formes de "spicules" ou "sclérites" éparpillée dans la partie dermique du corps (**Mezali, 2008**).

Les holothurides présentant 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 (**In Benraho et Bouslama, 2005**). Souvent considérées comme des « vers marins », ils ingèrent les sédiments contenant la matière organique et des matières rejetées par les plantes et les animaux. 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**).

Les holothuries 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 bio-film, retiennent les particules organiques (diatomées, protozoaires, détritus) et rejettent les éléments minéraux comme le sable (**Behrens et al., 1996**).

Certaines espèces se trouvent sur les substrats durs (roches, anfractuosités, récifs coralliens,...) ou en amphibiotes sur des végétaux 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 (**Yanagisawa et al., 1991**).

I. Etude bibliographique

La classe des Holothuroidea comptent plus de 1250 espèces et 6 ordres (*dendrochirotes*, *dactylochirotes*, *aspidochirotes*, *elasipodides*, *apodides* et *molpadides*) qui se distinguent d'après la présence ou l'absence des pieds ambulacraires, la forme des tentacules buccales (digité, dendritiques, pennés ou en forme de pelle), la présence ou l'absence de muscles rétracteurs oraux, d'arbres respiratoires et de « tubes de cuvier » ou organes de défense présent chez certaines espèces d'holothuries (**Hendler et al., 1995**).

I.1. Classification des holothuries

Les holothuries sont des échinodermes, cousins des « étoiles de mer » et des « oursins ». Dans les zones littorales on trouve une prédominance des Aspidochirotes (**Conand, 1994**).

Les holothuries se distinguent des autres classes des échinodermes par l'existence d'un endosquelette constitué par des sclérites (= spicules) ; ces dernières représentent des millions de microscopiques pièces calcaires, isolées les une 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**).

La classification des holothuries 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 tentacule et le dénombrement des touffes gonadique sont également utilisés (**Alain et al., 1986**).

I.1.1 Systématique des holothuries

Règne : Animalia

Embranchement : Echinodermata

Sous-embranchement : Echinozoa

Classe : Holothuroidea (munie de podia)

Sous-classe : Aspidochirotea

Ordre : Aspidochirotida (possédant des tentacules peltés)

Famille : Holothuriidae

Genre : Holothuria (**Linaeus, 1767**)

Espèces étudiées: *Holothuria (Holothuria) tubulosa* (**Gmelin, 1791**) ; *Holothuria (Roweothuria) poli* (Delle Chiaje, 1824) ; *Holothuria (Platyperona) sanctori* (**Delle Chiaje, 1823**) et *Holothuria (Roweothuria) arguinensis* (**Koehler & Vaney, 1906**).

I. Etude bibliographique

I.2. Répartition géographique des holothuries

Les « concombres de mer » sont largement répartis dans les milieux marins du monde entier, des zones intertidales à la haute mer.

La densité la plus élevée se rencontrant dans les océans Indien et Pacifique occidental. Les holothuries sont des animaux qui se déplacent lentement et vivent au fond de la mer dans le sable, la vase, sur les rochers et les récifs; on les rencontre souvent au milieu des algues, des herbiers marins et des coraux. Certains vivent enfouis dans le sable et n'exposent que leurs tentacules. La plupart des espèces commercialement importantes vivent exposées sur les rochers, les galets, dans le sable ou la vase, ou sortent généralement la nuit.

La répartition des différents groupes dans les zones littorales est marquée par la prédominance de l'ordre des Aspidochirotes (objet de notre étude) dans les zones tempérées et celle des Dendrochirotes aux latitudes tempérées et élevés. La diversité est maximale dans les zones littorales tropicales (**Conand, 1994**).

I.3. Morphologie externe et interne des holothuries

I.3.1. Morphologie externe

Les holothuries sont généralement de forme cylindriques, légèrement effilées aux extrémités et d'une taille très variable (de quelque mm à plus de 3 m) (**In Khoukhi, 2002**). Ils ont une symétrie bilatérale qui masque la symétrie radiaire pentamétrique avec une face ventrale appelée "trivium" et une face dorsale appelée "bivium". Le "trivium" est couvert de nombreux pieds ambulacraires (ou podia) terminés par une ventouse. Ce sont ces structures qui permettent à l'animal de se fixer et de se déplacer sur les substrats ; Sur le "bivium", il existe également des podia sans ventouse appelée papilles. Les nombre ainsi que l'arrangement des podia et des papilles varient selon le taxon (**Samyn et al., 2006**).

L'aspect général du corps, de la couronne calcaire et des spicules, sont également pris en considération afin de déterminer les différents ordres des holothuries (**Pawson et al. 2010**).

I. Etude bibliographique

I.3.1.1. Morphologie externe des holothuries aspidochirotés

Les holothuries appartenant à l'ordre des aspidochirotés sont forme légèrement allongée (en "saucisse" ou en fuseau). Podia ou papilles toujours présents, souvent nombreux. Tentacules buccaux courts en forme de bouclier ou de parapluie. Organes arborescents présents; organes de Cuvier présents ou non. Muscles longitudinaux radiaires en général en double bande; muscles rétracteurs du pharynx absents; mésentère de la partie postérieure de l'intestin fixé à la paroi du corps le long de la zone interradiaire ventrale droite (**Grube, 1840 In Mezali, 2008**).

L'aspect du corps des holothuries varie du molle à l'état de relâchement au rigide et dure à l'état de contraction (**Grasse, 1948 In Mezali, 1998**). La paroi du corps est dure et épaisse (**Mezali, 1998**) (**Fig. 1**).

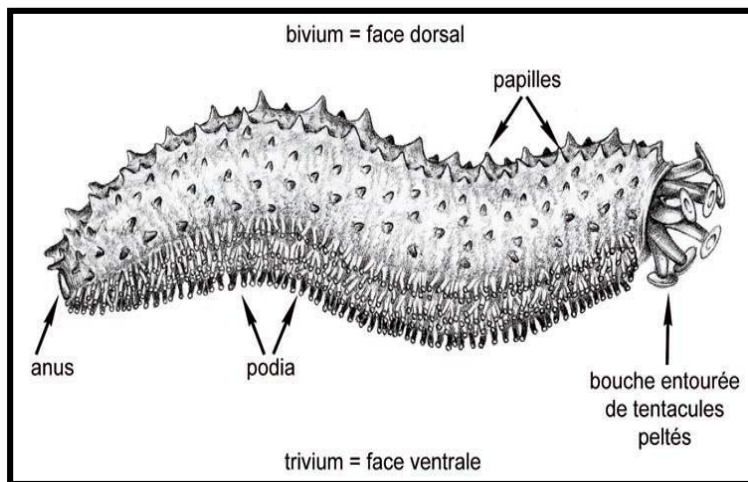


Figure 01 : Anatomie externe d'une holothurie aspidochirote (*In Samyn et al. 2006*).

I. Etude bibliographique

I.3.1.1.1. *Holothuria (Holothuria) tubulosa*

C'est une holothurie cylindrique dont la forme ressemble grossièrement à un "concombre". Elle mesure jusqu'à 40 cm de long pour 6 cm de large. La bouche est située à l'extrémité antérieure et comporte des tentacules buccaux courts et difficilement visibles à l'état de contraction. Sa peau est de couleur brun clair tirant parfois sur le rouge ou le violacé. Les spicules sont rugueux et épineux. Sa face ventrale est largement tapissée de trois rangées de podia. Elle n'a pas de tubes de Cuvier ou organes de défense (Mezali, 2008).

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

I.3.1.1.2. *Holothuria (Roweothuria) poli*

C'est une holothurie cylindrique en forme de « concombre » mesurant jusqu'à 25 cm de long pour 5 cm de large. La bouche est située à l'extrémité antérieure et comporte des tentacules buccaux. Sa peau contractile est irrégulière et rugueuse, sécrète un mucus qui agglomère sur sa peau généralement recouverte d'une fine couche de sable, des algues et toutes sortes de débris (Mezali, 1998). Elle ne possède pas d'organes de défonce ou "tubes de Cuvier". Sa face ventrale est largement tapissée de podia blanc (observation personnelle).

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

I.3.1.1.3. *Holothuria (Platyperona) sanctori*

C'est une holothurie cylindrique, son corps est plus ou moins mou, et généralement hérissé de papilles dorsales, la bouche est entourée d'une vingtaine de tentacules peltés qui servent à amener la nourriture (le sédiment) à la bouche (Mezali, 1998).

I.3.2. Morphologie interne des holothuries aspidochirotés

L'anatomie interne d'une holothurie aspidochirote est relativement simple (Fig. 2). Elle se caractérise par un tractus digestif avec en général une paire d'organes arborescents appelés improprement "les poumons" et un appareil reproducteur (Massin et al., 1990).

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

I. Etude bibliographique

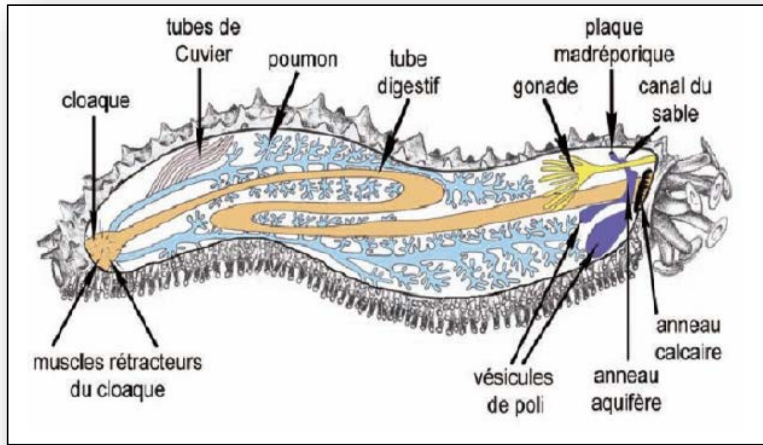


Figure 02: Anatomie interne d'une holothurie aspidochirote (In Samyn et al., 2006).

I.3.2.1. Le Système digestif et les arbres respiratoires

Le tube digestif fait une grande boucle et occupe la majeure partie de la cavité générale, il s'ouvre antérieurement au niveau de la bouche qui est entourée de tentacules, podia modifiés servent à l'ingestion des particules alimentaires, et se termine postérieurement par un anus. Peu avant l'anus, le tube digestif s'enfle en un cloaque dans lequel débouchent les arbres respiratoire appelées improprement "poumons", organe en forme de buisson plus ou moins touffu qui pompent et rejettent l'eau de mer par l'orifice cloacale (Mezali, 2008).

I.3.2.2. Les organes de Cuvier

A la base des "poumons" de certaines espèces d'holothuries (seulement dans la famille des holothurroidea) on peut observer des tubes souvent blanchâtres, dits "tubes de Cuvier" ou organes de défense qui peuvent être projetés à l'extérieur par l'anus lorsque l'holothurie est agressée. Sous la pression de l'eau injectée dans les tubes, ils s'allongent considérablement. Formant autour de l'agresseur un réseau extraordinairement résistant et collant (Samyn et al., 2006).

Le réseau de filaments qui s'allonge de 20 à 30 fois et devient collant immobilisant l'ennemi (poisson ou crabe). Les Polynésiens se servent de ces filaments, en les enroulant sur leurs pieds, pour marcher sur les récifs de coraux.

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

I. Etude bibliographique

I.3.2.3. Appareil reproducteur

Dans quelques cas (généralement les jeunes individus), seul l'examen microscopique des gonades permet de reconnaître les mâles et les femelles. Les gonades se composent d'une ou deux touffes reliées à un canal excréteur qui débouche à l'extérieure un peu en dessous de la base des tentacules médiodorsaux (**Fig.1**). Les tubules mâles sont toujours de couleur blanc crème. Par contre, les tubules femelles sont plus transparents, l'intérieur ayant une apparence granulée, et prennent une teinte rouge orangé lorsque les ovaires sont féconds (**Ghobadyan, 2012**). Lors de la ponte, certaines espèces se dressent sur leur partie postérieure et les gamètes sont émises dans la colonne d'eau ou se fait la fécondation (**Conand, 1994**) (**Fig. 03**).

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

Les œufs fertilisés, portés par le courant, donnent naissance à une larve auricularia (ainsi nommée en raison de sa vague ressemblance avec l'oreille humaine) qui se métamorphose à son tour en une larve doliolaria (**Conand, 1994**).

La morphologie de la gonade ramifiée présente des modifications entre les familles, et des espèces de la même famille et même entre les populations dans la forme (tubules, des nodules, sacs), la longueur, le degré de ramification, l'épaisseur et même le stade de développement (**Swell et al., 1977 ; Foglietta et al., 2004**).

I.3.2.4. La cavité cœlomique

Le cœlome des échinodermes est relativement grand. Il est connecté à un système complexe de tubes et contribue à la circulation générale et à la respiration.

Chez de nombreux échinodermes, la respiration et l'élimination des déchets s'effectuent à travers la peau par de petites extensions digitiformes du cœlome, nommées **papules**. Elles sont couvertes par une fine couche de tégument et fonctionnent comme des branchies (sous forme d'excroissances traversant la paroi corporelle).

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

Le cœlome de l'holothurie est une vaste cavité remplie d'un liquide (le liquide cœlomique) proche de l'eau de mer dans lequel se trouvent le tube digestif, les poumons et les gonades (**In Samyn et al., 2006**).

Le liquide cœlomique des holothuries présente un phénomène d'agglutination qui permet les réactions de défense des holothuries à une blessure (**Lauga et Lecal, 1966 In Mezali, 1998**).

I. Etude bibliographique

I.3.2.5. Le système nerveux

Le système nerveux est constitué comme chez tous les échinodermes d'un anneau nerveux péri-stomacal, rond ou pentagonal, duquel partent cinq nerfs radiaux qui innervent tout le corps et notamment les aires ambulacraire. Les organes de sens des holothuries sont représentés par des cellules sensorielles réparties sur la surface du corps (*In Samyn et al., 2006*).

I.3.2.6. L'appareil ambulacraire

L'appareil ambulacraire (ou aquifère) est un véritable système hydraulique, qui contribue au mouvement ou à l'alimentation de l'animal. Il consiste en un réseau de canaux hydrauliques comprenant un anneau central duquel partent cinq tubes radiaires s'étendant dans le corps (*In Neghli, 2014*).

I.4. Le cycle de reproduction des holothuries aspidochirotés

Les deux sexes sont séparés, quelques espèces sont hermaphrodites, (*Herrero-Pérezrul et al., 1999*). Dans certains cas le sexe est identifié par l'histologie des gonades (*Howaida et al., 2004*).

La reproduction est dépendante de la densité, un faible taux de recrutement et de maturité tardive, peuvent entraîner une forte vulnérabilité des populations aux changements environnementaux et / ou aux pressions anthropiques (*Conand, 1993, Chao et al., 1994; Herrero-Pérezrul et al., 1999; Ramofafia et al., 2001; Uthicke et Benzie, 2000; Uthicke et al., 2004; Uthicke et Conand, 2005 ; Muthiga, 2006; Toral-Granda et Martinez, 2007*).

Les holothuries ont la capacité de se reproduire sexuellement, et il y a des corrélations entre les facteurs environnementaux et une combinaison de caractères tels que la taille du corps, la disponibilité alimentaire, la stabilité de l'habitat, la mortalité et la fourniture des larves. Ces facteurs interagissent les uns avec les autres et font partie d'un modèle qui prédit le type de reproduction qu'il présente (*Mackey et Hentschel, 2001*).

I. Etude bibliographique

Pour la sex-ratio on a cinq étapes de développement : indifférencié, gamétogenèse, la maturité, la ponte et la post-ponte. Le cycle de reproduction est annuelle (**Herrero-Pérezrul, 1994 ; Fajardo et al., 1995**). Certaines espèces incubent leurs œufs dans les régions froides ; l'incubation se produit dans la zone ventrale et la zone dorsale de l'animal. Les holothuries ont la capacité de se reproduire sexuellement ou asexuellement (**Mackey et Hentschel, 2001**).

I.4.1. Reproduction sexuée

Ce mode est le principal moyen de reproduction des holothuries et pour la grande majorité des espèces connues qui sont dioïques. Il existe néanmoins des cas d'hermaphrodisme chez certaines espèces (**Smiley et al., 1991; Mackey et Hentschel, 2001**).

La reproduction sexuée se compose de deux phases principales: la gamétogenèse et le frai. La gamétogenèse est la formation de spermatozoïdes et des ovules.

Ce processus se déroule dans des tubules gonadiques regroupés en une ou deux touffes selon l'espèce. Le terme de ponte ou frai se réfère à l'acte de libération des gamètes matures dans l'eau.

Smiley et al. (1991) relèvent deux modes par lesquels le processus de la ponte peut se dérouler. Une première méthode est dite par diffusion de gamètes, par laquelle les « concombres de mer » dispersent leurs produits génitaux dans l'eau. Ce mode concerne la grande majorité des Holothuries.

Le deuxième mode « l'incubation » concerne 41 espèces environ, soit près de 3% des espèces connues. Ces espèces incubatrices produisent généralement un nombre d'œufs et de juvéniles incubés variant entre 2 et 70 (**Smiley et al., 1991**). L'incubation pouvant se réaliser soit dans des poches tégumentaires inter-radiales, soit dans un marsupium dorsal, soit dans le tégument de la sole ou bien encore dans l'appareil génital. En faisant cela, les espèces couveuses offrent une meilleure protection aux embryons en développement.

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

I. Etude bibliographique

Mceuen (1988) note qu'en dépit du mode de reproduction, une position particulière est prise par les « concombres de mer » adultes avant la ponte. Chaque individu libère son empreinte sur le substrat et soulève son extrémité antérieure. Peu de temps après la prise de cette position, les mâles libèrent leurs gamètes dans l'eau. La ponte des femelles, suit celle des mâles, généralement dans un délai de l'ordre de minutes à quelques heures (**Fig. 03**).

Ainsi, pour de nombreuses espèces l'élévation de l'extrémité antérieure, l'étirement de l'introvert, l'agitation des tentacules, et le balancement sont des comportements souvent associés à la libération des gamètes.

D'autres comportements moins communs ont été associés à la phase de ponte, incluant l'agitation des podia de l'introvert, des vagues de contractions qui parcourent la paroi du corps, les mâles errants, l'agrégation et la pseudo-copulation.

Mceuen (1988) note également que les mâles libèrent rarement la totalité de leurs gamètes en une seule salve, contrairement aux femelles qui pondent souvent en une ponte explosive.

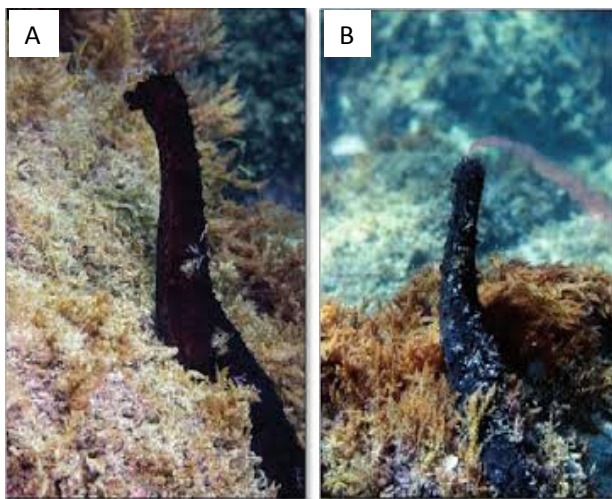


Figure 03 : *Holothria (Holothuria) tubulosa* en position verticale sur une surface rocheuse en libérant les gamètes. A : male, B : femelle (**Bertoncini et al., 2008**).

I. Etude bibliographique

I.4.2. Reproduction asexuée

La reproduction asexuée est une autre méthode par laquelle les « concombres de mer » se propagent (Daylell, 1851., In Crozier, 1917). Ce processus est mis en évidence sur des observations d'individus placés en aquariums. L'idée a été abordée avec incertitude par Crozier (1917) qui au départ a estimé que ce mode de reproduction par scission n'était pas une méthode de propagation des holothuries dans leur environnement naturel. Cependant, grâce à ses recherches sur la fission transversale de *Holothuria surinamensis* (Ludwig, 1875), il obtient des preuves que c'est bien un processus qui se produit dans des conditions naturelles.

Smiley et al., (1991) décrivent trois modes de fission parmi les holothuries :

- Le premier procédé implique la fixation de l'individu par ses pieds ambulacraires antérieurs et postérieurs au substrat, Par la suite l'animal se met à marcher dans des directions opposées ce qui aminci le milieu du corps, qui finit par se rompre.

L'animal reste alors connecté uniquement par l'intestin, qui finira lui aussi par se rompre et donne deux sections séparées ;

- Dans le second mode de fission, l'animal se divise en trois parties par étranglement du corps à ses deux extrémités et en gonflant la région médiane. A la suite de cette forte torsion, les parois du corps rompent au niveau des deux sites de constriction;
- Le troisième mode de fission est similaire au second, ce qui implique une constriction du corps, mais au lieu de se diviser en trois parties, le « concombre de mer » ne se divise qu'en deux moitiés. C'est le processus de la fission observée par Crozier (1917) qui est illustrée par la (Fig.4). Après que la fission soit terminée, chaque section formée devra alors régénérer soit l'extrémité antérieure ou postérieure, selon la partie qui a été perdue du corps rompent au niveau des deux sites de constriction.

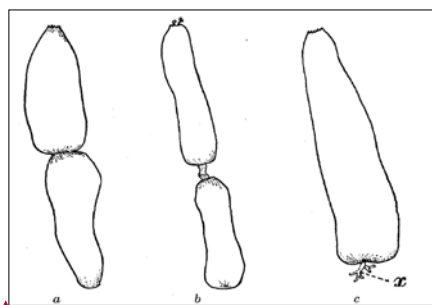


Figure 04 : Esquisse d'individus en division ou récemment divisée [d'après Crozier (1917)].

a et b, la division est en cours; en b, la partie exposée non divisée de l'intestin est visible; en c, est représenté le contour de la moitié orale récemment séparée.

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

I. Etude bibliographique

I.4.3. Le système reproducteur et développement larvaire chez les holothuries

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

Le système de reproduction des holothuries est constitué d'une ou deux gonades (selon le taxon). Cette gonade consiste en un groupe de tubules (en touffe) débouchant dans un conduit unique qui s'ouvre sur la surface supérieure de l'animal, à proximité des tentacules buccaux ou carrément entre ceux-ci (Conand, 1993). Il existe deux types de développements larvaires chez les holothuries : indirect, avec un stade *auricularia*, le développement larvaire direct ne possédant pas ce stade (Purwati et Dwiono, 2005).

La température est un facteur inducteur de la ponte chez les holothuries. Une baisse ou une augmentation de cette dernière va provoquer la ponte chez les mâles en premier, 30 minutes plus tard les femelles vont réagir, l'avant du corps des femelles soumis à une pression interne, se met à gonfler, puis la ponte a eu lieu par fortes projections d'œufs intermittentes. La température influence la ponte en premier chez les mâles, ce qui pousse les femelles à pondre (Laxminarayana, 2005 ; Dabbagh et Sedaghat, 2012).

Le développement commence par le soulèvement de la membrane, 4 minutes environ après la fécondation. L'expulsion du premier globule polaire intervient environ 3 minutes plus tard (Fig. 5B). Le deuxième globule polaire suit rapidement (environ 2 mn plus tard). Le premier clivage est radial et holoblastique, et conduit à la division de la cellule en deux blastomères hémisphériques égaux (Fig. 5C) (Hamel et al 2003). Le deuxième clivage se produit de nouveau par l'axe pole animale-pole végétatif, dit méridien, et donne deux blastomères cylindriques. Environ 10 heures après la fécondation, les embryons sortent de l'enveloppe pour devenir gastrula. Déjà à ce stade, celles-ci nagent à l'aide des cils qui couvrent la totalité de leur surface ; elles s'allongent pour atteindre leur taille maximale après 14 heures (Fig. 5E). Les larves *auricularia* commencent à apparaître 24 heures environ après la fécondation ; c'est le premier stade auquel les larves commencent à ne nourrir. On peut observer grossissement durant les deux semaines de leur culture (Fig. 5F). Elles commencent alors à accumuler des nodules hyalins (Hamel et al., 2003).

On distingue clairement l'œsophage, le sphincter, les intestins, le cloaque ainsi que l'anus. Après 16 à 18 jours, l'*auricularia* atteint sa taille maximale de 1,1 à 1,3 mm; elle comporte des somatocèles ainsi qu'un axohydrocèle (Fig. 5G). Dans les heures qui suivent, de nombreuses *auriculariaes* commencent à se transformer pour aboutir au stade *doliolaria* (Fig. 5H) (Hamel et al., 2003).

I. Etude bibliographique

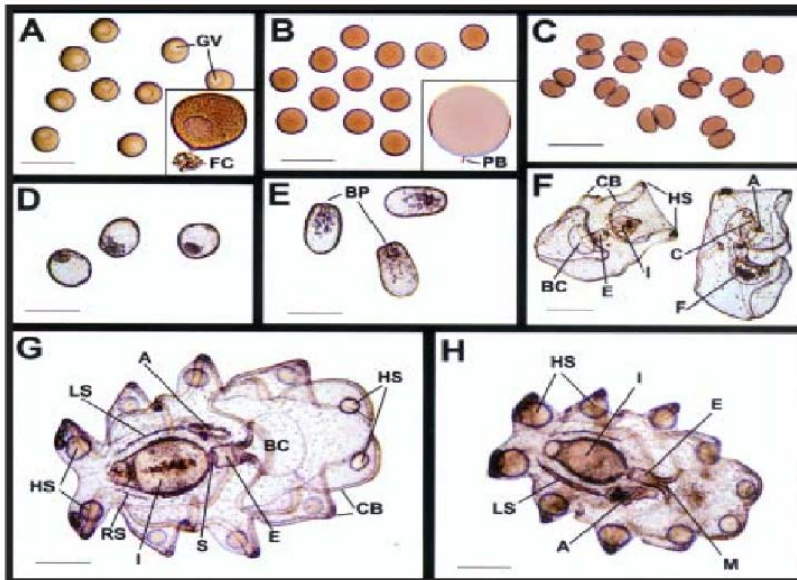


Figure 5. Stade du développement d'une l'holothurie Aspidochirotés (**Hamel et al.,2003**).

Les traits équivalents à 200 μm . **A.** Ovocytes après prélèvement d'une gonade mure. La vésicule germinale (**GV**) est clairement visible. Dans l'encadré, vue agrandie d'un ovocyte en phase d'ovulation, on sont restées attachées les cellules folliculaires (**FC**). **B.** œufs, pleinement matures, venant d'être fécondés, la rupture de la vésicule germinale est très visible. L'encadré montre la libération des deux globules polaires (**PB**). **C.** Stade de la division en deux cellules. **D.** Gastrula venant d'éclore. **E.** Gastrula de forme allongée avec des blastophores visibles (**BP**). **F.** Début d'auricularia sur lesquelles on aperçoit les bandelettes ciliaires (**CB**), les nodules hyalins (**HS**), la cavité buccale (**BC**), l'œsophage (**E**), l'intestin (**I**), le cloaque (**C**) et l'anus (**A**). Des éléments nutritifs sont présents dans la cavité buccale. **G.** vue ventrale d'une larve auricularia pleinement développée, ou l'on aperçoit le somatocèle gauche (**LS**), l'axohydrocèle (**A**), les nodules hyalins (**HS**), les bandelettes ciliaires (**CB**), la cavité buccale (**BC**), l'œsophage (**E**), le sphincter (**S**), l'intestin (**I**) et le somatocèle droit (**RS**). **H.** vue dorsale d'une larve auricularia en cours de métamorphose. La taille de la cavité buccale diminue pour disparaître totalement et les nodules hyalins (**HS**) se rapprochent. La bouche (**M**), l'intestin (**I**), l'œsophage (**E**), le somatocèle gauche (**LS**), et l'axohydrocèle (**A**) sont clairement visibles.

I. Etude bibliographique

Au cours de ce processus, les larves rétrécissent d'environ la moitié de leur taille initiale, la cavité buccale ciliée disparaît et les nodules hyalins se rapprochent (**Fig. 6A**). Le stade doliolaria est atteint environ 19 à 24 jours après la fécondation (**Fig. 6B**) lorsque les larves cessent de se nourrir et que les cils s'alignent en formant cinq couronnes distinctes, le long de leur corps cylindrique. A ce moment, on peut observer le mouvement des tentacules primaires est visible à travers le tégument translucide, de même que le somatocèle. Quelques jours plus tard, la larve doliolaria se transforme en pentacula qui possède 5 tentacules buccaux (**Fig. 6C**). A ce stade, la larve reste proche du substrat. La fixation définitive, accompagnée de la perte complète des cils, l'achèvement de la métamorphose et l'apparition des deux premiers pieds ambulacraires, se produisent de 22 à 27 jours après la fécondation (**Fig. 6D,E**) (**Hamel et al., 2003**).

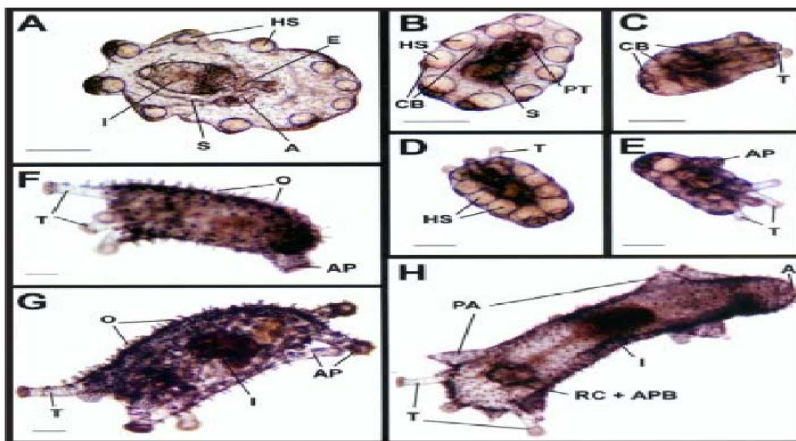


Figure 6. Stade du développement des holothuries Aspidochirotés (**Hamel et al., 2003**).

A. Larve auricularia au stade final de sa métamorphose, caractérisée par les nodules hyalins (HS), l'œsophage (E), l'intestin (I), le somatocèle (S) et l'axohydrocèle (A). **B.** Larve doliolaria pleinement développée sur laquelle on aperçoit les nodules hyalins (HS), les tentacules primaires (PT), les bandelettes ciliaires (CB) et le somatocèle (S). **C.** Pentacula au début de son développement muni de cinq tentacules (T) et des bandelettes ciliaires encore visibles (CB). **D.** Vue dorsale d'une pentacula récemment fixée avec des tentacules (T) et les nodules hyalins (HS). **E.** Vue ventrale d'une pentacula récemment fixée sur laquelle on aperçoit les premiers pieds ambulacraires (AP) et les 5 tentacules buccaux (T). **F.** Juvénile précoce, mesurant 1,5 mm, muni de tentacules (T), de pieds ambulacraires (AP) et d'ossicules (O). Les nodules hyalins ont disparu. **G.** Juvénile de 2 mm muni de 5 tentacules (T) et de trois paires de pieds ambulacraires (AP). L'intestin (I) et les ossicules (O) sont visibles. **H.** Juvénile de 3 mm sur lequel on aperçoit les tentacules (T), les papilles (PA), l'intestin (I), l'anus (A), le canal annelé et le bulbe aquapharyngé (RC + APB).

I. Etude bibliographique

I.5. Habitat des holothuries

Les holothuries sont des espèces benthiques très commune dans les zones littorales, le substrat dans lequel ils vivent est principalement rocheux couverts d'algues, les prairies de Posidonies et autres Phanérogames, le sable et la vase (**Conand, 1994**).

Les petits individus (60-160 mm) sont principalement situés à l'intérieure des cavités et des fissures entre les pierres, ainsi au dessous d'eux, tandis que les organismes de grande taille (plus de 16 cm) se trouvent principalement sur des pierres et roches, et ils sont des individus nocturnes (**Mezali, 1998 ; 2008**).

La séparation de ces espèces dans les différents micro-habitats est du, possiblement, au grand degré d'adaptation dans les mécanismes alimentaires (spéciation alimentaire). Cependant, il existe d'autres facteurs qui peuvent influencer sur la distribution des holothuries comme la migration horizontale et verticale, la dispersion et la colonisation des larves, potentiel pour sa variabilité génétique et la capacité reproductrice (**calva, 2002**).

I.6. Régime et comportement alimentaire des holothuries

La majorité des holothuries sont détritivores, qui utilisent différentes stratégies pour puiser leurs aliments dans les cinq premiers millimètres de sédiment marin (**Mezali,1998 ; Chekaba, 2002**).

Les holothuries collectent le sédiment avec leurs tentacules buccaux de type pelté. Le sédiment avalé transite dans le tube digestif tubulaire qui présente trois tronçons. Dont chacun correspond à une fonction spécifique : le tronçon de stockage "Foregut", qui est capable d'emmagasiner de grandes quantités de sable ; le tronçon digestif "Midgut", à partir duquel se fait l'extraction et l'absorption de la matière organique ; enfin le tronçon d'élimination "Hindgut", où se condense les chapelets de pelotes fécales (**Mezali, 2008**).

Le sédiment (partiellement filtré) passe ensuite dans le Cloaque pour être rejeter par l'anus sous forme de fèces de forme caractéristique (**Sloan, 1979 ; Massin, 1982a**).

Les holothuries se nourrissent des détritits, des micro-algues et des bactéries contenues dans le sédiment (**Bakus, 1973; Moriarty, 1982, Moriarty et al. 1985**).

I. Etude bibliographique

Les sédiments ingérés par les holothuries aspidochirotés, se composent principalement de matières organiques (des feuilles mortes de posidonies, algues et animaux morts en décomposition) de matières inorganiques (corallines, débris de corail, reste de coquillages et restes inorganiques du benthos), de microorganismes (bactéries, diatomées, cyanophycées et protozoaires) (Massin,1982a ; Moriarty,1982, Robert *et al.*,2000 ; Mezali, 2008).

Les détritiques constituent la part la plus importante du carbone organique assimilé (60 à 70 %). Il est assez généralement admis que les espèces se répartissent plus en fonction des micros habitats disponibles que du type de nourriture (Sloan, 1979 ; Lawrence, 1980 ; Massin, 1982).

La sélection et la préférence alimentaire dépendent des facteurs écologiques, comportementaux et physiologiques. L'absorption de la nourriture ingérée dépend de la plasticité et des réactions anatomiques et physiologiques du tube digestif (Bozinovic et Martínez del Rio,1996).

Il existe une sélectivité granulométrique démontrée par Bertram (1936) ; Trefz (1958) ; Yingst (1974 ; 1982) ; Hammound (1982a) ; Mezali et al, (2003) ; Mezali (2004c ; 2008), Yamanouchi (1939) ont montré l'existence de différentes stratégies comprenant une sélectivité pour des particules plus fines ou plus grandes que la moyenne du sédiment environnant.

La sélectivité chimique a fréquemment été démontrée, aussi bien pour les espèces tempérées que profondes. Chez ces espèces le contenu digestif en Carbone et en Azote est bien supérieur à celui du sédiment (Webb *et al.*, 1977 ; Moriarty, 1982 ; Moriarty, 1982).

I.7. Les prédateurs des holothuries

Les « concombres de mer » sont menacés par la surexploitation pour approvisionner les marchés internationaux d'aliments de luxe, ainsi que comme organismes d'aquarium et spécimens pour la recherche biomédicale. Les concombres de mer ont peu d'ennemis naturels, seulement quelques cas de prédateurs tels que les crabes et les étoiles de (Calva 2002).

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

I. Etude bibliographique

I.7.1. Relation des holothuries avec d'autres animaux

L'association entre les holothuries et d'autres organismes commensaux tels que les crabes et les poissons carapides sont communes dans les régions de l'Indopacifique. Le poisson carapide *Carapus acus* (Brünnich, 1768) reste en général dans le cloaque des holothuries et entre ou sort de l'animal quand le sphincter anal s'ouvre (Calva, 2002). Ces poissons généralement vivent en "parasite" à l'intérieur de certaines espèces d'Holothuries et consomment leurs gonades.

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

Selon une étude sur les maladies des Echinodermes, plus d'un tiers des parasites des Echinodermes vivent sur ou dans les holothuries (ectosymbiontes et endosymbiontes). Les principales parties du corps souffrant des infestations sont le système digestif et le coelome (Jangoux, 1990).

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

Les maladies induites par des parasites, sont pour la plupart des plaies de structures créées sur la surface de l'épiderme, des perforations de l'arbre respiratoire ou destruction de la structure chimique du coelome (Becker, 2002), les champignons, les protozoaires qui vivent dans l'intestin et le système respiratoire, et les métazoaires comme les plathelminthes (Barel et Kramer, 1977).

I.8. Mécanisme de défense des holothuries

Les holothuries ont relativement peu de prédateurs; ce fait est probablement relié à leurs corps qui sont coriace et à sa teneur en toxine. L'éviscération appelé couramment autotomie est un mécanisme de défense adopté par la majorité des espèces.

I.8.1. Les toxines des holothuries

Les holothuries ont la particularité de dégager en permanence des toxines appelées saponines. Ces toxines sont cytotoxiques et hémolytiques, donc dangereuses voire mortelles pour la plupart des poissons, ce qui fait que les holothuries adultes ont généralement peu de prédateurs (Mezali et al., 2016).

I. Etude bibliographique

I.8.2. Eviscération ou autotomie des holothuries

Un autre mécanisme de défense des holothuries consiste à éjecter une grande partie de leurs organes internes : on parle alors d'éviscération ou autotomie. L'holothurie continue ses mouvements respiratoires, drainant l'eau de mer directement dans la cavité générale du corps, et vivant au ralenti jusqu'à ce que de nouveaux organes soient régénérés (**Steffens et Kraunus, 2009**).



Figure 07. Phénomène d'éviscération d'*Holothuria poli* (**Heddar, 2017**)

I.9. Mobilité et migration des holothuries

Les holothuries sont considérées comme sédentaires (**Conand, 1991**). Plusieurs espèces présentent des rythmes nyctéméraux marqués, en relation avec la nutrition (**Yamanouchi, 1939 ; Hammond, 1982a**).

Il est possible d'observer un gradient de mobilité entre des espèces presque immobiles et celles capables de se déplacer assez rapidement grâce à des contractions musculaires, comme les Stichopodidae (**Conand, 1991**).

Les espèces tropicales ne paraissent pas effectuer de migrations bathymétriques en relation avec la reproduction, comme cela a été observé pour certaines espèces tempérées (**Levin, 1982 ; Muscat, 1983**).

I. Etude bibliographique

Pendant des cycles de 24 heures, le suivi de quelques individus permet de déterminer la Distance parcourue et la vitesse moyenne par heure, ou par jour. Les valeurs suivantes ont ainsi été obtenues:

Stichopus japonicus : 5-20 cm/heure, soit 1,4 à 4,7 m/jour (**Levin, 1982**) ;

Holothuria mexicana : 4,5 à 5.8 m/jour (**Hammond, 1982b**);

Stichopus californicus : 4m/jour (**Da Silva et al., 1986**) ;

Istiostichopus badionotus : 4,0 à 4,4 m/jour (**Hammond, 1982b**) ;

Stichopus parvimensis (sur sable): 50 cm/heure (**Muscat, 1983**) ;

Stichopus parvimensis (sur rocher) : 10 cm/heure (**Muscat, 1983**).

I.10. Importance écologique des holothuries

Les « concombres de mer » sont des éléments importants de la chaîne alimentaire dans les écosystèmes tempérés et de récifs coralliens à différents niveaux trophiques (**Fechter, 1972**).

Les « concombres de mer » consomment et broient les sédiments et matières organiques en fines particules, retournant les couches supérieures de sédiments des lagunes, récifs et autres habitats et favorisant la pénétration de l'oxygène dans le sédiment marin. Ils sont importants car ils déterminent la structure de l'habitat d'autres espèces. Ils peuvent représenter une part substantielle de la biomasse de l'écosystème marin côtier comme l'écosystème à *Posidonia oceanica* (**Mezali, 2008**).

En l'absence de pression de la pêche, les « concombres de mer » peuvent occuper les replats des récifs indopacifiques à des densités qui peuvent dépasser 35 individus par m², où les individus transforment quotidiennement une quantité énorme de sédiments. (**Fechter, 1972**).

I.11. Importance économique des holothuries

Certain holothuries littorales, d'assez grande taille, sont exploitées pour la consommation humaine. Elles sont, soit consommées crues, soit transformées en un produit sec appelé la "bêche -de mer" ou "trévang" qui est apprécié par les populations asiatiques. Les pêcheries de "bêche de mer" sont artisanales et anciennes et sont principalement localisées dans l'indopacifique (**Conand et Selon, 1988**), et n'ont été que peu étudiées (**Sella, 1940 ; Sachithanantan, 1972 ; Conand, 1986**).

I. Etude bibliographique

Une multitude d'espèces d'holothuries sont exploitées dans le monde entier, de nouvelles espèces sont commercialisées au fur et à mesure que les espèces traditionnellement exploitées se font plus difficiles à trouver, le nombre d'espèces capturées à des fins commerciales varie grandement, la quantité maximale d'espèces en Asie (52 espèces) et en Océanie (36 espèces), ce qui s'explique en partie par la plus grande diversité naturelle existant dans ces régions. Or, on connaît peu de choses quant à l'écologie, la biologie et l'état des stocks de la plupart des espèces commercialisées et, très souvent, celles-ci sont vendues sans identification taxonomique (**Toral et al., 2007**).

Les « concombres de mer » sont maintenant un produit global connu par les Chinois comme « bêche-de-mer », « trévang » ou « haisom » et sont presque des ressources inexploitées dans la région méditerranéenne. Ils sont actuellement récoltés dans la région méditerranéenne et exportés de la Turquie, et le concombre de mer est actuellement le fruit de mer le plus cher en Catalogne et les îles Baléares. Considéré comme un mets délicat dans de nombreux pays asiatiques, il a également un intérêt croissant dans sa valeur médicinale et pharmaceutique. Leur utilisation réussie dans la mer Méditerranée nécessitera de poursuivre le perfectionnement des techniques de l'aquaculture et le développement des processus d'amélioration de l'échelle de production. Même si la majorité des espèces méditerranéennes ne sont pas considérées comme des produits à haute valeur ajoutée (**Benedetto Sicuro et al., 2011**).

Les holothuries sont consommées non seulement pour leurs propriétés gustatives, mais également pour leurs vertus médicinales ; leur chair est censée contenir des substances chimiques possédant des propriétés antibactériennes et antifongiques (**Haug et al., 2002 ; Jawahar et al., 2002**). Les holothuries recèlent divers composés chimiques utilisés pour prévenir l'anémie, combattre certaines formes de cancer, renforcer les défenses immunitaires et atténuer les douleurs arthritiques (**Gana et Merca, 2002**) ; l'Australie a même approuvé l'utilisation de certaines espèces d'holothuries pour le traitement de l'arthrose (**In Micael et al., 2009**).

I. Etude bibliographique

I.12. Ecologie des espèces d'holothuries aspidochirotés étudiées

I.12.1. *Holothuria (Holothuria) tubulosa*

Holothuria tubulosa (Fig. 7) est l'une des espèces les plus communes de la méditerranée (Azzolina et Harmelin, 1989 In Mezali, 2008), Cette espèce peut être retrouvée entre -0.5 et -100 m de profondeur et fréquente différents biotopes tel que : sable, vase, sous les pierres à la base des rochers côtiers ainsi qu'au niveau de l'herbier à *Posidonia oceanica* (Mezali, 2004b ; 2008).

Elle est de couleur brune- rougeâtre ou violacée, quelque fois noire. Son tégument est coriace et épais. Sa longévité est de 3 à 4 ans (Mezali et Semroud, 1997).

Leur gonade est située à gauche du mésentère dorsal. L'organe de Cuvier est absent. Les podia non blancs sont éparpillés sur toute la surface du corps ; ceux de la région dorsale sont modifiés en papilles (Sellem, 2003).

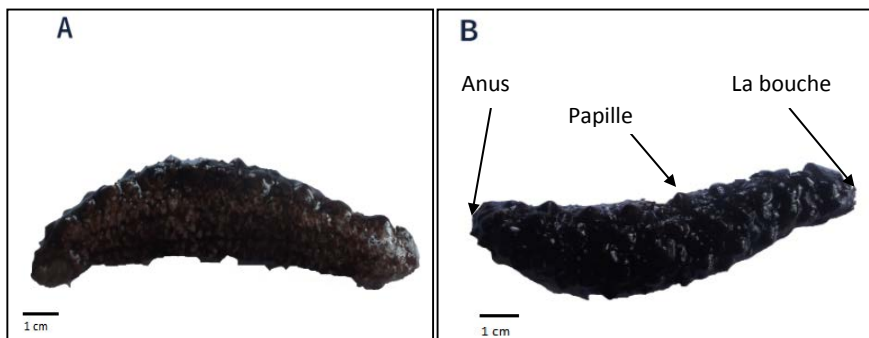


Figure 08: Morphologie externe de *Holothuria (Holothuria) tubulosa*. A : face ventrale, B : face dorsale (Slimane Tamacha, 2017).

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

I.12.2. *Holothuria (Roweothuria) poli*

Est une espèce essentiellement méditerranéenne et littorale, vivant entre 0 et -12 m de profondeur et peut même être retrouvée entre -80 et -250 m de profondeur (Cherbonnier, 1956 In Mezali, 2008).

Cette espèce fréquente des biotopes très variés : sable, vase détritique, roche, Caulerpe et herbier de posidonies (Francour, 1984). C'est une holothurie cylindrique en forme grossière de concombre, mesurant jusqu'à 25cm de long pour 5 cm de large.

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

I. Etude bibliographique

La bouche est située à l'extrémité antérieure, et est entourée d'une vingtaine de tentacules. Elle apparaît généralement très sombre, avec une coloration plus ou moins homogène. Elle ne possède pas de tube de Cuver, sa face ventrale est largement tapissée de podia blancs, qui sont les organes de la locomotion.

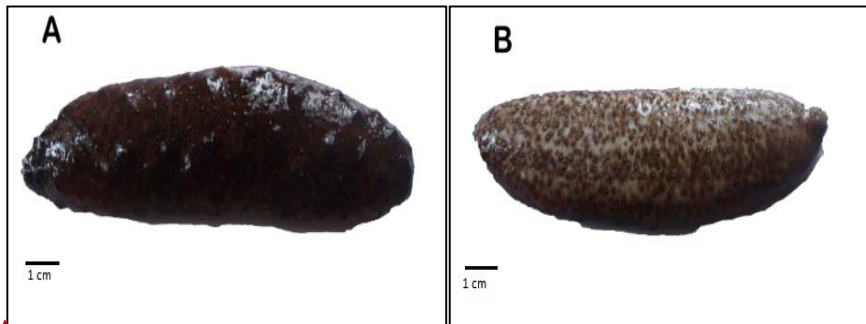


Figure 09: Morphologie externe de *Holothuria (Roweothuria) poli*. A : face dorsale B : face ventrale (Slimane Tamacha, 2017).

I.12.3. *Holothuria (Platyperona) sanctori*

Est distribuée à travers la mer Méditerranée et l'Atlantique Est. Cette espèce préfère l'ombre des substrats rocheux (Pawson, 1978 In Mezali, 2008) et les tombant de matras de l'herbier à *Posidonia oceanica* (Mezali, 2004b).

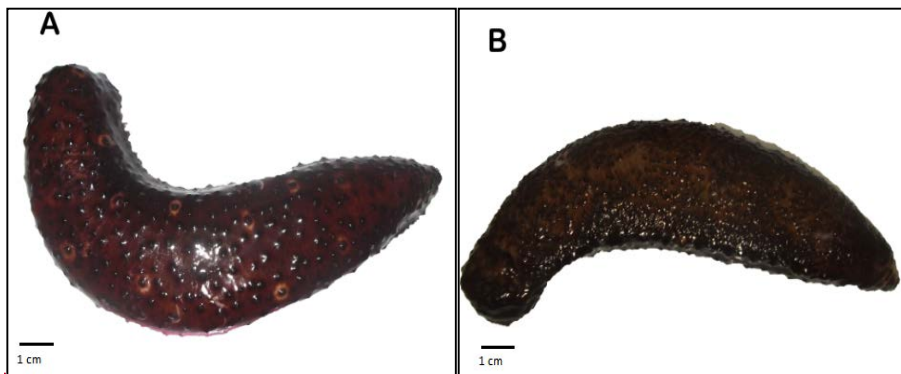


Figure 10: Morphologie externe de *Holothuria (Platyperona) sanctori* avec tache. A : face dorsale B : face ventrale (SLIMANE TAMACHA, 2017).

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

II. Matériel et méthodes

II.1. Caractéristiques de la station d'étude

La station de prélèvement (Ain-Franin) est située dans la baie d'Oran qui appartient à la mer méditerranée occidentale (**Fig. 11**).



Figure 11: Position géographique d'Oran (carrée jaune) dans la Méditerranée occidentale (**Google Maps, 2017**).

II.1.1. Caractéristique de la mer méditerranée

La mer méditerranée est une mer épicontinentale semi-fermée de 4000 km de long, de 800km de large et de 1500m de profondeur en moyenne d'une superficie totale de près de 3 millions de km² (mer Noire comprise). La méditerranée représente respectivement 0.7% et 0.3% de la surface et du volume de l'océan mondial (**Béthoux et al., 1999**). Elle est bordée par trois continents : au Nord par l'Europe, au Sud par l'Afrique et à l'Est par l'Asie (**Quignard, 2002 ; Astruc, 2005**). Elle doit son nom au fait qu'elle est littéralement une « mer au milieu des terres ». Elle comporte deux régions ou bassin occidental et le bassin oriental (**Boutiba, 1998**).

II. Matériel et méthodes

II.1.1.1 Données hydrologiques et hydrodynamisme

La Mer méditerranée est influencée par plusieurs courants ainsi que des tourbillons qui sont des courants fermés ou quasi fermés à différent diamètre.

Le bassin occidental comprend une masse d'eau spécifique. On note 83% d'eau origine Atlantique qui passe par le détroit de Gibraltar et 27% provient des apports des grands fleuves **(In Borsali, 2007)**.

Selon **Millot (1985-1987)** il existe 3 masses d'eau qui se superposent :

II.1.1.1.1. Masse d'eau de surface

L'origine de cette masse est l'eau Atlantique qui pénètre le détroit de Gibraltar quittant les côtes espagnoles pour rejoindre les côtes algériennes et prend le nom de « Courant Algérien ». L'épaisseur de cette couche superficielle est de 50 à 200 m **(In Boutiba, 1992)**.

Les masse d'eau provoquent des upwellings ou le bassin algérien devient le réservoir d'eau Atlantique **(Taupier letage et Millot, 1988) (Fig. 12)**.



Figure 12 : Circulation de l'eau atlantique modifiée **(Millot, 1987)** (La circulation du courant Algérien représenter en rouge).

II. Matériel et méthodes

II.1.1.1.2. Masse d'eau levantine intermédiaire

C'est une couche d'eau chaude ($14,22\text{ C}^\circ$) qui s'écoule par le détroit de Sicile et remonte le long des côtes de Sardaigne ainsi cette eau riche en sels nutritifs se refroidit et s'adoucit au fur et mesure de son parcours vers le Nord (*In Terbeche, 2007*).

D'après *Millot (1987)*, les poches d'eaux levantines intermédiaires sont recentrées dans le bassin Algérien et occupe la couche située entre 200 à 500 m de profondeur (*Taupier Letage et Millot, 1988*) (**Fig. 13**).



Figure 13: Masse d'eau levantine intermédiaire (représentée en rouge) (*Millot, 1987*)

II.1.1.1.3 Masse d'eau profonde

Elle se forme en hiver dans le Nord du bassin occidental (golfe de Lion et bassin Liguro provençal) sous l'action des phénomènes atmosphériques résultant des plongées d'eaux superficielles et intermédiaires qui peuvent atteindre au delà de 500 m dans le bassin occidental et de 700 m dans le bassin oriental. L'augmentation de sa densité permet à l'eau Profonde de plonger et occuper ainsi les fonds (*Millot, 1987*) (**Fig.14**).



Figure 14. Masses d'eau profonde (Représentée en rouge) (Millot, 1987)

II.1.1.1.4 La salinité

La Méditerranée est connue par la concentration ou l'évaporation excède les apports fluviaux ; Ce qui est responsable d'une baisse de niveaux de la mer estimé à 1m par an (**In Boutiba, 1992**).

Les données de **Millot (1985)** ont montrés d'importantes variations de salinité entre les différentes masses d'eau. Au large de la région d'Oran, la salinité est estimée de 37% à 20 m, 36-48% entre 20 et 50m, 38 – 8% entre 50 à 100 m (**Millot, 1985**).

II.1.1.1.5 Les houles

Etant le facteur le plus important dans la dynamique sédimentaire des petits fonds, sa direction de propagation est liée à celle du vent et de la profondeur, tant que la profondeur est plus grande que la longueur d'onde de la houle. Ainsi la houle de la baie d'Oran suit le régime des vents, qui est un régime saisonnier comme pour le reste de la marge algérienne (**Leclaire, 1972**). En hiver, les houles sont de direction W-NW (300°) et en été, elles sont de direction N-NE (20° - 40°) (**Benzohra, 1993**). Au contact des irrégularités du fond, les houles donnent lieu à des rouleaux qui provoquent la mise en suspension des particules favorisent leur déplacement. Le sens et l'intensité de ce courant sont fonction de l'amplitude de l'incidence de la houle par rapport à la cote de la topographie de la plage sous- marine et de la granulométrie des sédiments (**Millot, 1989**).

II. Matériel et méthodes

II.1.1.1.6. Température de l'eau des eaux superficielles

La température de l'eau superficielle est liée étroitement à la température atmosphérique et varie en fonction des saisons. La Méditerranée est relativement chaude selon **(Berenger, 1955)** au dessus des 400 m à partir de ce niveau de profondeur la méditerranée est un véritable réservoir de chaleur **(Paynexy, 1994)**.

Au printemps elle atteint 17 à 18 °C au mois de mai. En été elle se situe entre 25 et 26 °C en aout. L'automne est précisément en novembre la température de l'eau de mer retombe aux alentours des 18 et 19°C. En hiver elle se situe autour de 14 °C.

II. 1.2. La baie d'Oran

La baie d'Oran représente une assez grande surface largement ouverte vers la Méditerranée. Sa façade maritime occupe une portion de 1/3 du littoral algérien **(Bouras et Boutiba, 2006)**. Elle est située dans la partie Nord occidentale de l'Algérie **(Fig. 11)**. L'étendue de cette dernière avoisine les 180 kilomètres et représente une largeur moyenne de 20 à 25 km. Elle offre une structure morphologique variable et tourmentée à peu près régulière sous tendue par un diamètre imaginaire allant de cap Falcon à l'Ouest jusqu'à Cap de l'Aiguille à l'Est, ou s'alternent avec un pourcentage à peu près équivalent des côtes rocheuses (45%) et des côtes basse de matériaux meubles (46%) **(Boutiba et al., 2004)**.

II.1.2.1. Données climatiques de la région d'Oran

Le climat de région d'Oran est de type méditerranéen, chaud l'été (la température maximale est 35 °C) et doux et humide l'hiver (a température maximale est 9 °C) avec une saison sèche très marquée entre la mi-juin et la mi-septembre **(In Terbeche, 2007)**.

Ces caractéristiques sont sous des conditions estivales dues à l'alternance de brises de mer fraîches et humides et de brises de terre chaudes et sèches **(Saada, 1997)**.

II.1.2.1.1. La pluviométrie

En Algérie, les pluies sont surtout d'origine orographique. La zone littorale oranaise est caractérisée par deux saisons de pluie : une grande centrée sur l'hiver, et une petite et courte centrée sur l'automne **(In Boutiba, 2004)**.

La pluviométrie moyenne annuelle sur l'ensemble du littoral algérien s'élève à 6 776 mm **(In Boutiba, 1992)**.

II. Matériel et méthodes

Selon **Touarsi et Begoug (2000)**, la pluviométrie est variable d'une année à l'autre. La pluviométrie de la région d'Oran reste une des faibles de l'Algérie de Nord, ce phénomène étant dû à l'assèchement des masses d'air à la traversée des montagnes ibériques et marocaines.

II.1.2.1. 2. Les vents

Les vents de la baie d'Oran soufflent d'Ouest, sud-ouest, au mois de décembre ; les vents Ouest et Sud au mois de janvier, novembre, mars, avril et mai. Il existe par ailleurs des vents chauds (Sirocco) provenant du Sud et Sud-ouest, ce sont des vents chauds et secs de 9 à 16 jours par an. (*In Ghodbani, 2001*).

II.1.2.2. La station étudiée : Ain Franin

Le site d'Ain Franin (**Fig. 15**) est situé sur la côte ouest algérienne. Il se trouve implanté entre les deux caps formant la grande baie d'Oran, le cap Ferrat au nord et le cap Falcon au sud-est et à 8 km de Kristel (Coordonnée géographique : $00^{\circ} 35' 46'' 864''$ N $30^{\circ} 768' 00''$ W), considéré comme une zone non impactée car l'action anthropique (*In Hebbar, 2005*).



Figure 15: Situation géographique de la station étudiée (Google maps, 2017).

II. Matériel et méthodes

II.2.Choix et intérêt du matériel biologique (espèces étudiées)

Au début de cette étude notre choix a porté sur une espèce herculéenne originaire de l'océan atlantique (*Holothuria arguinensis*), récemment signalée dans les côtes algériennes par **Mezali et Thandar (2014)**. Mais la non disponibilité et la rareté de cette espèce dans la station prospectée (Ain Franin), nous a amené à ne pas considérer cette espèce. Nous l'avons remplacé par les espèces d'holothuries aspidochirotés les plus abondantes retrouvés dans le site étudié (Ain Franin).

Il s'agit d' *Holothuria (Holothuria) tubulosa*, *Holothuria (Roweothruia) poli* et *Holothuria (Platyperona) sanctori*.

II.3.Méthode d'échantillonnage

II.3.1.Prélèvement

Le matériel biologique sur lequel nous avons travaillé a été prélevé dans la zone d'Ain Franine qui est située dans la baie d'Oran. L'échantillonnage qui nous a été fourni (entre juillet 2016 et mars 2017) à été bien conservé dans des piluliers contenant du formol (5% pour les gonades et 10% pour le spécimen en entier). Entre avril et mai 2017, nous avons récolté des échantillons frais à la main et au hasard, par temps calme dans les eaux de faible profondeur (entre 04 à 08 mètre). C'est sur cet échantillon que nous avons appris à déterminer l'espèce, la disséquer, prélever les gonades et calculer l'indice Gonado Somatique.

Le nombre d'individus prélevé a été déterminé selon l'abondance et la possibilité de prélèvement (état de la mer).

L'échantillon collecté (lots de 20 individus en moyenne par espèce et par mois) est placé dans une glacière contenant de l'eau de mer du milieu ambiant.

II. Matériel et méthodes

II.4. Traitement au laboratoire

Notre travail s'est réalisé dans le laboratoire pédagogique de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université de Mostaganem.

II.4.1. Identification des holothuries

Pour l'identification des holothuries, nous avons examiné les éléments endosquelettiques (les sclérites) et quelques caractères morphologiques et anatomiques visibles (tel que la consistance du corps, l'existence de taches blanches et de tubes de Cuvier, nombre de tentacules, etc...).

Afin de pouvoir observer au microscope les sclérites des espèces prélevés, on prélève sur la face ventrale de chaque individu, un fragment de derme. Suite à cette opération, on submerge le prélèvement effectué dans de l'eau de javel à une concentration de 12° et on attend jusqu'à ce que les tissus soient complètement dissous. A ce moment une goutte est mise entre lame et lamelle pour son observation au microscope photonique au grossissement x 40 (Mezali, 2008).

II.4.2. Dissection et manipulation

Chaque individu de chaque lot et de chaque espèce (*Holothuria tubulosa*, *H. poli* et *H. sanctori*) collecté est anesthésié avec du Chlorure de Magnésium ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$) (Mezali, 2008). Et ceci pour faciliter la dissection et pour prendre les mesures de la longueur anesthésié (critères de mesure qu'on a adapté).

Les holothuries sont ensuite disséquées le long du corps de la bouche vers l'ouverture du cloaque (Fig. 16), éviscérés et vidés de leurs tractus digestif et les annexes. Les gonades sont soigneusement récupérées et égouttées pendant 5 à 10 minutes sur du papier buvard et sont pesés dans des boites de Pétrie à l'aide d'une balance à précision à 0.01g près (Figs. 18 ; 19). Les gonades sont aussitôt récupérées dans des piluliers contenant du formole (dilué à 5%), et cela pour l'étude ultérieure des caractères macroscopiques des gonades (mesures biométriques effectués sur les tubules ; nombre de ramification des tubules, etc...).

II. Matériel et méthodes



Figure16 : Dissection au laboratoire d'une holothurie « *Holothuria poli* » à l'aide d'une lame bistouri (Photo : F. Slimane Tamacha, 2017).



Figure17 : Présentation de la position de la gonade (en orange) au niveau du corps de *Holothuria* (*R.*) *poli* de la station de Ain Franine prélevé en avril 2017 (Photo : F. Slimane Tamacha, 2017).

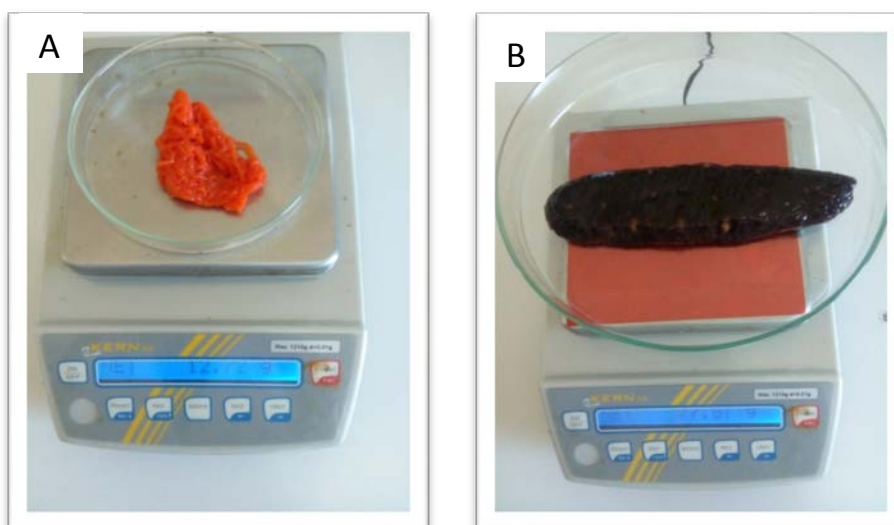


Figure18 : (A). Mensuration du poids de la gonade d'*H. Sanctori* ; (B). Mensuration du poids humide d'une holothurie échantillonné dan le site d'Ain Franin (Photo par : Heddar, 2017).

II. Matériel et méthodes

Une série de mesures pondérales et linéaire sur chaque gonade de chaque individu a été réalisé à savoir : Le poids humide frais total (PFT) des gonades à l'aide d'une balance de précision (à la précision de 0,01g) (**Fig. 18**) ; le nombre des tubules de chaque touffe de gonade ; le diamètre des tubules à l'aide d'un pied à coulisse électronique (à la précision de 0.01mm) (**Fig. 19**) (**Navaro et al., 2012**).

Au sein d'une population d'holothuries où le développement gonadique est simultané, une fois la saison de reproduction terminée, les tubules gonadiques régressent après l'expulsion des gamètes ; il est alors possible que les gonades ne puissent être observées pendant une certaine période (**Purwati et Luong-van, 2003**).

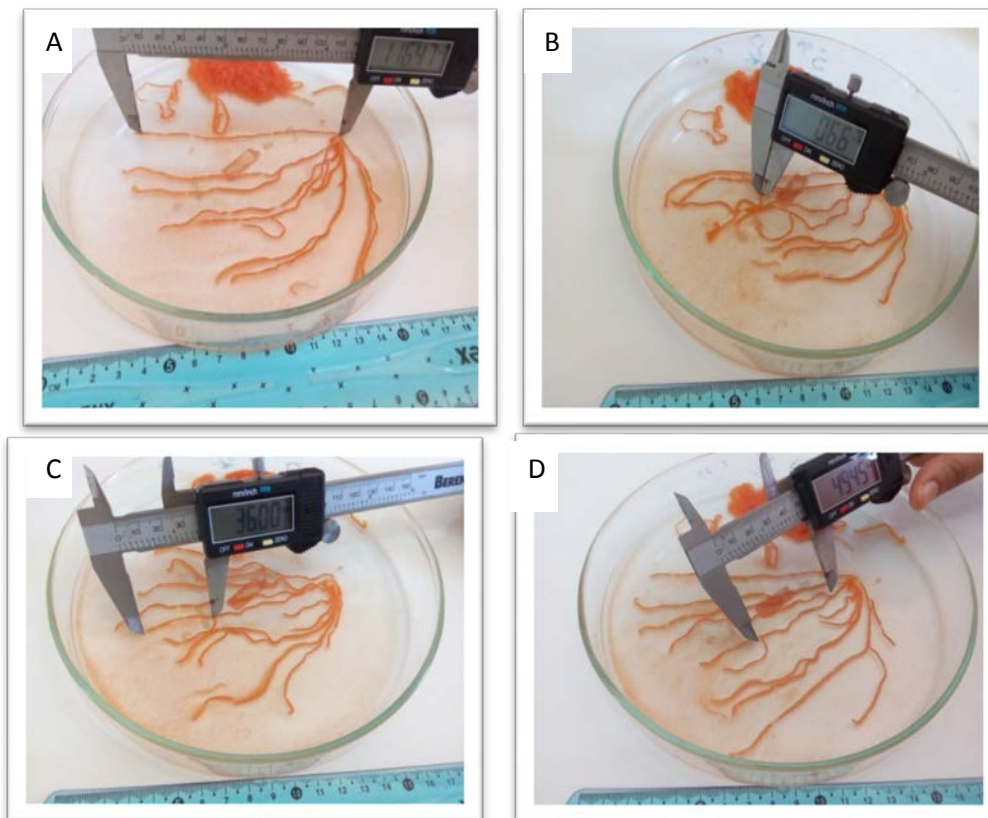


Figure19 : Les mensurations effectuées sur les gonades de *Holothuria poli* de la station de Ain Franine: (A). longueur des tubules, (B). diamètre des tubules, (C). longueur des saccules, (D). la longueur de l'espace de la bifurcation (**Photos par : Agboubi, 2017**).

II.5. Détermination des paramètres de la reproduction

II.5.1. Indice gonadique

Pour déterminer la ou les périodes de reproduction et les différentes étapes du cycle reproducteur de chaque espèce étudiée, on calcule l'indice gonadique (IG).

Plusieurs méthodes ont été utilisées pour obtenir un indice de la variation cyclique des organes reproducteurs des Invertébrés marins. Toutes ces méthodes sont basées sur des variations relatives entre le poids de la gonade et le poids humide frais du corps qui sont comparables les unes aux autres.

Pour calculer L'indice gonadosomatique, on utilise le rapport entre le poids de la gonade et le poids total de l'individu frais éviscéré par la formule suivante (**Conand, 1981 ; 1993b ; Ramofafia et al., 2001 ; Asha et Muthiah 2008 ; Gaudron et al., 2008 ; Kohler et al., 2009**):

$$IG = \frac{\text{poids de la gonade}}{\text{poids humide du corps}} \times 100$$

II.5.2. Détermination des stades de maturité sexuelle

Dans notre étude les stades de maturité sexuelle sont identifiés selon la classification de **Conand, 1981 modifié par Shiell et Uthicke 2005** qui comporte 5 stades :

Stade I : repos sexuel ou tubules indéterminé ;

Stade II : croissance des tubules ;

Stade III : tubules mature ;

Stade IV : Post-émission gamétique ;

Stade V : des tubules vides.

II.5.3. Caractéristiques des tubules gonadiques:

Les stades de maturités ont été établis par rapport aux caractéristiques physiques et morphométriques des tubules gonadiques (couleur, ramifications, longueur et diamètre).

III. Résultat et discussion

III.1. Echantillonnage et lots d'holothuries prélevés mensuellement

Notre objective porte sur le comportement reproducteur des holothuries aspidochiotes de la baie d'Oran, ou la zone d'Ain-Franin est considérée. Notre échantillonnage est basé sur les échantillons de trois espèces d'holothuries aspidochiotes (*H. tubulosa* ; *H. poli* et *H. sanctori*) collecté par Madame SLIMANE-TAMACHA pendant neuf mois entre juillet 2016 et mai 2017. Le cycle annuel n'a pas été complété (absence d'échantillonnage en septembre et novembre) en raison des conditions météorologiques défavorables. Les effectifs par espèce échantillonnées sont reportés dans le **Tableau 01**.

Tableau 01. Effectifs des échantillons mensuels par espèces d'holothuries aspidochiotes prélevées dans le site d'AinFranin (Oran).

| Espèces Mois | <i>Holothuria</i> (<i>H.</i>) <i>tubulosa</i> | <i>Holothuria</i> (<i>R.</i>) <i>poli</i> | <i>Holothuria</i> (<i>P.</i>) <i>sanctori</i> | Total / mois |
|----------------------|--|--|--|--------------|
| Juillet 2016 | 1 | 16 | 7 | 24 |
| Aout 2016 | 6 | 21 | 2 | 29 |
| Septembre 2016 | - | - | - | - |
| Octobre 2016 | 3 | 3 | 6 | 12 |
| Novembre 2016 | - | - | - | - |
| Décembre 2016 | - | 5 | 3 | 8 |
| Janvier 2017 | 8 | 8 | 9 | 25 |
| Février 2017 | 1 | 10 | 26 | 37 |
| Mars 2017 | 1 | 26 | 27 | 54 |
| Avril 2017 | 2 | 43 | 12 | 57 |
| Mai 2017 | 20 | 27 | 3 | 50 |
| Total /espèce | 42 | 159 | 95 | 296 |

III. Résultat et discussion

III. 2. Observations macroscopiques et stades de maturité des gonades chez les holothuries aspidochirotes étudiées

Les gonades des holothuries sont différentes aux autres échinodermes puisque l'ovaire et les testicules est unique, ne présentant donc pas de symétries pentamètre (**Conand, 1989**).

Les observations macroscopiques effectuées sur les gonades des trois espèces d'holothuries étudiées durant chaque stade de maturité sont détaillés dans les paragraphes qui suivent.

III.2.1. *Holothuria (P.) sanctori*

On observe que chez l'espèce *Holothuria (P.) sanctori*, la coloration des tubules change tout au long de l'Année, en fonction de la maturité sexuelle. Chez les femelles on observe des couleurs translucides et légèrement rosées pendant la phase de croissance (stade II), alors que la couleur orange ou même rougeâtre domine pendant la maturité (stade III). Pendant et après la ponte (stade IV & V), la coloration change de brunâtre à translucide, souvent repéré avec taches d'orange foncé (phagocytes). Chez Les males la couleur des tubules durant le stade II est saumon. Cette couleur devient blanchâtre et beige pendant le stade III. Par ailleurs, les couleurs brunes et translucides sont observées pendant et après la ponte (stade IV et V) (**Tab. 2**).

La ramification des tubules est variée entre les sexes pendant les différents stades de maturité sexuelle. On observe une augmentation du nombre des saccules chez les deux sexes entre les stades de croissance (II) et de la maturité (III) (**Tab.2**).

Le volume des tubules va augmenter principalement au stade II (de janvier à avril); leur croissance est moins accentuée jusqu'au mois de juillet. Les gonades atteignent leurs maturités au stade III (entre mars à mai). Le stade IV commence à s'engendrer en juillet - aout. La plupart des tubules sont complètement vidée au stade V jusqu'au mois de janvier (**Fig. 20**).

III. Résultat et discussion

Tableau 2. Caractéristiques morphométriques, observations macroscopiques et stades de maturité des gonades d'*H. (P.) sanctori* de la région d'Ain-Franin (Oran). ET : écart type.

| Stade | Sexe | Longueur ± ET | Diamètre ± ET | Branche ± ET | Couleur | Mois | Caractéristiques macroscopiques |
|-------------------|------|---------------|---------------|--------------|------------|---------|---|
| II Croissance | @8 | 42,61±19,55 | 0,22±0,19 | 11,28±5,04 | Blanchâtre | Janvier | Tubules petits et minces. |
| | B 11 | 45,37±9,23 | 0,27±0,11 | 8,76±2,69 | Saumon | | |
| II | @8 | 53,95±14,75 | 0,28±0,20 | 13,39±5,80 | Blanchâtre | Février | Tubules petits et minces. |
| | B 11 | 67,89±19,48 | 0,29±0,20 | 13,07±4,63 | Saumon | | |
| III Maturation | @12 | 95,94±31,38 | 0,64±0,30 | 21,98±10,43 | Rougeâtre | Mars | . Tubules larges, longs et densément emballés, occupant presque toute la cavité intérieure de l'animal. |
| | B 12 | 71,75±14,71 | 0,26±0,06 | 12,77±3,44 | Saumon | | |
| III | @7 | 103,90±6,61 | 0,67±0,20 | 24,3±17,65 | Rougeâtre | Avril | Tubules larges, longs et densément emballés, occupant presque toute la cavité intérieure de l'animal. |
| | B 4 | 78,53±17,80 | 0,36±0,14 | 11,25±1,69 | Beige | | |
| III | @2 | 112,52±77,47 | 1,05±0,43 | 15,08±7,08 | Rougeâtre | Mai | Tubules larges, longs et densément emballés, occupant presque toute la cavité intérieure de l'animal. |
| | B 1 | 90±0 | 0,92±0 | 20,2±0 | Beige | | |

III. Résultat et discussion

Tableau 2 (suite). Caractéristiques morphométriques, observations macroscopiques et stades de maturité des gonades d'*H. sanctori* de la région d'Ain-Franin (Oran).

| Stade | Sexe | Longueur \pm ET | Diamètre \pm ET | Branche \pm ET | Couleur | Mois | Caractéristiques macroscopiques |
|-----------------|----------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------------|----------|--|
| IV Ponte | @3 | 106,39 \pm 12,94 | 1,4975 \pm 0,41 | 54,01 \pm 36,44 | Orange | Juillet | Tubules larges et étroits. |
| | B2 | 78,68 \pm 15,90 | 0,835 \pm 0,48 | 22,61 \pm 3,88 | beige | | |
| IV ponte | @1 | 88.3 \pm 0 | 0.82 \pm 0 | 39,03 \pm 0 | Orange | Aout | Tubules larges et étroits. |
| | B1 | 58.01 \pm 0 | 0.63 \pm 0 | 23,7 \pm 0 | beige | | |
| V Post ponte | @3 | 41,36 \pm 14,24 | 0,10 \pm 0,09 | 14,25 \pm 1,93 | Brun-vert avec des taches d'orange. | Octobre | Tubules fins et courts complètement vides. Tubules courts et ridés très minces complètement vidé. |
| | B1 | 38,86 \pm 26,85 | 0,19 \pm 0,24 | 10,01 \pm 9,14 | Beige clair | | |
| II Immature | @8 B0 | 13,48 \pm 6,87 | 0,33 \pm 0,12 | 5,16 \pm 2,45 | Blanchâtre | Décembre | Tubules petits minces et courts. |

III. Résultat et discussion

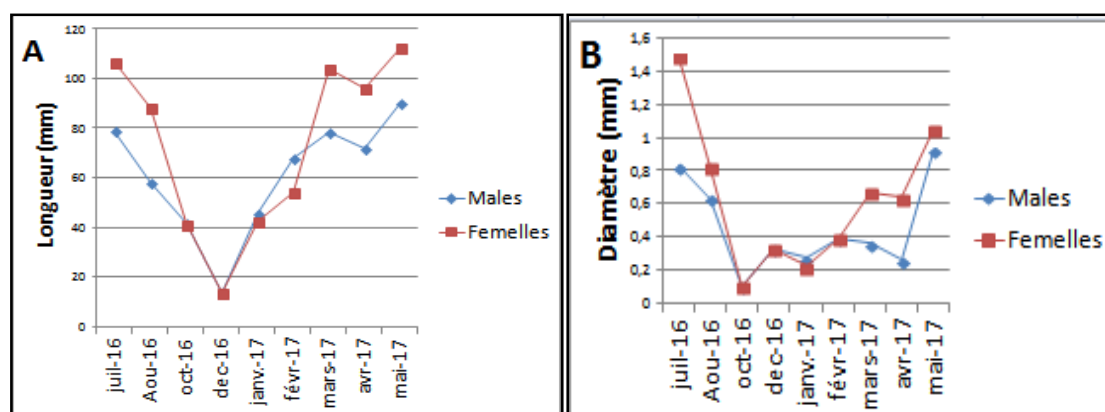


Figure 20. Mesures biométriques réalisées sur les tubules gonadiques d'*Holothuria sanctori* de la région d'Ain-Franin. (A) : Longueur mensuelle moyenne; (B) : Diamètre moyen.

III.2.2. *Holothuria (R.) poli*

Chez les individus d'*Holothuria (R.) poli*, la coloration des tubules change également tout au long de l'année, en fonction de la maturité sexuelle. Chez les femelles des couleurs blanchâtres sont observées pendant la phase de croissance (stade II), alors que les couleurs orangées sont visible pendant le stade III. Pendant et après la ponte (stade IV et V), la coloration change, de brunâtre à translucide, souvent repéré avec des taches de couleur orange foncé (phagocytes). Pour les males la couleur des tubules au stade II & III est blanchâtre et beige. Enfin les couleurs beige et saumon sont observées pendant et après la ponte (stade IV et V) (**Tab. 3**).

La ramification des tubules ne varie pas entre les sexes durant les différents stades de la maturité sexuelle des gonades. On observe une augmentation du nombre de saccules chez les deux sexes entre le stade de croissance (II) et le stade maturité (III) (**Tab. 3**).

La longueur et le diamètre des tubules augmentent principalement durant le stade II (de février à avril), mais leurs croissance est moins accentuée jusqu'au mois de juillet. Les gonades atteignent leur maturité au stade III le mois de mai. Le stade IV commence à s'engendrer entre les mois de juillet - aout. La plupart des tubules ont été complètement vidée (stade V) jusqu'en janvier (**Fig. 21**).

III. Résultat et discussion

Tableau 3 : Caractéristiques morphométriques, observations macroscopiques et stades de maturité des gonades d'*H. poli* de la région d'Ain Franin (Oran).

| Stades | Sexe | Longueur des tubules (mm) | Diamètre des tubules (mm) | Ramifications | Mois | Couleur | Caractéristiques macroscopiques |
|--------|------|---------------------------|---------------------------|---------------|---------|-------------------------|---|
| II | @6 | 30±14,15 | 0,11± 3,66 | 6,02±3,65 | Jan. | Blanchâtre | Tubules court et mince. |
| | B5 | 24,91±4,14 | 0,11±0,03 | 7,93±2,72 | | | |
| II | @7 | 30,79±20,43 | 0,23±0,11 | 6,34±3,5 | Fév. | Blanchâtre | Tubules court et mince. |
| | B4 | 23,58±15,02 | 0,34±0,15 | 6,9±7,40 | | | |
| II | @169 | 28,30±8,95 | 0,30±0,22 | 12,11±7,36 | Mars | Blanchâtre | Tubules petits et minces. |
| | B9 | 23,88±33,88 | 0,22±0,22 | 10,7±3,70 | | | |
| II | @30 | 26,24±9,39 | 0,29±0,16 | 8,27±3,61 | Avril | Beige | . Tubules petits et minces. |
| | B14 | 23,36±7,84 | 0,23±0,11 | 8,3±3,55 | | | |
| III | @17 | 35,77±21,88 | 0,39±0,17 | 10,7±5,18 | MAI | Orange Blanchâtre | Tubules long et trop épaisse occupe presque la cavité intérieure de l'espèce. |
| | B6 | 34,17±16,77 | 0,45±0,69 | 6,8±3,89 | | | |
| IV | @5 | 87,38±54,54 | 1,29±0,79 | 24±13,77 | Juillet | Rougeâtre Blanchâtre | Tubules long et épaisse. |
| | B4 | 42,68±16,49 | 0,66±0,34 | 13,1±4,46 | | | |
| IV | @11 | 69,57±21,19 | 0,80±0,11 | 22,6±11,84 | Aout | Rougeâtre Blanchâtre | Tubules long et épaisse. |
| | B7 | 56,39±21,10 | 1,07±0,84 | 18,5±9,56 | | | |
| V | @1 | 57,22±0 | 0,43±0 | 4±0 | octobre | Blanc Beige | Tubules courts et ridés très minces complètement vidé. |
| | B1 | 57,22±0 | 0,43±0 | 4±0 | | | |
| II | @4 | 14,14±3,56 | 0,13±0,08 | 4,2±0,20 | Déc. | Blanc | tubules court et mince. |
| | B3 | 15,2±2,45 | 0,10±0,01 | 4,52±0,30 | | | |

III. Résultat et discussion

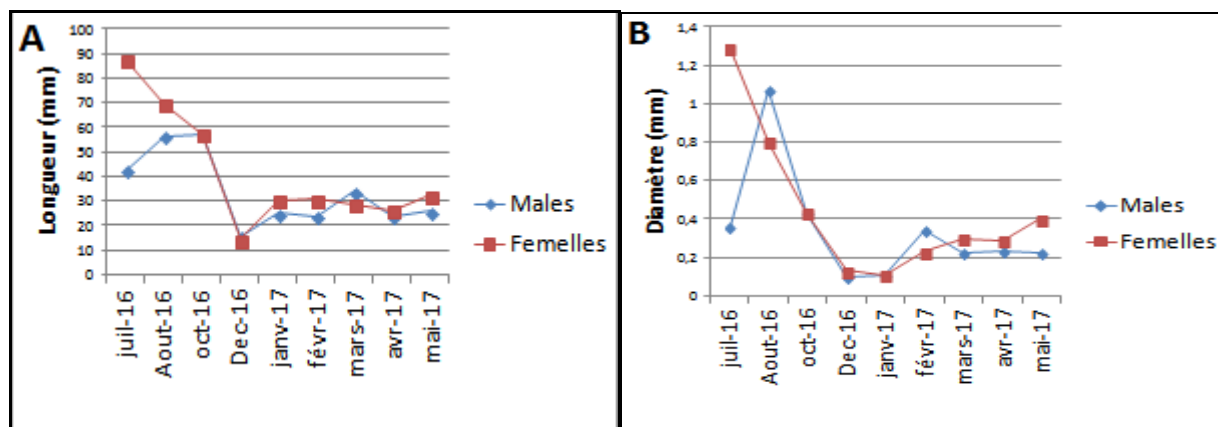


Figure 21. Mesures biométriques des tubules gonadiques d'*Holothuria poli* de la région d'Ain Franin. (A) : Longueur mensuelle moyenne; (B) : Diamètre moyen.

III.2.3. *Holothuria (H.) tubulosa*

La coloration des tubules gonadiques change également tout au long de l'année, en fonction de la maturité sexuelle. Chez les femelles de cette espèce, des couleurs saumon sont signalés pendant la phase de croissance (stade II), alors que ces couleurs sont orange pendant la maturité (stade III). Pendant et après la ponte (stade IV et V), la coloration des tubules change en beige, mais cette période est souvent repérée par des tubules gonadiques présentent des taches orange foncée. Pour les mâles, la couleur des tubules gonadiques durant les stades II & III est blanchâtre. On observe par contre des couleurs beige et saumon pendant et après la ponte (aux stades IV & V) (**Tab. 4**).

On remarque que la ramification des tubules gonadiques ne varie pas entre les sexes pendant les différents stades de maturité sexuelle, on observe par contre, une augmentation du nombre de saccules dans les deux sexes entre le stade de croissance (stade II) et de maturité (stade III) (**Tab. 4**).

La longueur et le diamètre des tubules augmentent principalement durant le stade II (en février). Par contre, la croissance est moins accentuée jusqu'au mois de juillet.

Les gonades atteignent leur maturité (stade III) durant les mois d'avril et mai, et elles commencent à engendrer le stade IV en mois de juillet. La plupart des tubules gonadiques sont complètement dépensés au stade V jusqu'au mois de janvier (**Fig. 22**).

III. Résultat et discussion

Tableau 4 : Caractéristiques morphométriques, observations macroscopiques et stades de maturité des gonades d'*H. tubulosa* de la région d'Ain Franin (Oran).

| Stade | Sexe | L±ET | D±ET | Branche± ET | Mois | Couleur | Caractéristiques macroscopiques |
|-------|----------|------------|-----------|-------------|---------|------------|--|
| II | @3 | 16,32±0,83 | 0,14±0,04 | 3,51±1,21 | Janvier | Blanchâtre | Tubules courts et minces. |
| | B5 | 11,70±0,07 | 0,20±0,01 | 4,73±0,14 | | | |
| II | @1 | 17,96±0 | 0,18±0 | 12,41±0 | Février | Saumon | Tubules petits et minces. |
| | B1 | 12,6±0 | 0,19±0 | 3,99±0 | | Blanchâtre | |
| / | / | / | / | / | Mars | | / |
| III | @1 | 23,7±0 | 0,22±0 | 11,06±0 | Avril | Blanchâtre | Tubules long et épaisse. |
| | B1 | 22,05±0 | 0,9±0 | 10±0 | | | |
| III | @16 | 23,08±16,8 | 0,39±0,49 | 5,85±5,03 | Mai | Orange | Tubules long et épaisse. |
| | B6 | 17,9±13,08 | 0,40±0,40 | 4,75±2,63 | | Blanchâtre | |
| IV | @1 | 41,8±0 | 0,94±0 | 8,65±0 | Juillet | Orange | Tubules long et épaisse. |
| | B1 | 36,5±0 | 0,49±0 | 8,51±0 | | Beige | |
| V | @1 B0 | 19,87±0 | 0,36±0 | 3,55±0 | Octobre | Beige | Tubules courts et ridés très minces complètement vidés.. |

III. Résultat et discussion

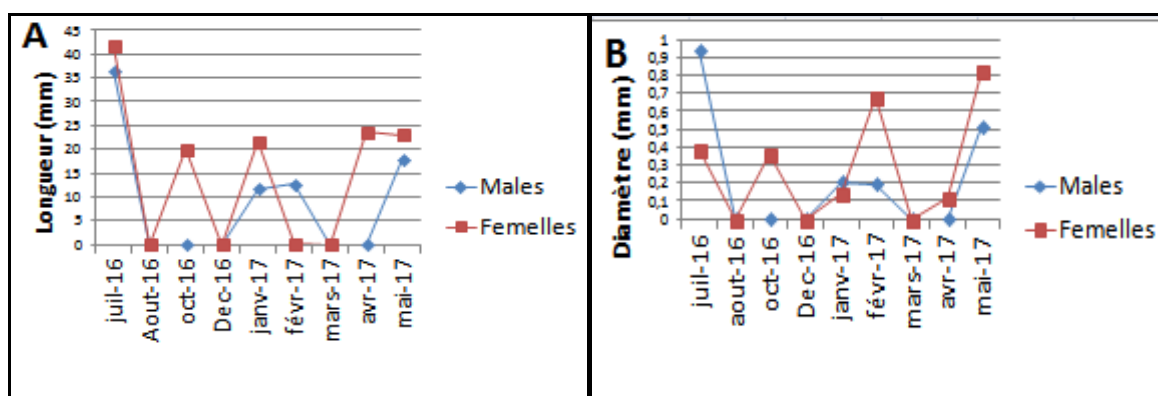


Figure 22. Mesures biométriques des tubules gonadiques d'*Holothuria tubulosa* de la région d'Ain Franin. (A) : Longueur mensuelle moyenne; (B) : Diamètre moyen.

III. 3. Indice Gonado-Somatique moyen (IGSm)

Le calcul de l'IGSm nous permet de déterminer la période de ponte pour chaque espèce d'holothurie étudiée. La valeur de cet indice sera comparée entre les trois espèces considérées dans notre présent travail (*Holothuria tubulosa*; *H. poli* et *H. sanctori*) et comparées à celles obtenues dans d'autres travaux.

III.3.1. Evolution mensuelle de l'IGSm (tous sexes confondus)

L'évolution mensuelle des IGSm des trois espèces d'holothuries étudiées sont indiquées dans le tableau 05 et la figure 23.

Tableau 05. Les moyennes des indices Gonado-Somatique (IGSm) exprimés en (g) ± (Ecart-type) des trois espèces d'holothuries de la région d'Ain Franin.

| Mois | Juil. - 16 | Aout-16 | Oct. - 16 | Déc. - 16 | Jan. - 17 | Fév. - 17 | Mar. - 17 | Avril-17 | Mai. - 17 |
|--------------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| <i>H. sanctori</i> | 14,20 ± 7,28 | 12,04 ± 0 | 0,40 ± 0,42 | 0,39 ± 0,12 | 0,84 ± 0,70 | 0,73 ± 0,30 | 2,69 ± 1,32 | 7,34 ± 13,75 | 7,88 ± 5,91 |
| <i>H. poli</i> | 6,07 ± 3,67 | 11,47 ± 7,35 | 0,56 ± 0,46 | 0,62 ± 0,14 | 0,66 ± 0,28 | 1,32 ± 1,20 | 2,88 ± 3,96 | 2,23 ± 3,91 | 2,32 ± 1,88 |
| <i>H. tubulosa</i> | 0,6 ± 0 | 12,42 ± 5,59 | 6,60 ± 5,43 | 0 | 0,85 ± 1,42 | 0,73 ± 0,30 | 2,69 ± 1,32 | 7,34 ± 13,75 | 7,88 ± 5,91 |

III. Résultat et discussion

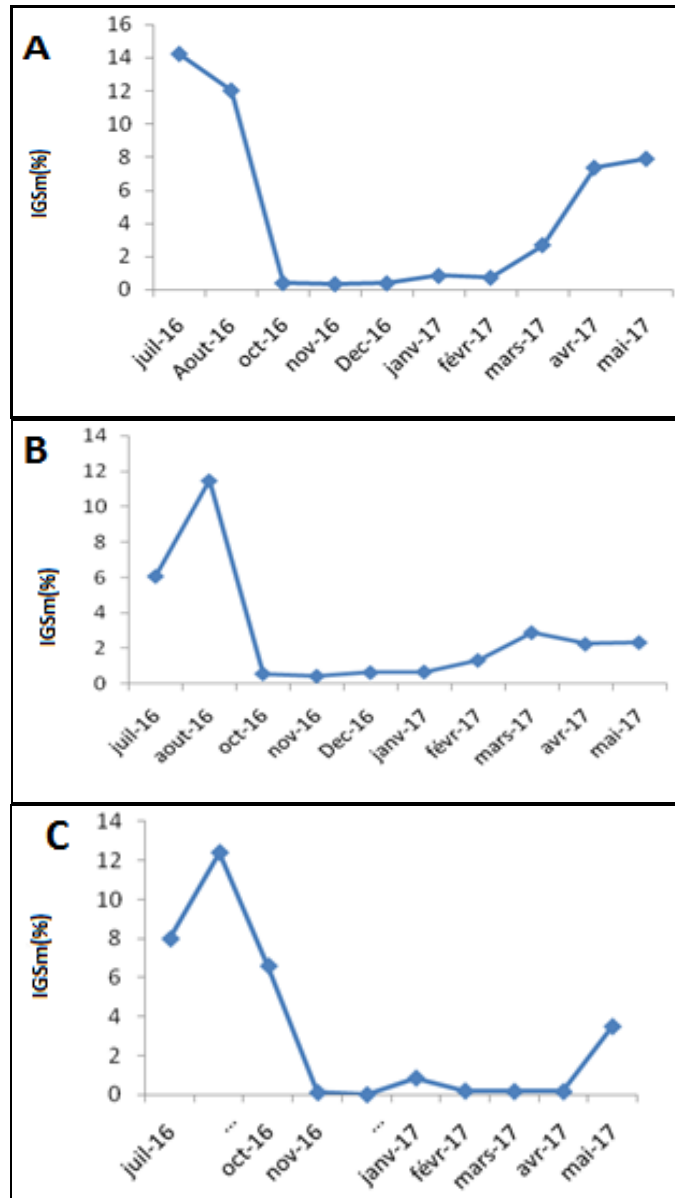


Figure 23. Evolution mensuelle de l'indice gonadosomatique moyen d' *Holothuria sanctori* (A) ; *Holothuria poli* (B) et *Holothuria tubulosa* (C) de la région de Ain Franin.

Les résultats obtenus sur les variations de l'IGSm montrent un taux élevé de ce paramètre durant les mois de juillet et août pour les populations d'*Holothuria (R.) poli* le maximum est atteint en mois de juillet, alors que pour la croissance des gonades *Holothuria (P.) sanctori* atteint son maximum en mois d'août.

III. Résultat et discussion

Pour l'*Holothuria (H.) tubulosa*, l'échantillonnage de cette espèce durant la période du suivi est très faible sauf pour le mois de mai on retrouve une augmentation d'effectif pour cette espèce. La phase de croissance des gonades atteint son pic en mois d'août.

III. 4. Discussion

Durant ce travail, les résultats de l'étude morphométrique des tubules gonadiques (basé sur des mensurations et observations visuelles) et du cycle de reproduction (à travers le calcul de l'IGSm) des trois espèces d'holothuries aspidochirotés *Holothuria (P.) sanctori*, *Holothuria (R.) poli* et *Holothuria (H.) tubulosa* échantillonnées dans le site de Ain-Franin (Oran) ont été obtenus. Les sexes étant séparés sans qu'il y ait de dimorphisme sexuel apparent ; le seul critère de sexage étant la gonade elle-même. Par conséquent, Il est impératif d'ouvrir l'animal pour identifier son sexe.

Après la dissection de l'animale, nos observations ont révélés généralement des gonades orange à rougeâtre chez les femelles, et blanchâtre pour les mâles selon que l'on se trouve au début ou à la fin de la maturation sexuelle.

La longueur et le diamètre des tubules gonadiques augmentent à partir du stade II jusqu'au stade IV.

L'étude du cycle de reproduction des trois espèces étudiées nous a permis de décrire un comportement sexuel lié aux cycles mensuels, avec une phase de croissance principalement dans les mois du mars jusqu'à mai (printemps), suivit d'une ponte en Juillet et août (été). A partir du fin du mois de septembre jusqu'à novembre (automne), les trois espèces récupèrent progressivement de la ponte avant d'entreprendre un nouveau cycle.

Le suivi des stades de maturités des gonades nous a révélé que la phase de croissance constitue une phase d'une longue période (de février jusqu'à mai).

III. Résultat et discussion

La période de ponte peut être influencée par plusieurs facteurs biotiques et abiotiques tels que la température, le biotope et les conditions environnementales. Le site d'Ain Franin est un site non pollué (**Belkhedim, 2009**) ; en générale, la température est plus élevée durant les deux mois juillet et aout dans les cotes algériennes Maouche, 1990 in Mezali, 2008. Nos résultats nous ont indiqués que la période de ponte était en générale durant ces deux mois les plus chauds de l'année pour les trois espèces d'holothuries aspidochirotes étudiées.

La comparaison de nos résultats (périodes de pontes) avec ceux obtenus dans d'autres sites à l'échelle internationale et nationale indiquées dans le tableau 6 nous montrent que dans cette étude, l'indice gonadosomatique moyen (IGSm) de *H. (P.) sanctori* dans le site d'Ain-Franine est similaire au résultat trouvé par **Mezali et al. (2014)** dans la Baie de Bou Ismail et la baie d'Alger qui montrent que le cycle de reproduction de cette espèce est annuel, avec une ponte qui débute à partir du printemps, culminant en été, et se terminant à l'automne, marqué par des valeurs maximales de l'IGSm au début de l'été.

L'IGSm obtenu pour la population d'*H. (P.) sanctori* du site d'Ain Franin a une valeur maximale ($14,20 \pm 7,28$) (**Tableau 05**). Il devrait également être noté que le site d'Ain-Franin est non pollué (**Belkhedim 2009**) et La présence de la matière organique tout au long de l'année semble favoriser la restauration rapide des gonades.

Le maximum des valeurs de l'IGSm chez les mâles et les femelles obtenu en été (juillet à aout), (**Fig. 20**). Cette période est la même que celle des Îles Canaries (océan Atlantique) et la baie de Bou Ismail et la baie d'Alger.

Le tableau 06 présente la comparaison des résultats des périodes de ponte pour les trois espèces d'holothuries étudiées avec ceux obtenus par d'autres auteurs.

L'IGSm obtenu à Ain-Franin est plus faible que celui obtenu pour *H. (P.) sanctori* des îles Canaries où les individus dénombrés sont plus petits (**Navarro et al., 2012**) et dans le site d'Ain Taggourait (**Mezali et al., 2014**).

III. Résultat et discussion

Une bonne similitude du changement temporel de l'IGSm et des stades de maturation des gonades a été rapportée pour divers holothuries aspidochirotés, le développement des gonades semblait être induit par le réchauffement graduel de l'eau. Cela suggère que si la température et/ou la photopériode sont facteurs importants dans le processus de reproduction des espèces étudiées.

Chez *H. (H.) tubulosa* du Gulf de Pagasétique (Grèce), tous les individus avaient des gonades indifférenciées, Pendant la saison chaude, le nombre des femelles et des males presque égal (**Kazanidis et al., 2010**). par contre, dans le site d'Ain- Franin, on a observé que le nombre du femelles supérieures au nombre des males et les gonades différenciées, pendant la saison chaude.

Tableau 06. Les études qui est confirmer notre résultats

| Espèce | Périodes de pontes | Site d'étude | Références |
|--|---------------------------|--|---|
| <i>Holothuria sanctori</i> | Eté | Ile de Gran Canaria (Iles canaries Espagne) | (Navarro et al., 2012) |
| <i>Holothuria tubulosa</i> | Eté | Gulf de Pagasétique (Grèce) | (Georgio kazanidis et al., 2010) |
| <i>Holothuria poli</i> <i>Holothuria tubulosa</i> <i>Holothuria sanctori</i> | Eté | Côte centre Algérien (Alger, Algérie) | Neghli (2014) |
| <i>Holothuria sanctori</i> | Eté | Côte centre Algérien (Alger, Algérie) | Mezali et al. (2014) |
| <i>Holothuria tubulosa</i> | Eté | Côte centre Algérien (Alger, Algérie) | Mezali et Soualili (2014) |
| <i>Holothuria poli</i> <i>Holothuria tubulosa</i> <i>Holothuria sanctori</i> | Eté | Côte ouest oranais (Oran, Algérie) | Agboubi et Heddar (présente étude) |

Conclusions et perspectives

Le but de notre étude est de faire un suivi partiel du cycle reproductif de trois espèces d'holothuries aspidochirotes (*Holothuria tubulosa*, *H. poli* et *H. sanctori*) de la région littoral de Ain-Franin (Oran) par une étude macroscopique des tubules gonadiques afin de déterminer les stades de maturation gonadique; et par un suivi de l'évolution mensuel de l'indice gonadosomatique moyen.

Durant 9 mois échantillonnage nous avons prélevé 159 individus d'*Holothuria (R.) poli*, 93 individus d'*H. sanctori* et 42 individus d'*H. tubulosa*. Les données obtenues (mensurations et pesées des individus éviscérés) ont été utilisées. Nous avons analysé 99 gonades formolé d'*Holothuria (R.) poli*, 60 pour *H. sanctori* et 35 pour *H. tubulosa*. Les caractéristiques morphométriques (longueur et diamètres des tubules gonadiques, nombre de ramifications,...) ont été mesurés et analysés.

Les résultats obtenus sur les mesures biométriques des tubules gonadiques et l'évolution mensuelle des indices gonadosomatiques moyen (IGSm) établis sur les trois espèces d'holothuries étudiées, montrent IGSm maximum 14,20% pour *H. sanctori* dans le mois de Juillet, 11,47% pour *H. poli* dans le mois d'aout et 12,42% chez *H. tubulosa* dans le mois d'aout. Nos résultats ont révélé que les trois espèces étudiées possèdent une période de ponte en été (juillet et août).

La température s'avère un paramètre important pour la reproduction chez ces espèces d'échinodermes.

Enfin en perspectives, il serait nécessaire à l'avenir de compléter notre étude par une étude microscopique des gonades pour pouvoir comparer et confronter les résultats obtenus.

Références bibliographiques

Les références bibliographiques

A

Alain G., Pierre L. et Jean L.M., 1986. Guide des étoiles de mer oursin et autre échinodermes du lagon de nouvelle Calédonie *ORSMTOM*, 244p.

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

Asha. P.S. and Muthiah P. 2008. Reproductive biology of the commercial *sea cucumber* *Holothuria spinifera* (Echinodermata: Holothuroidea) from Tuticorin, Tamil Nadu, India. *Aquacult. Int.* 16: 231-242.

Astruc, G., 2005. Exploitation des chaînes trophiques marines de Méditerranée par les populations de *cétacés*. *Thèse de doctorat de l'Ecole pratique des Hautes Etudes* Université Montpellier II, France.

B

Bakus J. G., 1973. The biology and ecology of tropical holothurians. In: OA Jones and R Edeans (Eds). *Biology and Geology of Coral Reefs Vol. II, Academic Press, New York*, pp. 326-367.

Mis en forme : Police : Italique, Police de script complexe : Italique

Barle C. D., Kramer P.G., 1977. A survey of the echinoderm associates of the north-east Atlantic area. *Zoologische Verhandelingen*. Leiden, Belgique

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

Becker P., 2002. La maladie de la tache Blanche chez l'holothurie comestible commercialisée *Holothuria scabra*. Master thesis. *Univ. Mons-Hainaut, Belgium*.

Behrens, David W., Gosliner, M., Williams, Gary, C., 1996. Coral Reef Animals of Indo-Pacific sea challengers PB. Monterey CA, USA.

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

Références bibliographiques

Belhkedim L., 2009. Contribution à l'étude de la biologie de l'oursin régulier *Paracentrotus Lividus* (LMCK, 1816) du port d'Oran et d'Ain Franin. *Mem. Mag. LRSE. Biol. Poll. Mar. Univ. Oran.* 99p+ Annexes.

Benraho N. et Bouslama S., 2005. Révision de la systématique de deux holothuries aspidochirotes : *Holothuria (Holothuria) tubulosa* (Gmelin, 1788) et *Holothuria (Holothuria) stellati* (Delle Chiaje, 1923) de la région de Stidia (Mostaganem). *Mémoire Ingénieur en Agronomie.* Univ. de Mostaganem. 88p + Annexes.

Benedetto Sicuro & Jay Levine 2011. Concombre de mer en Méditerranée, une espèce potentielle pour l'aquaculture en Méditerranée, p. 299-304.

Bertoncini A. A. ; Machado, L. F., Barreiros, J.P., Paulay, G., Cardigos, F. A. D. 2008. Observation in etude la reproduction sexuée de *Holothuria tubulosa* Gmelin, 1788 (Echinodermata :Holothuroidea) dans les Açores (Atlantique nord –est). *La beche de mer – Bull. CPS n°27.*

Mis en forme : Espagnol (traditionnel)

Bertram G.C., 1936. Some aspect of the breakdown of coral at Ghardaqa. *Red Sea. Proc. Zool. Soc., Lond.:* 1011-1026

Mis en forme : Anglais (États-Unis)

Béthoux, J. P., Gentiti, B., Morin, P., Nicolas E., Pier, C. and Ruiz- Pino, D., 1999. The Mediterranean *Sea*: a miniature Ocean for climatic and environmental studies and a key for the climatic functioning of the North Atlantic. *Prog. Oceanogr.* 44 :131-146.

Références bibliographiques

Borsali, S., 2007. Contamination du rouget de roche *Mulus surmutelus* (L., 1758) dans les organes (foie, muscle et gonades) par trois métaux lourds (Cadmium, Plomb et Zinc) pêché dans la baie d'Oran. *Mém. Mag. Univ. Oran*, 118p.

Bouras D., et Boutiba Z., 2006 - Analyse et cartographie des risques littoraux (littoral oranais, Algérie Nord Occidental). *Bull., Sci., Géogr., INCT*, N° 17 :45-50.

Boutiba Z., 1992. Les mammifères marins d'Algérie. Statut, Répartition, Biologie et Ecologie. *Thèse Doctorat d'Etat en science*. 557p.

Boutiba, Z., Taleb, M. Z., et Abi-Ayed, S.M., 2003- Etat de la pollution marine delà côte oranaise. Edition : Dar El-Gharb. Oran .69p.

Mis en forme : Espagnol (traditionnel)

Bozinovic F & Martinez del Rio C., 1996. Animals eat what they should not: why do they reject our foraging models? *Revista chilena de Historia Natural*. 69: 15-20.

Bultel P., Jangoux M., & Coulon P., 1992. Biometry, bathymetric distribution, and reproductive cycle of the *Holothuroid Holothuria tubulosa* (Echinodermata) from Mediterranean seagrass beds. *Marine ecology- Pubblicazion Della Stazione zoologica di Napoli*. 13(1): 53-62.

Mis en forme : Anglais (États-Unis)

C

Caddy J.F., 1993. Towards a comparative evaluation of human impacts on ® sheries ecosystems of enclosed and semi-enclosed seas. *Rev. Fish. Sci.* 1: 57-95.

Références bibliographiques

Calva L., 2002. Hábitos Alimenticios d'Algunos Echinodermos. Parte 2 : Erizos de mar. y Pepinos de mar. Laboratorio de Ecosistemas Costeros, Département de Hydrobiologie, UAM –Iztapalapa.

Mis en forme : Espagnol (traditionnel)

Chao, S. M., E. Chen Y P. S. Alexander. 1994. Reproduction and growth of *Holothuria atra* (Echinodermata: Holothuroidea) at two contrasting sites in southern Taiwan. *Mar. Biol.*, 119:565-570.

Conand. C., 1981. Sexual cycle of three commercially important holothurian species (Echinodermata) from the lagoon of New Caledonia. *Bulletin of Marine Science* 31(3): 523-544.

Conand C., 1986 – Les ressources halieutiques des pays insulaires du pacifique. Deuxième partie. Les Holothuries. F.A.O. Doc. Tech. Pêche. 272 .2:108p.

Conand C., Sloan N.A., 1988. World fisheries for Echinoderms .In: scientific approaches to management of shellfish resources. *J. F. Caddy (Ed), wiley, New York* (sous presse).

Conand C., & Sloan N., 1989. World fisheries for Echinoderms: 647 -663. In: *Marine Invertebrate Fisheries, Caddy (ed.) Wiley & Sons: 752 p.*

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

Conand C., (1991). Long-term movements and mortality of some tropical sea-cucumbers monitored by tagging and recapture. In: Yanagisawa, Yasumasu, Oguro, Suzuki and Motokawa (eds). *Biology of Echinodermata*. Balkema, Rotterdam. 169-175.

Conand C., 1993. Reproductive biology of the characteristic holothurans from the major communities of the New Caledonia lagoon. *Marine Biology*. 116:439-450.

Conand C., 1994. Les holothuries : ressource halieutique des lagons. *Rapp. Sci. Tech. Biol. Mar.*, (65) :1-86.

Références bibliographiques

Conand C. and Muthiga N., 2007. Commercial sea cucumbers: A review for the western Indian Ocean. WIOMSA Book Series No.5.66p.

Crozier W.J., 1917. Multiplication by Fission in Holothurians. *The American Naturalist* **51**(609): 560-566.

D

Dabbagh A.R., Sedaghat M.R., 2012. Breeding and rearing of the sea cucumber *Holothuria scabra* in Iran SPC *Bêche-de mer- Information Bulletin* n° 32.

Mis en forme : Anglais (États-Unis)

Dirk Steffens et Ninette kraunus, 2009.Série documentaire steffens ent-deckt, épisode palau- korallenparadies des Sudsee.

F

Mis en forme : Espagnol (traditionnel)

Fajardo Leon M.C., Michel Guerrero E., Singh Cabanillas J., vélez barajas J.A., Massé Rojas A. 1995. Estructura poblacional y ciclo reproductor del pepino de mar. *Isostichopus fucus* en santa Rosalia, B .C.S. México. *Cien. Persque* . 11:45-53.

Foglietta L.M., M I. Camejo, L. Gallardo, F. C. Herrera. 2004. A maturity index for holothurians exhibiting asynchronous development of gonad tubules. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 303: 19-30.

Francour P., (1984). Biomasse de 'herbier à *Posidonia oceanica*: données préliminaires pour les compartiments "matte", échinodermes et poissons. *Mémoire Diplôme Etudes Approfondies Océanologie Biologique, Université Pierre et Marie Curie, Paris*: 1-72.

Références bibliographiques

G

Gana A.E., Merca F.E. (2002). Isolation and purification of a cytotoxic lectin from brown sea cucumber by affinity chromatography. *Journal of Agricultural Science*, **85**: 236-247.

Gaudron S.M., Kohler S.A. and Conand C. 2008. Reproduction of the sea cucumber *Holothuria leucospilota* in the western Indian Ocean: *biological and ecological aspects*, *Invertebrate Reproduction and Development* 51: 19-31.

Ghobadyan. F, Morovvati. H, Ghazvineh. L, et Tavassol. E., 2012. Étude des caractéristiques macroscopiques et microscopiques des tubules gonadiques d'*Holothuria leucospilota* (golfe persique, Iran). *La Bêche-de-mer, Bulletin de la CPS* n°32.

Ghodbani. T., 2001- Extension urbanistique dans le littoral d'Oran et ses effets sur l'environnement. *Thèse de Magister*. Université d'Oran Département de géographie et de l'aménagement du territoire. 387p.

Georgios. K., Chryssanthi. A., Alexios P.L., Nikos. N., Dimitris.V., Chariton.C., and Chistos.N., 2010. Population dynamics and reproduction of *Holothuria tubulosa* (Holothuroidea: Echinodermata) in the Aegean Sea, 895-901

H

Hamel J.F., Hdalgo R.Y., Mercier A., 2003. Développement larvaire et croissance des juvéniles de l'holothurie des Galapagos, *Isostichopus fuscus*. *La bêche-de-mer. Bulletin de la CPS* n°18.

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

Mis en forme : Couleur de police : Automatique, Anglais (États-Unis)

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

Références bibliographiques

Hammond L.S., (1982a). Analysis of grain-size selection by deposit-feeding holothurians and echinoids (Echinodermata) from a shallow reef lagoon, Discovery Bay, Jamaica. *Mar, Ecol. Prog. Ser.*, **8**: 25-36.

Haug T., Kjuul A.K., Styrvold O.B., Sandsdalen E., Olsen, O.M., Stensvag, K. (2002), Antibacterial activity in *Strongylocentrotus droebachiensis* (Echinoidea), *Cucumaria frondosa* (Holothuroidea), and *Asterias rubens* (Asteroidea). *Journal of Invertebrate Pathology*, **81**: 94-102.

Hebbar, C., 2005 – Surveillance de la qualité bactériologique des eaux de baignade cas des plages d'Ain Franin et de Kristel, *Mémoire de magister*, Université d'Oranp73.

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

Hendler, G., J.E. Miller, D.L. Pawson & P. M. Kier. 1995. Sea stars, sea urchins and alliers: echinoderms of Florida and the Caribbean. *Smithsonian Institution Press*. 390 pp.

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

Herrero-Pérezrul, M.D., H Reyes-Bonilla, F. Garcia Dominquez & C.E, Cintra, Buenrostro. 1999. Reproduction and growth of *Isostichopus fuscus* (Ludwig, 1875) (Echinodermata : Holothuroidea) in the southern Gulf of California, México. *Mar, Biol*, **135** :521-532.

Howaida R.G., Ashraf A.L., Hanafy M.H., Lawrence J.A., Ahmed M.L. and El Etreby S.G. 2004. Mariculture of sea cucumber in the Red Sea –the Egyptian experience. *Advance in sea cucumber aquaculture and management* (Available at: <http://www.fao.org/docrep/007/y5501e/16.htm>).

Références bibliographiques

J

Jangoux, M., 1990. Diseases of Echinodermata. In O. Kinne (ed.), Diseases of Marine Animals, vol. 3, pp 439-567. *Biol. Anstalt Helgoland*, Hamburg: Germany.

Jawahar Abraham T., Nagarajan J., Shanmugam S.A., (2002). Antimicrobial substances of potential biomedical importance from holothurian species. *Indian Journal of Marine Sciences*, **31** (2): 161-164.

K

Khouki R. 2002. Révision de la systématique et essai de détermination de la caryologie de quelque espèces d'holothuries aspidochirotes (Holothuroidea : Echinodermata) de la région littoral de salamandre (Mostaganem) mémoire d'ingénieur, ITA 70 Page.

Kohler S., Gaudron S.M. and Conand C.,2009. Reproductive biology of *Actinooyga echinites* and other sea Cucumber from La Réunion (Western Indian Ocean): Implication for Fishery Management. *Western Indian Ocean J. Mar. Sci.* 8:97-111.

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

L

Lawrence I. M., 1980 - Numbers and biomass of the common *holothuroids* on the past, *M. Jangoux (ed.)*, Balkema, Rotterdam: 201-204.

Laxminarayana A., 2005. Induction de la ponte et élevage des larves des holothuries *Bhadschia marmorata* et *Holothuria atra* à l'Ile Maurice. *La bêche-de-mer – Bulletin de la CPS* n° 22.

Levin V.S., (1982). Japanese sea-cucumber. *U.S.S.R. Academy of Sciences Vladivostok:* 1,191.

Références bibliographiques

M

- Mackey A. et Hentschel. B. T., 2001.** Colligé de notes du cours Biol 515 à SDSU fin 2001 Factor That Influence the Reproduction of sea cucumbers. Document inédit. San Diego State University (USA).
- Massin C., 1982a.** Food and feeding mechanisms : Holothuroidea. *In: Echinoderm nutrition. Jangoux M ET Lawrence J. M, Balkema A.A., Publ.* Rotterdam, Netherdam, Netherlands: 43-55.
- Massin C., Van Den Spiegel D., 1990.** Holothuries. Des microcosmes ambulants. *Oceanorama*, N°15.
- Mceuen F.S. 1988.** Spawning behaviors of northeast Pacific sea cucumbers (Holothuroidea : Echinodermata). *Marine Biology* **98**(4): 565-585.
- Mezali K., Semroud R., 1997.** Analyse modales et essai d'estimation des paramètres de croissance, de l'âge et du mois de recrutement de trois espèces d'holothuries aspidochirotés (Holothuroidea : Echinodermata) de la région de Sidi-Fredj (Algérie). *Rapports P.V, Commission International d'exploitation Scientifique de la Mer Méditerranée : Dubrovnik, 35*(2) : 466-467.
- Mezali K., (1998).** Contribution a systématique, biologie, l'écologie et la dynamique de cinq espèce d'holothuries aspidochirotés « *Holothuria (Holothuria) tubulosa*, *Holothuria(Lessonothuria) poli*, *Holothuria(Holothuria) stellati*, *Holothuria (Panningothuria) forskali* et *Holothuria (Platyperana) sanctori* » de l'herbier a Posidonia oceanica (L) Dellile de K Presqu'île de sidi Fredj. Thèse de magister, ISMAL, Alger. P: 238-03.

Références bibliographiques

- Mezali K., Chekaba B., Zupo V., Asslah B., (2003).** Comportement alimentaire de cinq espèces d'Holothuries aspidochirotés ((Holothuroidea: Echinodermata) de la presqu'île de Sidi Fredj- Algérie. *Bulletin Société Zoologique France*, **128**: 49-62.
- Mezali K. (2004b).** Micro-répartition des holothuries aspidochirotés au sein de l'herbier de *Posidonies* de la presqu'île de Sidi-Fredj - Algérie. *Rapports P.V. Commission International pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée*, Monaco, **Vol. 37**, p 534.
- Mezali K., (2004c).** Feeding behavior of *Holothuria tubulosa* and *Holothuria polii* of Tamentefoust area - Algeria. *Rapports P.V. du 37eme Congrès de la Commission International pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée*: Barcelone **Vol. 37**, p 535.
- Mezali K., 2008.** Phylogénie, systématique, dynamique des populations et nutrition de quelques espèces d'holothuries aspidochirotés (Hothuroidea : Echinodermata) inféodées 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, Algérie.*209p.
- Mezali, K., 2011.** Some insights on the phylogeny of Algerian shallow –water sea cucumber species (Holothuroidea: Aspidochirotida). *SPC Beche -de-mer Information Bulletin* #31.
- 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.4-6p

Références bibliographiques

- Mezali K., Caulier G., Soualili D.L., Decroo C., Demeyer M., Eeckhaut I., Gerbaux P., Flammang P., 2016.** Chemical characterization of saponins contained in the body wall and the Cuvierian tubules of the sea cucumber *Holothuria (Platyperona) sanctori* (Delle Chiaje, 1823). *Biochemical systematics and ecology*, **68**: 119-127.
- Micael J., Alves M.J., Costa A.C., Jones M.B., (2009).** Exploitation and conservation of echinoderms. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, **47**: 191-208.
- Millot. C., 1985.** Some features of the Algerian current. *J. geophy. Res.* 90, n°4: pp, 7169, 7176.
- Millot. C., 1985.** Some features of the Algerian current. *J. geophy. Res.*, 90, n°4: pp. 7169 - 7176.
- Millot. C., 1987-** The circulation of the Levantine intermediate water in the Algerian basin, Jour , Geoph., Vol. 92, n°8, pp .8265-8276.
- Moriarty D.J.W., 1982.** Feeding of *Holothuria atra* and *Stichopus chloronotus* on bacteria, organic carbon and organic nitrogen in sediments of the Great Barrier Reef. *Aust. J. Mar, Freshwater Res.*, 33: 255-263.
- Muthiga, N. A., 2006.** The reproductive biology of a new species of sea cucumber, *Holothuria (Mertensiothuria) arenacava* in a Kenyan marine protected area: the possible role of light and temperature on gametogenesis and spawning. *Mar. Biol.*, 149: 585- 593.

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

Références bibliographiques

Muscat A., (1983). Population dynamics and the effects on the infauna of the deposit feeding holothurian *Parastichopus parvimensis* (Clark). *Ph. D. Thesis, Univ. of Southern California*: 1- 328.

N

Navarro PG, García-Sanz S, Tuya F. 2012. Reproductive biology of the sea cucumber *Holothuria sanctori* (Echinodermata: Holothuroidea). *Scientia Marina*. 76 :741-752.

Mis en forme : Espagnol (traditionnel)

Neghli L. 2014. Cycles de reproduction et exploitation des holothuries Aspidochirotés (Holothuroidea : Echinodermata) inféodées aux herbiers à *Posidonia oceanica* de la côte algéroise. Magistère en Ecosystèmes côtiers Marins et Réponses aux stressés, *Univ., Mostaganem, 88p.*

P

Pawson, D. L., Pawson, D. J., King, R. A., 2010. A taxonomic guide to the Echinodermata of the South Atlantic Bight, USA: 1. Sea Cucumbers (Echinodermata: Holothuroidea) *Zootaxa*. 2449: 1-48.

Mis en forme : Espagnol (traditionnel)

Pérezrul, M. D., H. Reyes B, F. Garcia, C. E, Cintra. 1999. Reproduction and growth of *Isostichopus fucus* (Echinodermata: Holothuroidea) in the southern Gulf of California, México. *Mar. Biol.*, 135:125-532.

Purwati . P. et LUONG-VAN J.T. 2003. La reproduction sexuelle chez une espèce d'holothurie fissipare, *Holothuria leucospilota* Clark 1920 (Echinodermata: Holothuriidea), *La bêche-de-mer*(18): 33-38.

Références bibliographiques

Purwati P., Dwiono S.A.P. 2005. Induction de la scission chez les holothuries indonésiennes, La bêche-de-mer – Bulletin de la CPS n°22.

Q

Quignard, J.P., 2002. La Méditerranée Formation en Cétologie méditerranéenne, Montpellier, avril 2002.

R

Ramofafia C., Battaglence S.C., Byrne M., 2001. Reproductive biology of *Actinopyga mauritiana* (Echinodermata: Holothuridea) in the Solomon Islands. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*81: 523-531.

Roberts D., Gebruk A., Levin V., Manchips B.A.D., 2000. Fedding and digestive strategies in deposit-feeding Holothurians. *Oceanography and Marine biology: an Annual review*, 38: 257-310.

S

Saada. L., 1997. Présentation générale du littoral et aménagement des zones de baignade, Séminaire, Ain Témouchent(23-25.02.1997).

Sachithanathan K., 1972- South Pacific Islands Bêche- de-mer fishery. F.AO., Fi : DP RAS, Rome, 69, 102. 11 : 32 p.

Références bibliographiques

Samyn Y., Vandon Spiegel D., Degreef J., 2006. Taxonomie des holothuries des comores, *In ABC Taxa*, Vol 2, p.130, Bruxelles.

Sella A. & Sella M., 1940- L'industria del trepang. *Thalassia*, 4, 1 : 116p.

Mis en forme : Espagnol (traditionnel)

Shiell GR., Uthicke S. 2005. Reproduction of the commercial sea cucumber *Holothuria whitmaei* (Holothuroidea: Aspidochirotida) in the Indian and pacific regions of Austuralia *Mar. Biol.*, 148: 973-986.

Smiley F. S., McEuen F. S., chaffe C., Krishnan S. 1991. Echinodermata: Holothuridea In: Giese A., Pearse J.,Pearse V.B. (eds) , *Reproduction of marine invertebrates*, vol. VI *Echinoderms and lophophorates*. Boxwood Press, Pacific Grove, CA, pp, 663-750.

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

Swell, M. A., P. A. Tyler, C. M young C. Conand. 1977. Ovarian Development in the Class Holothuroidea: a Reassessment of the "Tubule Recruitment Model", *Biol, Bull*, 192:17-26.

Sloan N. A., 1979 - Microhabitat and resource utilization in cryptic rocky intertidal Echinoderms at Aldabra Atoll, *Seychelles. Mar. Biol.*, 54: 269-279.

T

Taupier-Letage, L & Millot, C., 1988. Surface circulation in the Algerian Basin during 1984. *Oceanologica. Acta*, n° sp. 79-85 p.

Terbeche, M., 2007-Tendance de la contamination bactériologique et métallique chez la crevette rouge (*Aristeus antennatus*). *Mémoire de Magister, LRSE*, Université, d'Oran.

Toral-Granda, M. V.y P. C. Martinez. 2007. Reproductive biology and population structure of the sea cucumber *Isostichopus fuscus* (Ludwig, 1875) (Holothuroidea) in Camano, Galapagos Islands, Ecuador. *Mar. Biol.* 151:2091-2098.

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

Références bibliographiques

Touarsi, N et Begoug, R., 2000 – Indice de la contamination de la moule (*Mytilus galloprovincialis*) du port d'Oran. Mémoire de D.E.S. Université d'Oran, 81p.

Trefz S., (1958). The physiology of digestion of *Holothuria atra* Jaeger with special reference to its role in the ecology of coral reefs. *Ph.D. Thesis, Univ. of Hawaii*, Honolulu: 1.149.

U

Uthicke S, y J. Benzie. 2000. Effect of bêche –de-mer fishing on densities and size structure of *Holothuria nobilis* (Echinodermata: Holothuroidea) populations on the Great Barrier Reef. *Coral Reef*. 19: 271-276.

Uthicke S., D. Welch y J. Benzie. 2004. Slow growth and lack of recovery in overfished holothurians on the Great Barrier Reef: Evidence from DNA fingerprints and repeated large-scale surveys. *Conservation Biology*, 18: 1395-1404.

Uthicke S. and C. Conand. 2005. Local examples of bêche-de-mer overfishing: An initial summary and request for information. *SPS Bêche-de-mer. Info*. 21:9-14.

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

W

Webb K.L., Dupaul W. D., D'Elia C.F., (1977). Biomass and nutrients flux measurements on *Holothuria atra* populations on windward reefs flats at Enewetak, Marshall Islands. *In - 3rd Int. Coral Reef Symp.*: 409-415.

Références bibliographiques

X

Xing Kun, Shilin Liu, Hongsheng Yang, Mingzhu Zhangl et Yi Zhoul, 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).

Y

Yamanouchi T., (1939). Ecological and physiological studies on the holothurians in the coral reefs of Palao Islands. *Stud. Palao Trop. Biol. Stu.*, **4**: 603-636.

Yanagisawa T and Yasumasui. Aguroc, Suzuk N . ET Motokawa T. 1991 Biology of echinodermata.

Yingst J., (1974). The utilization of organic detritus and associated microorganisms by *Parastichopus parvimensis*, a benthic deposit-feeding holothurian. PhD. *Thesis, Univ., South California*: 1-154.

Yingst J., (1982). Factors influencing rates of sediment ingestion by *Parastichopus parvimensis* (Clark), an epibenthic deposit-feeding Holothurian. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, **14**: 119-134.

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

Mis en forme : Couleur de police : Automatique