

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS DE MOSTAGANEM



FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MER ET DE L'AQUACULTURE

Laboratoire de Protection, Valorisation des Ressources Marine Littoral et Systématique
Moléculaire

THESE

En vue de l'obtention du diplôme de Doctorat en sciences

Filière : hydrobiologie marine et continentale

Spécialité : biologie écologie marine.

Présenté par :

Mme SLIMANE TAMACHA Farah

Thème

Les Holothuries Aspidochirotés de la côte Ouest

Algérienne : biologie, écologie et exploitation

Soutenue le 08/ 12/ 2019

Devant le jury composé de :

M. TAIBI N.	Professeur	Univ. Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem	Président
M. ROUANE-HACENE O.	MCA	Univ. d'Oran1 Ahmed Ben Bella	Examineur
Mme TALEB BENDIAB A-A.	MCA	Univ. d'Oran1 Ahmed Ben Bella	Examinatrice
Mme SOUALILI D.L.	Professeur	Univ. Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem	Examinatrice
BENDIMERAD M. E-A	MCA	Univ. Abou Bakr Belkaid Tlemcen	Examineur
M. MEZALI K.	Professeur	Univ. Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem	Directeur de thèse

Année universitaire 2019-2020

Avant propos

La présente thèse de doctorat s'appuie sur l'étude de la biologie de la reproduction, la croissance et la dynamique des populations de certaines holothuries de la région de Ain Franine.

Les révisions et actualisations de la systématique des holothuries ou « concombre de mer » a connu de multitude mis à jours depuis le commencement de cette thèse en 2013, parmi ces révisions on note l'ordre des Aspidochirotida, qui depuis 2018 a été remplacé par l'ordre Holothuriida.

WoRMS (Registre mondial des espèces marines) comme base de données taxonomiques modernes accepte cette modification, l'utilisation de cette nouvelle classification était utilisé tout le long de la rédaction de cette thèse, et vue qu'on ne peut changer le titre initial de la thèse (selon les recommandations de la VRPG de l'université de Mostaganem) on a gardé l'ancienne classification.

après corrections faites selon les recommandations du comité d'examinations (jury) nous avons proposé de changer l'ordre « Aspidochirotés » mentionné dans le titre initiale par l'ordre « Holothuriida ».Ainsi nous avons opté de changer le titre de la thèse de : "Les Holothuries Aspidochirotés de la côte Ouest Algérienne : biologie, écologie et exploitation" a : "Les concombres de mer (Echinodermata : Holothuroiida) de la baie d'Oran (Ain-Franine) : biologie, écologie et exploitation", nous avons considéré le premier titre dans la page de garde pour des raisons évoquées ci haut.

Dédicaces

A la plus douce et la plus merveilleuse de toutes les mamans.

A une personne qui m'a tout donné sans compter.

Aucun hommage ne saurait transmettre à sa juste valeur ; l'amour, le dévouement et le respect que je porte pour toi.

J'implore Dieu qu'il te procure santé et qu'il m'aide à te compenser tous les malheurs passés. Pour que plus jamais le chagrin ne pénètre ton cœur, car j'aurais encore besoin de ton amour.

Je te dédie ce travail qui grâce à toi a pu voir le jour.

Mon père qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices pour m'aider à avancer dans la vie.

J'espère vous trouverez dans ce travail ma profonde reconnaissance, votre satisfaction restera toujours mon but

A mes frères, Yacine, Habib et Akram qui n'ont cessé de croire en moi et d'être là pour moi.

J'espère toujours être à la hauteur de ce que vous attendez de moi, et ne jamais vous décevoir.

J'implore DIEU qu'il vous apporte bonheur, amour et que vos rêves se réalisent.

A mes belles-sœurs Sanna et Yasmine.

A mon très cher mari Karim Merci pour ta gentillesse et ton sens du sacrifice.

A ma raison et joie de vivre, ma petite princesse Rym

J'espère que ma thèse sera pour toi source de fierté et qu'elle sera un exemple à suivre.

Que Dieu te garde et te protège.

A mes amis Amina, Fatima, Moumi, Meriem, Ibtissem, Soumia en souvenir des moments merveilleux que nous avons passés et aux liens solides qui nous unissent.

Un grand merci pour votre soutien, vos encouragements, votre aide.

J'ai trouvé en vous le refuge de mes chagrins et mes secrets.

*Avec toute mon affection et estime, je vous souhaite beaucoup de réussite et de bonheur, autant dans
votre vie professionnelle que privée.*

Je prie Dieu pour que notre amitié et fraternité soient éternelles...

A mes collègues de l'Institut Technologique de la Pêche et de l'Aquaculture d'Oran.

Et à tous mes collègues du secteur de la pêche et de l'aquaculture.

Remerciements

Je commencerai par remercier mon directeur de thèse Pr. MEZALI Karim (Directeur du laboratoire de Protection, Valorisation des Ressources Marine Littoral et Systématique Moléculaire) qui m'a donné les bases et le goût de l'écologie marine en me suivant de près lors de la préparation de mes diplômes : en ingéniorat, et encore en Doctorat, j'espère avoir été digne de la confiance qu'il m'a accordée et que ce travail est finalement à la hauteur de ses espérances. Je le remercie pour son humanisme et ses encouragements qui m'ont fait avancer au cours de ce travail, ainsi que pour les corrections de ce manuscrit. Je suis entièrement reconnaissante pour ces compétences et ces qualités scientifiques, ces bons conseils, son omniprésence, sa patience, sa gentillesse, sa passion pour la recherche et ces encouragements durant toutes ces années de préparation de ma thèse.

Un grand merci aux membres de mon jury qui ont accepté de juger mon travail. Je les remercie bien pour le temps passé à la lecture de mon travail.

*Je remercie vivement Monsieur **TAIBI Nasr-Eddine**, Professeur et enseignant chercheur au niveau du département des Sciences de la Mer et d'Aquaculture, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, de m'avoir honoré en présidant le jury de ma thèse.*

*Il m'est agréable de pouvoir exprimer mes vifs et sincères remerciements à Madame **SOUALILI Dina Lila** (Professeur et Doyenne de la Faculté des Sciences de la Nature et de Vie à l'Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem) pour son aide et son enrichissement pour le développement du chapitre biologie de la reproduction, et pour avoir accepté de l'examiner en siégeant au sein de ce jury. Qu'elle trouve ici l'expression de ma reconnaissance et mon profond respect.*

*J'exprime également mes sincères remerciements à Madame **TALEB-BENDIAB Ahlem Amina**, Maître de conférences "A" et enseignante chercheur à l'Université Oran1 Ahmed **BENBELLA**, d'avoir accepté de faire partie de ce jury pour examiner cette thèse. Je la remercie d'avoir fait ce déplacement d'Oran pour assister à ma soutenance. L'occasion m'est offerte pour la remercier en lui témoignant toute ma gratitude.*

*Je tiens également à exprimer mes vifs remerciements à Monsieur **ROUANE-HACENE Omar**, Maître de conférences "A" et enseignant chercheur à l'Université Oran1 Ahmed **BENBELLA**, pour l'honneur qu'il me fait en acceptant d'examiner ce modeste travail de recherche. Je lae remercie aussi d'avoir fait le déplacement d'Oran pour assister à ma soutenance. Je lui adresse toute ma reconnaissance.*

*Mes plus sincères remerciements à Monsieur **BENDIMERAD Mohammed el Amine**, Maître de Conférences "A" à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers à l'Université de Tlemcen pour avoir accepté d'examiner mon travail en siégeant au sein de ce jury. Je le remercie pour avoir fait un long déplacement de Tlemcen pour assister à ma soutenance. Qu'il me soit permis de lui adresser tout mon respect.*

*Il m'est particulièrement agréable d'exprimer mes vifs et sincères remerciements à Monsieur **ABI-AYAD Sidi Mohamed El Amine**, Professeur et directeur du laboratoire d'Aquaculture et de Bioremédiation (**AQUABIOR**) à l'université Oran 1 Ahmed Ben Bella qui m'a accueilli au sein de son laboratoire. Un grand merci au Docteur **GHARRAM Malika** pour son aide et ces orientations à la réalisation de la partie histologique, Je ne te remercierais jamais assez. Je remercie tous les membres du laboratoire qui à moment ou à un autre, m'ont apporté leur aide. Je ne les citerai pas afin de n'oublier personne.*

*Toute ma gratitude va aussi à mes compagnons de thèse, aussi bien pour nos discussions scientifiques que pour les bons moments passés au **laboratoire de Protection, Valorisation des Ressources Marines et Littorales et Systématique Moléculaire (LPRMLSM)**. Une mention spéciale tout de même pour Aicha Oulhiz, Noredine Belbachir, Zohir Bouzazapour leurs soutiens actifs et surtout Toufik, Mansouri pour son aide au traitement statistiques de mes données.*

*Je remercie vivement tous mes collègues et responsables de l'Institut de Technologie de la Pêche et de l'Aquaculture d'Oran qui m'ont aidé quotidiennement par leur amitié et leurs conseils, Mr **HADJAJ AOUAL Zakaria** pour son aide et sa compréhension, afin de finir mon travail, Mr **MAZOUZ Mohamed** pour ces orientations. Un grand merci pour le directeur de l'établissement Monsieur **KWISSEM Elhouari**.*

J'ai eu la chance d'être entouré par des amis toujours présents et que je remercie énormément.

Au terme de ce travail, c'est avec émotion que je tiens à remercier tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail. Je vous dois beaucoup et ce travail vous est entièrement dédié.

Liste des abréviations

ELEFAN: Electronic Length Frequency Analysis

F.A.O: Food and Agriculture Organization

FISAT II: The FAO-Iclarm Stock Assessment Tools.

K : Indice de condition.

Lt : Longueur totale anesthésiée des holothuries.

PHC : Le poids humide du corps éviscéré.

PG : poids de la gonade.

Pt : Le poids total du corps.

R : Le coefficient de corrélation.

R² : coefficient de détermination.

RGS : Rapport gonado-somatique.

VPA : Virtual Population Analysis.

Liste des tableaux

Tableau 1. Classification des holothuries.....	6
Tableau 2. Valeur nutritive du concombre de mer (holothurie) frais, autochtone.....	10
Tableau 3. Principales caractéristiques macroscopiques de l'échelle de maturité des gonades des Holothurides (d'après Conand, 1989).	50
Tableau 4. Principales caractéristiques microscopiques de l'échelle de maturité des gonades des Holothurides (d'après Conand, 1989).	51
Tableau 5. Sex-ratio globale chez <i>Holothuria (R.) poli</i>	55
Tableau 6. Description des caractéristiques microscopique et macroscopique des gonades femelles d' <i>H. poli</i> aux différents stades de développement.	64
Tableau 7. Description des caractéristiques microscopique et macroscopique des gonades males d' <i>H. poli</i> aux différents stades de développement.....	67
Tableau 8. Expressions de l'équation de Von Bertalanffy et de l'indice de performance de croissance chez <i>Holothuria (R.) poli</i> échantillonnée dans la station d'Ain Franine.....	85
Tableau 9. Expressions de l'équation de Von Bertalanffy et de l'indice de performance de croissance Φ' chez <i>Holothuria (P.) sanctori</i> échantillonnée dans la station d'Ain Franine.	86
Tableau 10. Paramètres de croissance et équations de la relation Longueur totale anesthésiée – poids humide du corps chez <i>Holothuria (R.) poli</i> ($W_t = a L_t^b$) de la région de Ain Franine.	87
Tableau 11. Paramètres de croissance et équations de la relation Longueur totale anesthésiée – poids humide du corps chez <i>Holothuria (P.) sanctori</i> ($W_t = a L_t^b$) de la station d'Ain Franine.	88
Tableau 12. Classes de tailles d' <i>Holothuria (R.) poli</i> obtenus par la méthode de NORMSEP.....	91
Tableau 13. Classes de tailles d' <i>Holothuria (R.) sanctori</i> obtenues par la méthode de NORMSEP.....	93
Tableau 14. Comparaison des paramètres de croissance et de la longueur maximale (L_{max}) entre les différentes espèces d'holothuries de différentes zones géographiques du monde.	101

Liste des figures

Figure 1. Anatomie externe d'une holothurie Holothuriida (In Samyn et <i>al.</i> , 2006).....	8
Figure 2. Principaux types d'ossicules calcaires présents chez les holothuries.	9
Figure 3. Représentation schématique d'une coupe longitudinale d'holothurie (in Samyn et <i>al.</i> , 2006).....	11
Figure 4. Reproduction sexuée des holothuries. (Moosleitner, 1995).....	15
Figure 5. Reproduction asexuée dans une population de <i>Holothuria difficilis</i> à la Réunion Philippe. (Bourjon1 et Desvignes, 2018).....	16
Figure 6. Schéma de régénération des organes internes après la fission chez les holothuries (<i>in</i> Dolmatov, 2014).....	17
Figure 7. Développement embryonnaire et larvaire de <i>Stichopus</i> sp. Phases embryonnaires (Aguadelo et Rodriguez, 2015).....	18
Figure 8. Recyclage des éléments nutritifs par les « concombres de mer ». (Purcell et <i>al.</i> , 2016).	19
Figure 9. <i>Holothuria(P.) forskali</i> excréant ses tubes de cuiviers ; île de Pag (Croatie, Mer Adriatique) (© Pierre--Yves Vaucher).	21
Figure 10. Phénomène d'éviscération chez <i>Holothuria(R.) poli</i> (Slimane-Tamacha, present travail).....	22
Figure 11. Spécimen d' <i>Apostichopus</i> vivant, sur le marché de Pusan (photo : M.J. Chalvin, 2014).....	25
Figure 12. Quelques étapes d'holothuriculture à Madagascar. (Eeckhaut <i>et al.</i> , 2009).....	27
Figure 13. Circulation générale de l'eau atlantique modifiée (M.A.W) en méditerranée occidentale (Millot & Taupier-letage, 2005).....	30
Figure 14. Circulation générale de surface dans la mer Méditerranée (d'après Millot et Taupier Letage, 2005).	30
Figure 15. Circulation générale de surface dans la mer Méditerranée (d'après Millot et Taupier-Letage (2005).....	31
Figure 16. Circulation générale de l'Eau Intermédiaire Levantine (L. I. W.) en Méditerranée occidentale (Doglioli, 2011)	32
Figure 17. Circulation générale de l'eau profonde (D. W. : Deep Water) en Méditerranée (Millot& Taupier-Letage, 2005b).....	32
Figure 18. Localisation du site d'échantillonnage, A présentation de la baie d'Oran, B. présentation de la station d'Ain Franine (Google earth, 2018).	37

Figure 19. Présentation d' <i>Holothuria (R.) poli</i> , (A) vue dorsale, (B) vue ventrale échantillonnée a la station d'Ain Franine septembre 2017 (Slimane Tamacha, present travail) Barre d'échelle : 10 mm.	38
Figure 20. Présentation d' <i>Holothuria (P.) sanctori</i> caractérisée par de taches sous forme de cercle clair (A) vue dorsale, (B) vue ventrale échantillonnée a la station d'Ain Franine septembre 2017 (Slimane Tamacha, present travail).....	39
Figure 21. <i>Holothuria (H.) tubulosa</i> (A) vue dorsale, (B) vue ventrale échantillonnée a la station d'Ain Franine aout 2017 (Slimane Tamacha, present travail). Barre d'échelle: 10 mm.	40
Figure 22. <i>Holothuria (Roweothuria) arguinensis</i> de la baie d'Alger [photographie: K. Mezali (Mezali et Thandar, 2014)]......	42
Figure 23. Coupes semi-fines dans un tubule gonadique d'un individu d' <i>Holothuria scabra</i> de 10 cm de long (Atwood, 1973)..	44
Figure 24. Les différentes étapes dans la préparation des spicules.	46
Figure 25. Différence entre les deux gonades d'holothurie (Présent travail).....	47
Figure 26. Distribution mensuelle des proportions de <i>Holothuria (R.) poli</i> dans la station d'Ain Franine.	53
Figure 27. Identification morphologique d' <i>Holothuria (R.) poli</i> (A) forme cylindrique allongé partie dorsale, (B) partie ventrale de l'holothurie un peu aplatie avec une présence importante de petites papilles blanches. Barre d'échelle: 10 mm.	54
Figure 28. Identification d' <i>Holothuria (R.) poli</i> à travers les spicules tégumentaires observées au microscope photonique au grossissement x 400.	54
Figure 29. Evolution mensuelle de la sex-ratio chez <i>Holothuria (R.) poli</i> de la station d'Ain Franine.	55
Figure 31. Evolution mensuelle du taux de féminité et de masculinité chez <i>Holothuria (R.) poli</i> de la station d'Ain Franine.	56
Figure 32. Evolution mensuelle du RGS chez <i>Holothuria (R.) poli</i> (deux sexe confondus) de la station d'Ain Franine.	57
Figure 33. Évolution du rapport gonadique mensuelle chez les mâles et les femelles de <i>Holothuria (R.) poli</i> de la station d'Ain Franine.	58
Figure 34. Evolution mensuelle du facteur de condition K chez les mâles et les femelles de <i>Holothuria (R.) poli</i> de la station d'Ain Franine.	58
Figure 35. Evolution mensuelle des pourcentages des stades de maturité sexuelle chez les femelles d' <i>Holothuria(R.) poli</i> échantillonnées a la station d'Ain Franine.....	59

Figure 36. Evolution mensuelle des pourcentages des stades de maturité sexuelle chez les mâles d' <i>Holothuria (R.) poli</i> échantillonnées a la station d'Ain Franine.	60
Figure 37. Taille de la première maturité chez les individus d' <i>Holothuria (R.) poli</i> échantillonnées à la station d'Ain Franine.....	60
Figure 38. Evolution mensuelle de la longueur des tubules gonadiques chez les mâles et les femelles d' <i>Holothuria (R.) poli</i> échantillonnées a la station d'Ain Franine.....	61
Figure 39. Evolution mensuelle du diamètre des tubules gonadiques chez les mâles et les femelles d' <i>Holothuria (R.) poli</i> échantillonnées a la station d'Ain Franine.....	62
Figure 40. Fréquences de distribution des espèces échantillonnée à la station d'Ain Franine d'octobre 2016 à septembre 2017.....	78
Figure 41. Fréquences de distribution des longueurs anesthésiés de la population d' <i>Holothuria (R.) poli</i> échantillonnée à la station d'Ain Franine d'octobre 2016 à septembre 2017. N : 741.	79
Figure 42. Fréquences des distributions saisonnières des longueurs anesthésiées de la population d' <i>Holothuria (R.) poli</i> échantillonnée à la station d'Ain Franine d'octobre 2016 à septembre 2017.	80
Figure 43. Fréquences de distribution des longueurs anesthésié de la population d' <i>Holothuria (P.) sanctori</i> échantillonnée à la station d'Ain Franine d'octobre 2016 à septembre 2017. N : 200.	81
Figure 44. Fréquences des distributions saisonnières des longueurs anesthésiées de la population d' <i>Holothuria (P.) sanctori</i> échantillonnée à la station d'Ain Franine d'octobre 2016 à septembre 2017.....	81
Figure 45. Fréquences de distribution des longueurs anesthésiés de la population d' <i>Holothuria (H.) tubulosa</i> échantillonnée à la station d'Ain Franine d'octobre 2016 à septembre 2017. N : 88.	82
Figure 46. Fréquences des distributions saisonnières des longueurs anesthésiées de la population d' <i>Holothuria (H.) tubulosa</i> échantillonnée à la station d'Ain Franine d'octobre 2016 à septembre 2017.....	82
Figure 47. Fréquences de distribution des longueurs anesthésiés de la population d' <i>Holothuria (R.) arguinensis</i> échantillonnée a la station d'Ain Franine d'octobre 2016 à septembre 2017. N : 44.....	83
Figure 48. Fréquences des distributions saisonnières des longueurs anesthésiées de la population d' <i>Holothuria (R.) arguinensis</i> échantillonnée a la station d'Ain Franine d'octobre 2016 à septembre 2017.....	84

Figure 49. Courbe de croissance linéaire théorique (C. L. T.) (Von Bertalanffy) et l'accroissement linéaire théorique (A. L. T.) chez <i>Holothuria (R.) poli</i> de la station de Ain Franine (N=741 individus).....	85
Figure 50. Courbe de croissance linéaire théorique (C. L. T.) (Von Bertalanffy) et l'accroissement linéaire théorique (A. L. T.) chez les individus d' <i>Holothuria (P.) sanctori</i> de la station de Ain Franine (N=200 individus).	86
Figure 51. Relation biométrique entre la longueur totale anesthésiée (Lt) et le poids humide du corps (PHC) chez <i>Holothuria (R.) poli</i> échantillonnée à Ain Franine.	88
Figure 52. Relation entre la longueur totale anesthésiée (Lt) et le poids humide du corps (PHC) chez <i>Holothuria (P.) sanctori</i> échantillonnée à Ain Franine.....	89
Figure 53. Analyse de la progression modale saisonnière d' <i>Holothuria (R.) poli</i> échantillonnée dans la station d'Ain Franin réalisé par la méthode de Bhattacharya (1967) en utilisant le logiciel FISAT II (Gayanilo et al., 2005).....	90
Figure 54. Analyse de progression modale saisonnière d' <i>Holothuria (P.) sanctori</i> échantillonnée dans la station d'Ain Franin réalisé par la méthode de Bhattacharya (1967) en utilisant le logiciel FISAT II (Gayanilo et al., 2005).	92
Figure 55. Courbe de mortalité totale (Z) obtenue par la méthode de Jones et Van Zalinge (1981) pour la population d' <i>Holothuria (R.) poli</i> échantillonné a la station d'Ain Franine.	94
Figure 56. Mortalité naturelle (M) établie selon la méthode de Pauly (1980) sur la population d' <i>Holothuria (R.) poli</i> échantillonné a la station d'Ain Franine	94
Figure 57. Probabilités de recrutement chez <i>Holothuria (R.) poli</i> (deux sexes confondus) de la station d'Ain Franine.	95
Figure 58. Histogramme des populations virtuelles de <i>Holothuria (R.) poli</i> fondée sur la longueur.	96
Figure 59. Courbe de mortalité totale (Z) obtenue par la méthode de Jones et Van Zalinge (1981) pour la population d' <i>Holothuria (P.) sanctori</i> échantillonné a la station d'Ain Franine.	97
Figure 60. Mortalité naturelle (M) établie selon la méthode de Pauly (1980) sur la population d' <i>Holothuria (P.) sanctori</i> échantillonnée a la station d'Ain Franine.....	97
Figure 61. Probabilités de recrutement chez les sexes confondus d' <i>Holothuria (P.) sanctoria</i> la station d'Ain Franine	98
Figure 62. Histogramme des populations virtuelles d' <i>Holothuria (P.) sanctori</i> fondée sur la longueur.	99

Figure 63. Pourcentage des captures de concombre de mer a la main, avec embarcation ou autre.	105
Figure 64. Pourcentage des personnes concernées par la pêche aux concombres de mer. ...	106
Figure 65. Les espèces de concombre de mer les plus exploitées par les pêcheurs.	107
Figure 66. Pourcentage des différentes tailles de concombres de mer pêchées.	107
Figure 67. Les utilisations des concombres de mer.	108
Figure 68. Fréquences du ramassage sur les différentes wilayas du littoral Algérien.	109
Figure 69. Conditionnement des concombres de mer par des vendeurs. (Photos prises par les revendeurs).	110
Figure 70. Etapes de transformation des concombres de mer en bêche de mer.	111

Résumé

Notre étude porte sur la biologie de la reproduction et la dynamique des populations des holothuries "concombres de mer" de la côte occidentale Algérienne. Les prélèvements de spécimens ont été réalisés sur une profondeur située entre 1 et 7 m au niveau de la Baie d'Oran et durant la période s'étalant d'octobre 2016 à septembre 2017. Les éléments fournis par leurs études biologiques et le suivi mensuel des fréquences de taille ont été utilisés dans le but de déterminer sa période de ponte, sa taille de première maturité sexuelle ainsi que l'évaluation de l'état de son exploitation en utilisant différentes méthodes centrées sur des modèles globaux et structurés. Un questionnaire distribué dans 14 wilayas côtières du pays afin d'étudier la pêche illicite.

On a remarqué que seules les deux holothurides [*Holothuria*(*R.*) *poli* (Delle Chiaje, 1823) et *Holothuria* (*P.*) *sanctori* (Delle Chiaje, 1823)] sont représentées de manière constante. Les deux autres espèces [*Holothuria* (*H.*) *tubulosa* (Gmelin, 1790) et *Holothuria* (*R.*) *arguinensis* (Koehleret et Vaney, 1907)] étaient beaucoup moins abondantes. C'est pour cette raison que nous nous sommes surtout focalisé dans notre étude sur les deux premières espèces précitées.

L'étude de la reproduction considérée seulement pour *H.(R.) poli* a montré que La taille moyenne de la première maturité sexuelle obtenue est de 150 mm. Les analyses microscopiques des structures gonadiques ont montré que le cycle sexuel d'*H.(R.) poli* est composé en cinq stades : stade I de récupération ; stade II de croissance ; stade III de près maturation ; stade IV de maturation et stade V correspondant à la post ponte.

Les structures de tailles établies pour les quatre espèces d'holothuries étudiées présentent en générale une distribution normale. Les longueurs totales anesthésiées varient entre : 100 à 290 mm chez *H. (R.) poli* ; 140 à 325 chez *H. (P.) sanctori* ; 100 à 360 mm chez *H. (H.) tubulosa* et 95 à 290 mm chez *H. (R.) arguinensis*. Le paramètre b de la clef taille-poids est inférieur à 3 pour les deux holothurides [*H. (R.) poli* et *H.(P.) sanctori*], ce qui reflète une allométrie minorante qui signifie que la taille croît plus vite que le poids. Les paramètres de croissance de l'équation de Von Bertalanffy sont presque similaires pour les deux holothurides [*H.(R.) poli* ($L_{\infty} = 364.5\text{mm}$) et *Holothuria* (*P.*) *sanctori* ($L_{\infty} = 364.5\text{mm}$)]. Le coefficient de croissance est également proche pour les deux espèces [$K = 0.25$ mm/an chez *H. (R.) poli* et de $K=0.35/$ an chez *H. (P.) sanctori*].

Les valeurs de la mortalité totale ($Z = 0.83$), mortalité naturelle ($M = 0.27$), mortalité par pêche ($F = 0.56$) déterminées pour *H. (R.) poli* semblent se concentrer sur les individus ayant une taille comprise entre 100-290mm. Quant à *H. (P.) sanctori* ($M = 0.32$; $Z = 0.90$ et $F=0.58$) ces valeurs semble se concentrer sur les individus ayant une taille entre 140 et 325 mm. Le modèle de recrutement est composé d'un seul pic en mois de mars chez *Holothuria* (*R.*) *poli* et un autre pic en mois d'avril pour *Holothuria* (*P.*) *sanctori*.

A travers le questionnaire réalisé durant cette étude nous avons remarqué l'existence d'une pêche illicite des concombres de mer sur tout le littoral algérien qui nécessite une réglementation urgente.

Mots clés : *Holothuria* (*R.*) *poli*, *Holothuria* (*P.*) *sanctori*, reproduction, croissance, exploitation, pêche illicite, baie d'Oran.

Abstract

Our study focuses on the reproductive biology and population dynamics of sea cucumbers on the western Algerian coast. The specimen samples were taken at a depth between 1 and 7 m during the period extending sampling is carried out at the Bay of Oran from October 2016 to September 2017. The elements provided by their biological studies and the monthly monitoring of size frequencies were used in the maize to determine its spawning period, its size at first sexual maturity as well as the evaluation of the state of its farm using different methods. centered on global and structured models. A questionnaire distributed in 14 coastal wilayas of the country to study illegal fishing.

We noted that only [*Holothuria (R.) poli* (Delle Chiaje, 1823) and *Holothuria (P.) sanctori* (Delle Chiaje, 1823)] are represented consistently. The other two species [*Holothuria (H.) tubulosa* (Gmelin, 1790) and *Holothuria (R.) arguinensis* (Koehler and Vaney, 1907)] were much less abundant. It is for this reason that we focused especially in our study on the first two aforementioned species above.

The study of reproduction considered only for *Holothuria. (R.) poli* showed that sex ratio is in favour of females along the year. The average size of the first sexual maturity obtained is 150 mm. Microscopic analyses of gonadal structures have shown that the sexual cycle of *Holothuria(R.) poli* is composed of five stages: stage I recovery; Stage II growth; stage III near-mature; stage IV mature and stage V corresponding to the post spawning.

The size structures established for the four studied holothurians species generally have a normal distribution. Total anaesthetized lengths range from: 100 to 290 mm for *Holothuria. (R.) poli*; 140 to 325 mm for *Holothuria (P.) sanctori*; 100 to 360 mm for *Holothuria (H.) tubulosa* and 95 to 290 mm for *Holothuria (R.) arguinensis*. The b parameter of the weight-size relation is less than 3 for the two holothuroids [*Holothuria (R.) poli* and *Holothuria (P.) sanctori*], reflecting a lower allometry which means that the size grows faster than the weight. The growth parameters (L_{∞}) of the Von Bertalanffy equation are similar for the two holothurids [*H.(R.) poli* (364.5mm) and *H.(P.) sanctori* (364.5mm)]. The growth coefficient (K) of these two species [0.25 mm/ year for *Holothuria (R.) poli* and K= 0.35/ year for *Holothuria (P.) sanctori*] are closest.

The values of total mortality ($Z = 0.83$), natural mortality ($M = 0.27$) and fishing mortality ($F = 0.56$) obtained for *H.(R.) poli* appears to match with individuals ranging between 100-290 mm. The values obtained for *H. (P.) sanctori* ($M = 0.32$, $Z = 0.90$ and $F = 0.58$) seems to match with individuals ranging between 140 and 325 mm. The recruitment model consists of a single peak in March for *Holothuria (R.) Poli* and another peak in April for *Holothuria (P.) sanctori*.

Through the questionnaire carried out during this study we noticed the existence of illegal fishing of sea cucumbers on the entire Algerian coast that requires urgent regulation.

Keywords: *Holothuria (R.) poli*, *Holothuria (P.) sanctori*, reproduction, growth, exploitation, illegal fishing, Oran Bay.

ملخص

تركز دراستنا على بيولوجيا التكاثر وديناميكية خيار البحر على طول الساحل الجزائري الغربي. تم أخذ العينات من عمق يتراوح بين 1 و 7 م من خليج وهران خلال الفترة الممتدة من أكتوبر 2016 إلى سبتمبر 2017، العناصر التي توفرها الدراسات البيولوجية والرصد الشهري. تم استخدامها من أجل تحديد فترة التفريخ وحجمها عند النضج الجنسي الأول وكذلك تقييم حالة استغلالها باستخدام طرق مختلفة تتمحور حول النماذج العالمية والمنظمة. استبيان وزع في 14 ولاية ساحلية بالدولة لدراسة الصيد غير المشروع.

لوحظ انه فقط *Holothuria (R.) poli* (Delle Chiaje, 1823) و *Holothuria (P.) sanctori* [Delle Chiaje, 1823] تمثل باستمرار. النوعين الآخرين، *Holothuria (H.) tubulosa* (Gmelin, 1790) و *Holothuria (R.) arguinensis* (Koehler et et Vaney, 1907) كانت أقل بكثير من حيث الوفرة. ولهذا السبب ركزنا بشكل خاص في دراستنا على النوعين الأولين المذكورين أعلاه.

وقد أظهرت دراسة التكاثر التي تم النظر فيها فقط من أجل *H.(R.) poli* ان متوسط حجم النضج الجنسي الأول الذي تم الحصول عليه هو 150 مم. وقد أظهرت التحاليل المجهرية لهياكل الغدد التناسلية ان الدورة الجنسية لـ *H.(R.) poli* أنها يتكون من خمس مراحل: المرحلة الأولى للانتعاش؛ المرحلة الثانية للنمو؛ المرحلة الثالثة بالقرب من النضج؛ المرحلة الرابعة مرحلة النضج والمرحلة الخامسة خاصة ببعد التفريخ.

هياكل الحجم التي أنشئت للأصناف الأربعة من *Holothuria* المدروسة، أظهرت عموما توزيعا عاديا. يتراوح مجموع أطوال في مرحلة التخدير من: 100 إلى 290 مم بالنسبة لـ *H. (R.) poli*؛ 140 إلى 325 بالنسبة لـ *H. (P.) sanctori*؛ 100 إلى 360 مم بالنسبة لـ *H. (H.) tubulosa* و 95 إلى 290 بالنسبة لـ *H. (R.) arguinensis*. المعامل المتغير b من معادلة حجم/الوزن اقل من 3 بالنسبة للنوعين [*H. (R.) poli*] و [*H. (P.) sanctori*] مما يعكس انخفاض القياس يعني ان الحجم ينمو أسرع من الوزن. المعاملات المتغيرة (L_{∞}) لفنبرتلانفي متماثل (متشابهة) لكل من [*H. (R.) poli* ($L_{\infty} = 364.5\text{mm}$) et *Holothuria (P.) sanctori* ($L_{\infty} = 364.5\text{mm}$)] وكذلك، فان معامل النمو (K) لهذين النوعين *H. (R.) poli* [0.25 mm/an] et *H. (P.) sanctori* [0.35/an] وفي أفريل بالنسبة لـ فهي الأكثر تقاربا.

قيم الوفيات الإجمالي ($Z = 0.83$)، الوفيات الطبيعية ($M = 0.27$)، ووفيات عن طريق الصيد ($F = 0.56$) المحددة لـ *H. (R.) poli* تبدو مركزة على الافراد ذات الأطوال ما بين 100-290 ملم. اما بالنسبة لـ *H. (P.) sanctori* ($M = 0.32$; $Z = 0.90$ et $F = 0.58$) فإن هذه القيم تتركز على الافراد ذات الأطوال ما بين 140 و 325 ملم. نموذج التجنيد (recrutement) يتكون من ذروه واحده في مارس بالنسبة لـ *Holothuria (R.) poli* وفي أفريل بالنسبة لـ

Holothuria (P.) sanctori

ومن خلال الاستبيان الذي تم القيام به خلال هذه الدراسة لاحظنا وجود الصيد غير المشروع لخيار البحر على الساحل الجزائري بأكمله والذي يتطلب تنظيما عاجلا.

الكلمات الرئيسية: *Holothuria (R.) poli*, *Holothuria (P.) sanctori* التكاثر، النمو، الاستغلال، الصيد غير المشروع، خليج وهران الصغير.

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Résumés

introduction..... 1

CHAPITRE I : BIOLOGIE, ECOLOGIE ET EXPLOITATION DES HOLOTHURIES

1. Généralités	5
2. Distribution géographique.....	5
3. Classification.....	5
4. Systématique.....	7
4.1. Ordre Holothuriida.....	7
5. Morphologie et anatomie générale	8
5.1. Morphologie.....	8
5.2. Anatomie.....	11
5.1.1. Liquide cœlomique.....	11
5.1.2. Système aquifère	12
5.1.3. Système respiratoire	12
5.1.4. Système digestif	13
5.1.5. Système reproducteurs	13
5.1.6. System nerveux	13
5.1.7. Organe de Cuvier	14
6. Reproduction des holothuries	14
6.1. Reproduction sexuée.....	14
6.2. Reproduction asexuée	15
6.3. Développement larvaire chez les holothuries	18
7. Régime et comportement alimentaire des holothuries	19
8. Mécanisme de défense.....	20
8.1. Toxines.....	21
8.2. L'éviscération	22
8.3. Mobilité.....	23
9. Ecologie des holothuries	23
9.1. Bioturbation	24
9.2. Comportement	24

10. Exploitation et intérêts des holothuries.....	24
10.1. Alimentation humaine.....	25
10.2. Propriétés médicinales	25
10.3. Intérêts environnementaux.....	26
10.4. Autres intérêts	26
11. Holothuriculture.....	26

CHAPITRE II: ZONE D'ETUDE ET ESPECES ETUDIEES

1. Introduction	27
2. Situation géographique de la zone d'étude	27
3. Caractéristiques sédimentologiques	28
3.1. Nature des fonds marins	29
4. Hydrodynamisme	29
4.1. Masse d'eau de surface	29
4.2. Masse d'eau levantines intermédiaire.....	31
4.3. Hydrologie	33
5. Peuplement benthique	33
6. Caractéristiques de la zone d'étude.....	34
6.1. Golfe d'Oran	34
6.1.1. Données climatiques	35
6.1.2. Précipitations et températures	35
6.1.3. Vents.....	35
6.2. Golfe d'Arzew	35
6.2.1. Site de Kristel	36
6.3. Choix de la station d'étude	36
6.4. Espèces d'holothuries étudiées	37
6.4.1. <i>Holothuria (Roweothuria) poli</i> (Delle Chiaje, 1823).....	37
6.4.2. <i>Holothuria (Platyperona) sanctori</i> (Delle Chiaje, 1823)	38
6.4.3. Autres espèces d'holothuries considérées dans ce travail.....	40
6.4.3.1. <i>Holothuria (Holothuria) tubulosa</i> (Gmelin, 1790)	40
6.4.3.2. <i>Holothuria (Roweothuria) arguinensis</i> (Koehler et Vaney, 1906)	41

CHAPITRE III: ETUDE DE LA REPRODUCTION

1. Introduction	43
2. Rappels anatomiques sur l'appareil reproducteur des holothuries	44
3. Matériels et méthodes	45
3.1. Echantillonnage	45

3.2. Traitements au laboratoire	45
3.2.1. Identification des holothuries étudiées	45
3.2.2. Prélèvement des gonades, mensurations et pesées	46
3.2.3. Morphologie de la gonade	47
3.3. Sex-ratio	48
3.3.1. Sex-ratio en fonction des saisons	48
3.4. Rapport Gonado-Somatique (R. G. S.) et Coefficient de condition (K).....	48
3.5. Examen macroscopique	49
3.6. Etude microscopique des gonades	50
3.6.1. Technique de préparation microscopiques	51
4. Résultats	53
4.1. Identification d' <i>Holothuria (R.) poli</i>	54
4.2. Sex- ratio	55
4.2.1. Sex- ratio global	55
4.2.2. Evolution de la sex-ratio en fonction des mois	55
4.3. Stratégie de la reproduction	57
4.4. Etude biométrique des tubules gonadiques.....	61
4.5. Etude macroscopique et microscopique des gonades	62
5. Discussion.....	68

CHAPITRE IV: ETUDE DE LA CROISSANCE ET DE LA DYNAMIQUE DU STOCK

1. Introduction	71
2. Matériel et méthodes.....	73
2.1. Analyse des structures des tailles.....	73
2.2. Etude de la croissance.....	73
2.2.1. Modèle de Croissance linéaire	73
2.2.2. Croissance relative (Relation longueur-poids).....	74
2.3. Analyse des structures d'âge.....	74
2.4. Mortalité.....	75
2.4.1. Estimation de la mortalité totale (Z)	76
2.4.2. Estimation de la mortalité naturelle (M)	76
2.4.3. Calcul de la mortalité par pêche (F)	76
2.5. Calcul du taux d'exploitation (E).....	77
2.6. Recrutement	77
3. Résultats	78
3.1. Structures démographiques	78
3.1.1. Structure de taille d' <i>Holothuria (R.) poli</i>	79
3.1.2. Structures de taille d' <i>Holothuria (P.) sanctori</i>	80

3.1.3. Structures de taille d' <i>Holothuria (H)tubulosa</i>	82
3.1.3. Structures de taille d' <i>Holothuria (R.) arguinensis</i>	83
3.2. Etude de la croissance	84
3.2.1. Croissance linéaire	84
3.2.2. Croissance relative	87
3.3. Résultats de l'analyse démographique	89
3.3.1. Résultats de l'analyse modale de <i>Holothuria (R.) poli</i>	89
3.3.2. Résultats de l'analyse modale d' <i>Holothuria (P.) sanctori</i>	91
3.4. Exploitation de stock d' <i>Holothuria (R.) poli</i>	93
3.4.1. Estimation de la mortalité	93
3.4.2. Taux d'exploitation (E)	95
3.4.3. Modèle de recrutement	95
3.4.4. Analyse des populations virtuelles	95
3.5. Exploitation de stock d' <i>Holothuria (P.) sanctori</i>	96
3.5.1. Estimation de la mortalité	96
3.5.2. Taux d'exploitation (E)	98
3.5.3. Modèle de recrutement	98
3.5.4. Analyse des populations virtuelles	98
4. Discussion	99

CHAPITRE V: ETUDE DE LA PECHE ILLICITE DES HOLOTHURIES

1. Introduction	103
2. Pêcheries d'holothuries.....	103
3. Matériel et méthodes.....	104
3.1. Zone d'étude	104
3.2. Recueil de données	104
4. Résultats	105
4.1. Caractéristiques de la pêche.....	105
4.2. Espèces exploitées	106
4.3. Utilisation des holothuries	107
4.4. Zone de capture des concombres de mer	108
4.5. Conditionnement des holothuries	109
4.6. Traitement des concombres de mer	111
4.7. Prix.....	112
4.8. Règlementation de la pêche d'holothuries.....	112
5. Discussion.....	112
Conclusion générale... ..	117
Références bibliographiques	120

Introduction

Introduction

Les holothuries appelées communément "concombres de mer", sont un groupe d'invertébrés marins représentant une ressource économique importante pour de nombreux pêcheurs artisans du monde entier et plus particulièrement des pays en développement situés dans les régions tropicales et subtropicales (Choo 2008). Les "concombres de mer" ont été collectés et utilisés pour des générations comme un produit alimentaire, en particulier en Asie du Sud-Est. Les produits alimentaires comprennent les gonades séchées, la chair du corps séché, les muscles et intestin fermentés et salés (Sakthivel et *al.*, 1994). Conand (2006) a reconnu environ 40 espèces d'holothuries sous récolte commerciale, tandis que Toral-Granda et *al.*, (2008) ont répertorié au moins 47 espèces comestibles. Plus tard, Purcell (2010) a répertorié 66 espèces couramment exploitées dans diverses régions du monde. L'augmentation chronologique du nombre d'espèces exploitées signalées fait écho au problème omniprésent d'épuisement en série d'espèces d'holothuries de grande valeur commerciales menant à l'exploitation de nouvelles espèces notamment dans la région méditerranéenne (Marquet et *al.*, 2017).

La valeur économique des "concombres de mer" est bien connue. Les espèces d'holothuries ont été récoltées par plus de 70 pays (Purcell et *al.*, 2012) et les pêcheries ont généralement suivi un modèle de surexploitation (Eriksson et *al.*, 2012; Purcell et *al.*, 2013; González-Wangüemert et *al.*, 2014; González-Wangüemert et *al.*, 2015). De nos jours, les holothuries méditerranéennes commencent à être exploitées en vue de leurs transformations en « bêche de mer » qui est un produit hautement nutritif (Mezali et *al.*, 2014). L'expansion rapide de la pêche au "concombre de mer" a éclipsé les efforts pour mettre en place une gestion efficace, conduisant à une exploitation rationnelle dans le monde entier (Purcell et *al.*, 2013; González-Wangüemert et *al.*, 2016).

La gestion inadéquate des pêcheries au "concombres de mer" est principalement due à l'insuffisance des données biologique et écologique sur les espèces cibles (Lovatelli et *al.*, 2004; Purcell, 2010).

Une gestion commune de la pêche aux "concombres de mer"—a été mise en œuvre par

1) la limitation de la taille minimale des captures qui est spécifique à l'espèce (Purcell, 2010) et 2) les fermetures saisonnières des zones de pêches pour permettre la reconstitution des stocks d'holothuries.

Les holothuries sont aussi importantes sur le plan écologique. Les holothuries détritivores, en particulier, joueraient aussi un rôle majeur dans la pérennisation des écosystèmes littoraux (Bakus, 1973 ; Hammond, 1982). Ils se trouvent à des densités élevées fournissant ainsi à l'écosystème benthique (notamment l'écosystème à *Posidonia oceanica* où elles sont inféodés) d'importants services, comme par exemple l'amélioration du cycle des nutriments et la productivité locale dans sédiments carbonatés oligotrophes par le processus de bioturbation (ou "Turn-over") qu'elles provoquent par leurs mode d'alimentation "deposit-feeders" (Byrne et *al.*, 2010).

Outre l'alimentation humaine, les holothuries sont aussi exploitées pour leurs propriétés médicinales. De nombreux Asiatiques pensent que les concombres de mer peuvent aider à réduire les douleurs articulaires et l'arthrite, aider à restaurer la fonction intestinale et urinaire, renforcer le système immunitaire et peut traiter certains cancers (Chen, 2004). Dans une moindre mesure, les concombres de mer peuvent également être consommés comme aphrodisiaques. Ils sont riches en protéines et contiennent des mucopolysaccharides et le sulfate de chondroïtine, connus dans les médicaments occidentaux comme traitements de l'arthrite et maladies articulaires (FAO, 2010).

Bien que les informations sur ces espèces soient de plus en plus nombreuses en ce qui concerne leur taxonomie, la génétique des populations, l'évolution, l'écologie, les effets morphologiques et génétiques de la pêche (en Turquie et en Espagne principalement) et la reproduction (*H. tubulosa*) (Ocaña et Tocino, 2005; Mezali et *al.*, 2006; Borrero-Pérez et *al.*, 2009, 2010, 2011; Kazanidis et *al.*, 2010, 2014; Vergara-Chen et *al.*, 2010; González-Wangüemert et Borrero, 2012; González-Wangüemert et *al.*, 2014, 2015; Mezali et Thandar, 2014; Valente et *al.*, 2015; Rodrigues et *al.*, 2015; Maggi et González-Wangüemert, 2015) il existe encore un important manque de connaissances sur leur biologie concernant les taux de croissance, la morphométrie, la structure de la population et leur fourchette de taille et de poids le long de leur distribution géographique.

Plusieurs travaux de recherche ont été réalisés sur la systématique, la biologie, l'écologie, la dynamique des populations et la valorisation des holothuries des côtes

algériennes (Mezali 2004, 2008 ; Mezali et *al.*, 2003, 2006, 2016 ; Mechta et Mezali 2019). L'étude de la reproduction des holothuries est aussi abordée par mezali et *al.*, 2014, Slimane Tamacha et *al.*, 2019)

La sélectivité granulométrique et l'assimilation de la matière organique ont été également étudiés (Mezali et Soualili 2013 ; Belbachir et *al.*, 2014 ; Belbachir et Mezali 2018) et avec l'apparition de nouvelles pêcheries d'holothuries, Naghli et Mezali (2019) ont étudié les défis de ces nouvelles pêcheries en Algérie.

Notre étude porte essentiellement sur deux espèces d'holothurides très répandues, sur nos côtes algériennes, *Holothuria (Roweothuria) poli* Delle Chiaje (1823) et *Holothuria (Platyperona) sanctori* (Delle Chiaje, 1823). Deux autres espèce *Holothuria (Holothuria) tubulosa* Gmelin (1790) et *Holothuria (Roweothuria) arguinensis* (Koehler et Vaney, 1906) ont été également considérées. L'effectif de ces deux espèces précitées qui est très faible ne nous a pas permis de les considérer d'une façon détaillée dans notre travail.

Ce travail servira à enrichir les connaissances déjà acquises sur les holothurides étudiées, et de comparer nos données à celles obtenues dans d'autres régions de la côte algérienne ou d'autres régions méditerranéennes.

Les objectifs de notre étude portent sur :

La connaissance des aspects relatifs à la biologie de la reproduction, la croissance, l'exploitation de deux holothurides [*Holothuria (R.) poli* et *Holothuria (P.) sanctori*] échantillonnées dans la côte occidentale Algérienne au niveau de la baie d'Oran et à la station de Ain Franine sur une période de 12 mois (s'étalant d'octobre 2016 à septembre 2017). Ce choix s'explique par l'importance de ces espèces sur le plan écologique et économique à l'échelle mondiale. A travers cette étude, nous avons recueilli pour la première fois des données sur la pêche illicite de ces espèces d'holothuries sur toute la côte algérienne à travers une enquête approfondie et un questionnaire réalisé auprès des pêcheurs, plongeurs, chasseurs sous-marins et amateurs de la pêche afin de rassembler le maximum d'information sur ces captures.

Dans le présent travail nous avons élaboré une étude qui s'articule sur les 5 volets :

- **Le premier volet** est consacré à la présentation biologique et écologique des espèces d'holothuries étudiées ;
- **Le second volet** est dédié à la caractérisation de la zone d'étude, d'une part, et à une synthèse des informations générales sur la diversité biologique du littoral Algérien, d'autre part ;
- **Le troisième volet** expose une étude sur la biologie de reproduction des holothuries de la baie d'Oran. Cette étude est scindée en trois grandes parties :
 - ✓ L'étude des paramètres de la reproduction ;
 - ✓ L'étude macroscopique des gonades ;
 - ✓ Etude histologique des tubules gonadiques.
- **Le quatrième volet est consacré à l'étude** de la structure des populations. Les paramètres de croissance, la relation taille - poids ainsi que la description du stock de chaque population d'holothuries étudiée par :
 - ✓ Étude de la composition et structures des tailles ;
 - ✓ Étude de la croissance linéaire et relative ;
 - ✓ Estimation de la mortalité totale naturelle et par pêche ;
 - ✓ Etude de l'âge.
- **A travers le cinquième et dernier volet** nous avons tenté d'apporter des informations inédites sur la pêche illicite des holothuries en Algérie.

Etant donné que les holothuries ne sont pas considérées comme des espèces commerciales selon la classification des espèces halieutiques algériennes d'une part et avec le développement de nouvelles pêcheries aléatoire et non contrôlé d'autre part cela nous a permis de développer ce chapitre pour estimer et identifier au mieux ces captures.

Enfin, notre travail s'achèvera par une conclusion synthétique sur les principaux résultats obtenus.

Biologie, écologie et
exploitation des
holothuries

1. Généralités

Le terme Echinoderme provient du grec « *Echinodermata* » et signifie littéralement «peau épineuse» Echino = épineux ; Derme = peau ; (Lambert, 1997). Ces échinodermes regroupent les étoiles de mer (*Asteroidea*), les oursins (*Echinoidea*), les concombres de mer (*Holothuroidea*), les crinoïdes (*Crinoidea*) et les ophiures (*Ophiuroidea*) (Baker *et al.*, 1986). Les holothuries, ou « concombres de mer », font partie du phylum Echinodermata. Ils ont des corps allongés, souvent en forme de ver. Les concombres de mer sont des organismes communs de la faune benthique de tous les milieux marin (Hendler *et al.*, 1995 ; Luciano *et al.*, 1996), peuvent constituer jusqu'à 90% de la biomasse dans les écosystèmes des fonds marins (Hendler *et al.*, 1995). La répartition des différents groupes dans les zones littorales est exprimée par une prédominance de l'ordre des *Holothuriida* (précédemment *Aspidochirotida*) (Mezali, comm. personnelle).

2. Distribution géographique

Semblables à tous les autres échinodermes, les holothuries sont exclusivement des animaux marins et habitent tous les océans à une large gamme de profondeurs, des zones intertidales peu profondes à 5000 m et plus. La plupart des holothuries sont des organismes benthiques (Bluhm, 1999 ; Solan *et al.*, 2004), bien qu'il existe des espèces nageant et très probablement complètement pélagiques (Ohta, 1985). On les trouve couramment dans les eaux tropicales peu profondes allant de la zone intertidale à l'océan profond (Hadel *et al.*, 1999; Pawson, 2007). Les holothuries se trouvent dans de très nombreux biotopes marins à toutes les latitudes, des zones intertidales aux plus grandes profondeurs (Hyman, 1955 ; Conand, 1990, 1994). Elles sont surtout caractéristiques des fonds meubles bien que certaines espèces se trouvent sur les substrats durs ou en épibioses sur des végétaux ou des invertébrés marins (Hyman, 1955 ; Conand, 1990).

3. Classification

La classe Holothuroidea comptent plus de 1250 espèces et 6 ordres (*dendrochirotes*, *dactylochirotes*, *Holothuriida*, *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 tube de Cuvier (Hendler et al . , 1995).

La classification des holothuries est basée sur la présence ou l'absence de podia et des poumons, les touffes gonadiques ainsi que sur la forme et le nombre des tentacules. Ces premiers critères permettent de distinguer les ordres d'holothuries (Guille et al., 1986).

Tableau 1. Classification des holothuries (<http://doris.ffessm.fr/Especies>).

	TERMES SCIENTIFIQUES	TERMES EN FRANÇAIS	DESCRIPTIF
Embranchement	Echinodermata	Echinodermes	Symétrie radiale d'ordre cinq (chez les adultes). Squelette de plaques calcaires bien développé sous le derme. Présence d'un système aquifère auquel appartiennent les podia souvent visibles extérieurement.
Sous- embranchement	Echinozoa	Echinozoaires	Echinodermes non étoilés de forme globuleuse ou allongée. Ce groupe renferme les oursins et les concombres de mer.
Classe	Holothuroidea	Holothuroïdes	Echinodermes vermiformes, ouverture buccale à l'extrémité antérieure du corps et entourée d'une couronne de tentacules rétractiles, anus postérieur, une seule gonade : holothuries, concombres de mer. Endosquelette réduit à de microscopiques ossicules ou plaques, inclus dans la paroi du corps.
Super ordre	Aspidochirotea	Aspidochirotacés	
Ordre	Holothuriida	Holothuries	(Anciennement: Aspidochirotida / Aspidochirotes) Symétrie bilatérale, avec une sole de reptation et des podia buccaux en forme d'écusson. Présence de "poumons", pas de muscle rétracteur de la bouche.

Famille	Holothuriidae	Holothuriidés	Podia munis d'ampoules. La gonade est placée à gauche du mésentère dorsal.
----------------	---------------	---------------	--

4. Systématique

4.1. Ordre Holothuriida

Le Registre mondial des espèces marines (WoRMS) a pour objectif de fournir une liste complète et faisant autorité de noms d'organismes marins, comprenant des informations sur la synonymie, contrôlé par des experts taxonomiques et thématiques, qui ont fait la révision de l'ordre Aspidochirotida (Aspidochirotés) en holothuriida par Mike Reich (WoRMS, 2019).

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

Dans la plupart des cas, la face ventrale se différencie de la face dorsale de telle sorte que trois pièces ambulacraires s'allongent ventralement et constituent « le trivium » ou la « semelle rampante » sur laquelle l'animale se déplace. Par contre, les deux autres pièces ambulacraires s'allongent dorsalement pour constituer le « bivium » (In Mezali 1998).

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

5. Morphologie et anatomie générale

5.1. Morphologie

Les holothuries possèdent, en général, un corps mou (Conand, 1990), non segmenté, cylindrique plus ou moins allongé selon un axe antéropostérieur (Rowe et Richmond, 1997).

Elles ont une symétrie bilatérale visible à la surface du corps qui s'est secondairement surimposée à la symétrie pentaradiaire typique (Fig. 1). La bouche, antérieure, est entourée d'une ceinture de tentacules (multiples de cinq allant jusqu'à trente) spécialisés dans la collecte des nourritures, l'anus étant postérieur.

Les holothuries possèdent également des pieds ambulacraires ou podia qui s'organisent en plusieurs rangées et qui leur servent à la locomotion et la fixation au substrat. Sur le bivium, qui est la partie du corps qui forme la "sole rampante" des holothuries, les podia sont disposés en trois rangées ou recouvrent toute la sole. Sur le trivium qui forme les côtés et le dos de ces animaux, ils peuvent être modifiés en verrue ou papilles plus ou moins développées. Les podia peuvent aussi servir à la respiration et à la réception sensorielle (Hyman, 1955 ; Conand, 1990).

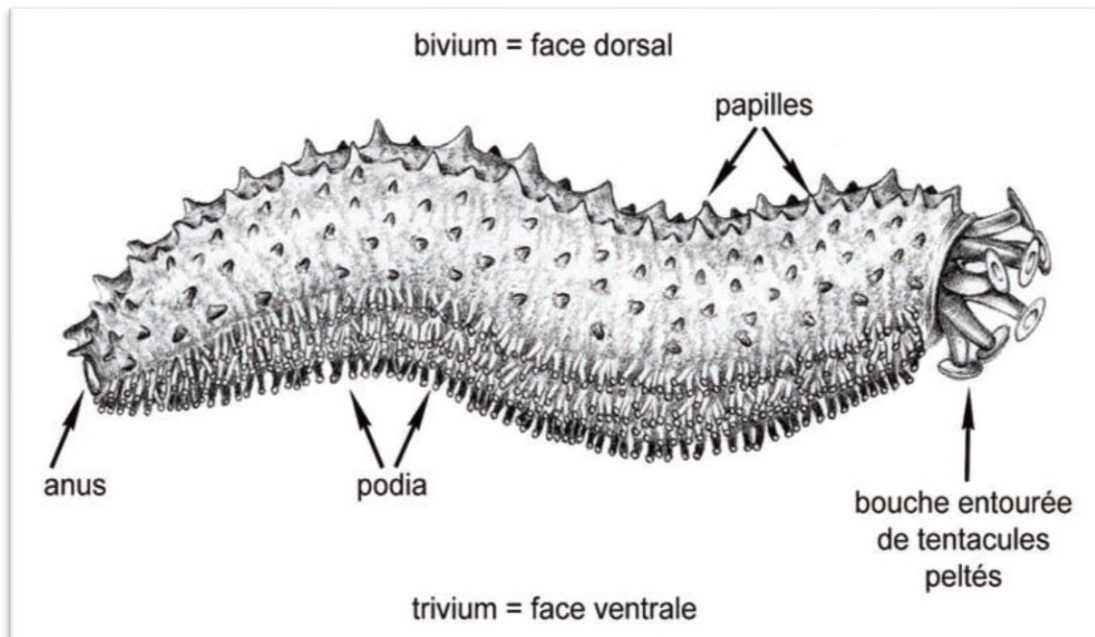


Figure 1. Anatomie externe d'une holothurie Holothuriida (In Samyn et *al.*, 2006).

Dans le règne animal, les Echinodermes se distinguent par 3 caractéristiques principales : un système aquifère (système composé de canaux permettant la motricité, l'alimentation, la respiration et l'excrétion des déchets) ; une symétrie pentaradiée, et un squelette interne calcaire (Lambert, 1997).

Les holothuries se distinguent des autres classes des échinodermes par l'existence d'un endosquelette constitué par des sclérites (= spicules ou encore ossicules) ; ces dernières représentent des millions de microscopiques pièces calcaires, isolées les unes des autres et éparpillées dans les couches dermiques du corps de l'holothurie (*In Mezali, 2008*). Ces ossicules peuvent se présenter sous de multiples formes, des plus simples (bâtonnets) aux plus élaborées (formes allant de plaques perforées à des plaques ornées) (Conand, 1990). Ces spicules peuvent être de différentes formes: rosette, bouton et plaque (Fig. 2) (Hickman, 1998). La morphologie, la taille et la distribution de ces ossicules dans les différents tissus constituent des caractères clefs dans la détermination et la classification des holothuries (Samyn *et al.*, 2006).

La couronne calcaire, structure formée par des plaques calcifiées entourant le pharynx, fait également partie de l'endosquelette de ces animaux (Conand, 1990).

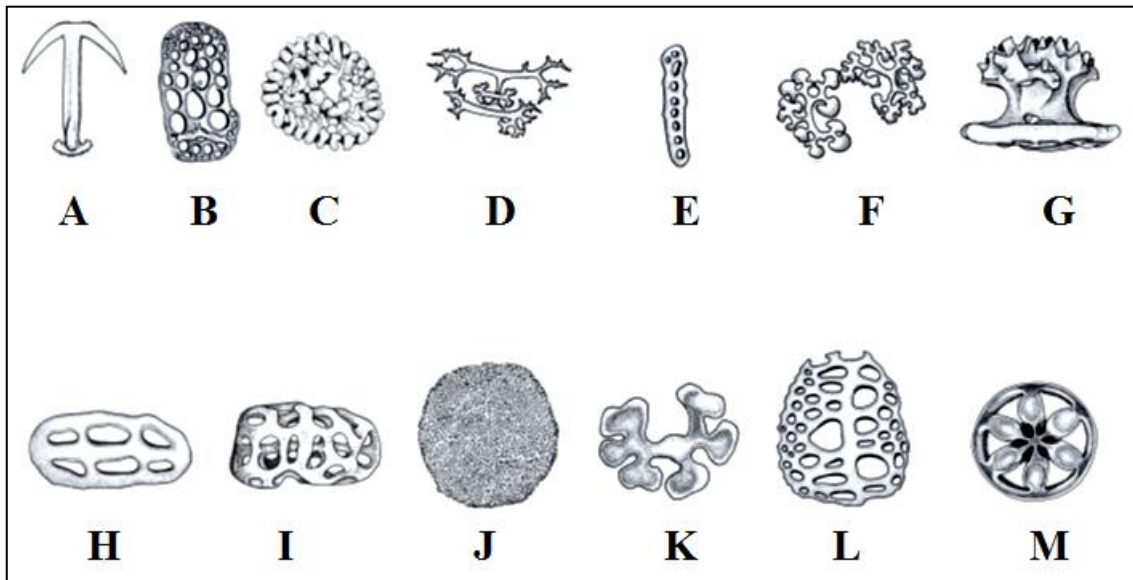


Figure 2. Principaux types d'ossicules calcaires présents chez les holothuries. A: Ancre, B: plaque anchorale, C: Corpuscule crépu, D: Bâtonnet, E: Pseudo-bouton, F: Rosette, G: Tourelle, H: Bouton en boucle, I: Ellipsoïde fenestré, J: Plaque terminale, K: Grain, L: Plaque perforée, M: Roues.

Le tégument constitue la partie comestible de l'individu. Des études nutritionnelles ont rapporté des niveaux élevés de vitamines A, B1, B2 et B3, ainsi que des sels minéraux tels que le calcium, le magnésium et le zinc chez les holothuries en élevage en Chine (Chen, 2003). Les résultats des études entreprises par Ben Ismail *et al.*, (2010) ont mis en évidence des propriétés nutritionnelles intéressantes chez deux espèces d'holothurie. En effet, *Holothuria (R.) poli* et *Holothuria (H.) tubulosa* récoltées dans les franges littorales de Bizerte, Nabeul et au golfe de Tunis ont révélé la présence d'une quantité appréciable en oligoéléments (Ben Ismail *et al.*, 2013). Des molécules actives telles que les saponines qui présentent une importante activité hémolytique furent isolées à partir d'*Holothuria (H.) tubulosa* (Louiz *et al.*, 2003).

Les concombres de mer contiennent des acides aminés essentiels qui aident à réguler la fonction immunitaire, d'importants Oméga-3 (Skandrani *et al.*, 2013) et d'autres acides gras essentiels intervenant dans la régulation des maladies cardiaques, certains cancers, l'asthme, la dépression, l'arthrite rhumatoïde, etc. (CCMAR, 2009).

Tableau 2. Valeur nutritive du concombre de mer (holothurie) frais, autochtone. Source : Santé Canada, Fichier canadien sur les éléments nutritifs (FCÉN), 2010. Code de l'aliment: 5940.

Nom de l'élément nutritif	Unité	Valeur pour 100 g de portion comestible
Macronutriments		
Cendres	g	1,0
Eau	g	80,7
Énergie (kcal)	kCal	68
Énergie (kJ)	kJ	284
Protéines	g	13,0
Lipides totaux	g	0,4
Glucides	g	3,1
Minéraux		
Calcium, Ca	mg	30
Fer, Fe	mg	0,6
Vitamines		
Rétinol	µg	94
Équivalents d'activité du rétinol (EAR)	µg	94
Acide folique, forme synthétique	µg	0
Niacine	mg	3,2
Niacine, équivalents	NE	5,6
Riboflavine	mg	0,9
Thiamine	mg	0,1

Les holothuries possèdent une forte teneur en protéines (5-12 % du poids frais) avec une prédominance en acide glutamique, glycine, acide aspartique, leucine et lysine.

Ces taux varient selon l'organe considéré. A titre d'exemple, le tégument du concombre de mer est riche en collagène insoluble possédant une forte teneur en acides aminés essentiels (Zhong *et al.*, 2007)

5.2. Anatomie

Les holothuries présentent une cavité générale spacieuse dans laquelle on retrouve les gonades, le tube digestif, les arbres respiratoires (tubes dichotomiques aveugles se connectant à la base du tube digestif) (Fig. 3).

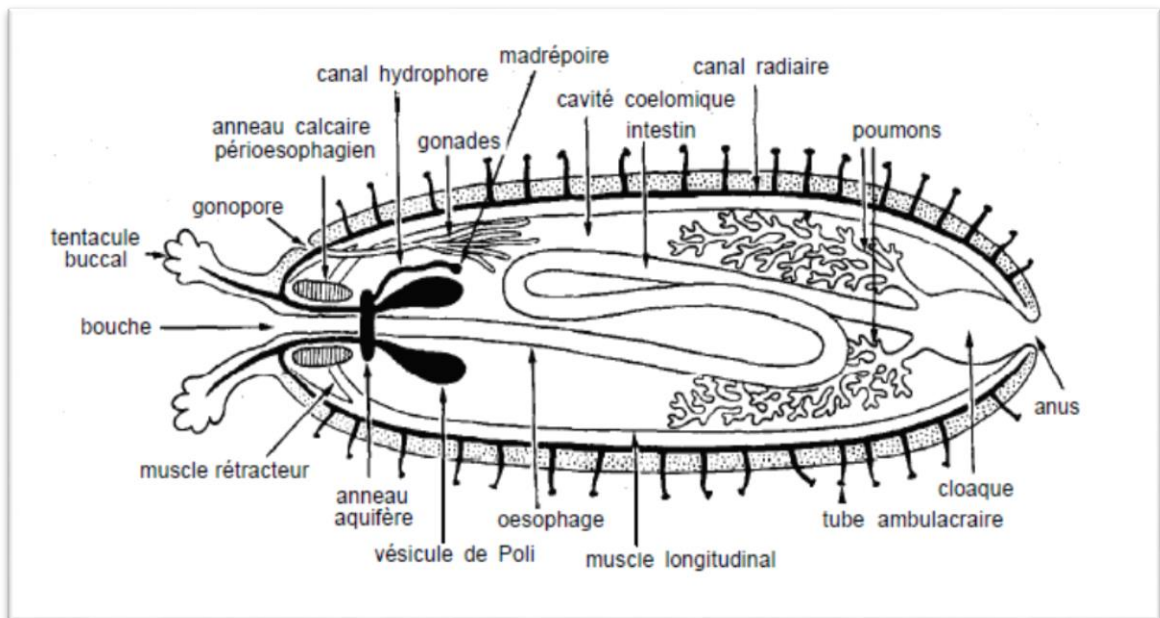


Figure 3. Représentation schématique d'une coupe longitudinale d'holothurie (in Samyn *et al.*, 2006)

5.1.1. Liquide cœlomique

Le corps des Holothuries comporte une grande cavité coelomique remplie de liquide. Le tube digestif est long, plus ou moins enroulé, et fixé à la paroi du corps par des mésentères (replis du péritoine tapissant la cavité coelomique). Sa partie postérieure ou cloaque est une des structures les plus caractéristiques des Holothuries; elle peut être

considérablement étendue par des muscles fixés à la paroi du corps, permettant ainsi l'entrée et la sortie d'une quantité d'eau considérable.

Le cloaque remplit une fonction respiratoire importante et peut chez de nombreuses espèces développer des excroissances arborescentes de grande taille, appelées poumons ou organes arborescents; ces organes ont aussi des fonctions hydrostatique et excrétrice importantes. Chez plusieurs espèces de l'ordre des *Holothuriida* (précédemment *Aspidochirotida*), il y a, à la base de ces poumons, un nombre variable de tubules gluants blanchâtres, roses ou rougeâtres, appelés organes de Cuvier, qui peuvent être détachés et éjectés par l'anus grâce aux contractions du corps; ce sont des armes défensives grâce auxquelles les Holothuries engluent les animaux ou objets qui les dérangent; ces organes sont facilement régénérés.

5.1.2. Système aquifère

Il est formé d'un anneau périosophagique en communiquant avec les cinq canaux radiaires, les vésicules de Poli, les canaux tentaculaires et le canal du sable. Ce dernier se termine normalement par un madréporite interne situé dans la cavité cœlomique. Les canaux tentaculaires pénètrent dans les tentacules buccaux et sont munis d'ampoules relativement grandes; les canaux radiaires se dirigent vers l'arrière le long des radius et donnent des diverticules pour les podias.

5.1.3. Système respiratoire

La plupart des échinodermes sont également dépourvus de système respiratoire. Seules les holothuries possèdent des "poumons" (encore appelés organes arborescents). Ce sont des sacs volumineux très ramifiés qui débouchent par un tronc commun dans l'ampoule rectale. Dans différentes autres classes, astérides notamment, la respiration est assurée via:

1) des papules disséminées essentiellement sur la surface dorsale. Elles correspondent à des zones tégumentaires amincies étant constituées simplement de deux épithélia ciliés séparés par une mince couche conjonctivo-musculaire.

2) Les podias du système ambulateur qui présentent également des zones d'amincissement tégumentaire.

5.1.4. Système digestif

Le système digestif des Holothuries est formé d'un canal tubulaire. Il commence par une bouche sans dents plus au moins ronde entouré par une couronne de tentacules, qui servent à l'exploitation du sédiment et la capture de la nourriture. La bouche est suivie d'un pharynx et d'un œsophage ; l'intestin qui suit est très long, ceci pour optimiser la digestion d'une alimentation peu énergétique (la digestion peut durer jusqu'à 36 heures chez certaines espèces) ; le gros intestin se termine par une poche cloacale, où peuvent vivre certains symbiotes.

L'épithélium n'est pas cilié et ne présente ni piquants ni plaques squelettiques. Ces dernières sont réduites à des sclérites dermiques non jointifs (Jans et Jangoux, 1990).

5.1.5. Système reproducteurs

Le système reproducteur est composé d'une gonade (mâle ou femelle) et d'un gonoducte débouchant sur le gonopore externe, situé à proximité de la bouche. La gonade se compose d'un grand nombre de tubes gonadiques ramifiés dont la partie distale flotte librement dans le coelome ; elle est soutenue du côté par un mésentère relié à la partie antérieure du tube digestif ; les cellules reproductrices sont situées dans ces tubes gonadiques et seront reléguées à maturation. Les gonades des Holothuries n'ont pas une disposition radiaire. Il y a un seul organe reproducteur situé sous la zone inter radiaire médiodorsale et formé de tubes simples ou branchus disposés en un ou deux faisceaux. Ce gonopore simple ou double s'ouvre dorsalement entre les tentacules buccaux ou légèrement en arrière. La fécondation est externe et les larves auricularia sont planctoniques jusqu'à leur métamorphose en juvéniles benthiques.

5.1.6. System nerveux

Le système nerveux non centralisé des échinodermes leur permet de détecter leur environnement de tous les côtés. Les holothuries ont un anneau nerveux près de la base des tentacules. Les podia sont sensibles au toucher. Les phéromones adultes peuvent attirer les larves qui tendent à s'installer près des adultes conspécifiques. (Brusca et Brusca, 2003).

5.1.7. Organe de Cuvier

Dans l'anatomie interne de certaines espèces d'Holothuries, les tubes de Cuvier sont des tubes contractés, insérés au niveau des organes respiratoires, tout près du cloaque de l'animal.

Certaines espèces sont capables d'expulser volontairement ces tubes de Cuvier, qui au contact de l'eau gonflent, s'allongent (jusqu'à 20 à 30 fois) et deviennent collants : ils participent au premier chef à la défense de l'animal.

6. Reproduction des holothuries

Généralement, les holothuries sont à sexes séparés (gonochoriques) et ne présentent pas de dimorphisme sexuel. Il est à cet effet impossible de discerner extérieurement les mâles des femelles (Battaglène, 1999 ; Mercier et *al.*, 2000). Plusieurs espèces possèdent la capacité de se reproduire par scission (Conand, 1996).

Certaines holothuries sont hermaphrodites, mais la plupart sont des reproducteurs dioïques à fécondation externe. Les holothuries des eaux tempérées ont une reproduction sexuée annuelle généralement estivale. Si leur peuplement est appauvri le retour à une population présentant une densité stable et équilibrée peut demander des décades (Duvauchelle, 2010).

6.1. Reproduction sexuée

Le cycle de reproduction des concombres de mer est souvent très complexe. La gamétogenèse et le frai suivent généralement un schéma saisonnier distinct, variant en fonction des espèces et des localisations géographiques (Drumm et Loneragan, 2005). Certains facteurs abiotiques tels que la température de l'eau de mer et la photopériode (Smiley et *al.*, 1991; Ramofafia et *al.*, 2000), les rythmes lunaires (Battaglène, et *al.*, 2002) et des facteurs biotiques tels que la disponibilité de la nourriture (Drumm et Loneragan, 2005) ont été suggérés comme des signaux exogènes affectant la reproduction des concombres de mer. Les holothuries pondent librement leurs œufs dans l'eau de mer où la fécondation a lieu (fécondation externe) (Fig. 4).

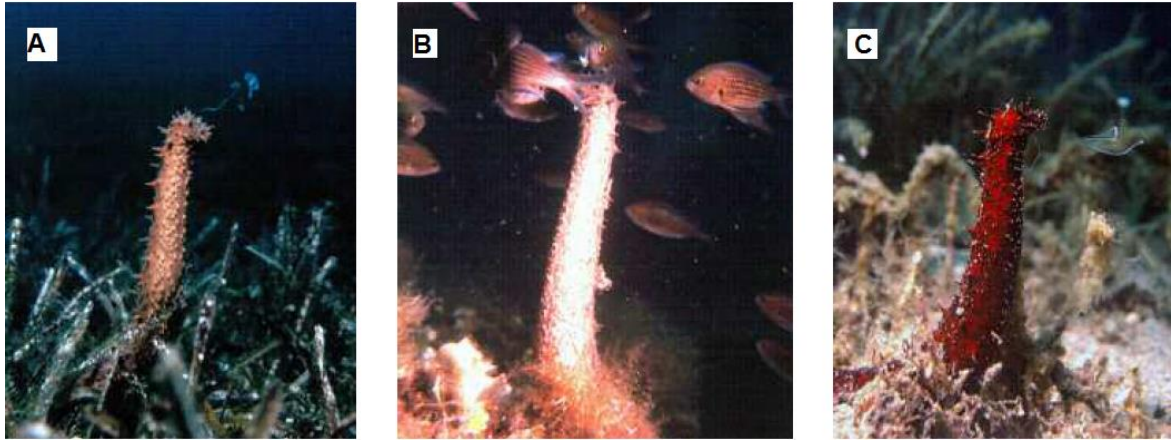


Figure 4. Reproduction sexuée des holothuries. A)*Holothuria (H.) tubulosa* en phase de reproduction, B) Un groupe de poisson téléostéen *Chromis chromis* se nourrissant des gamètes de *Holothuria.(H.) tubulosa*, C) *Holothuria (R.) poli* en phase de reproduction (Moosleitner, 1995).

6.2. Reproduction asexuée

La reproduction asexuée est le mode de reproduction le plus ancien et est observée chez les représentants de tous les phylums des métazoaires modernes (Ivanova-Kazas, 1977 ; Brusca et Brusca, 2003). La reproduction asexuée étant étroitement liée à la structure d'un animal, ses types sont aussi divers que les animaux eux-mêmes (Brien, 1986). La variété des manifestations de ce phénomène est d'autant plus grande que la reproduction asexuée chez différentes espèces remplit différentes fonctions biologiques, telles que la croissance de la population, la régulation de la taille, la colonisation de nouveaux sites et la survie dans des conditions défavorables.

L'évolution des organismes multicellulaires semble avoir traversé des pertes et restaurations répétées de diverses formes de reproduction asexuée (Ivanova-Kazas, 1977). Parmi les groupes modernes d'invertébrés à reproduction asexuée, les holothuries méritent une attention particulière en raison de leur valeur commerciale.

Une reproduction asexuée se rencontre chez au moins une dizaine d'espèces d'holothurie (Conand, 1989 ; Uthicke, 2001c ; Conand 2006a) parmi lesquelles figurent *Holothuria edulis* (Lesson, 1830) ; *Holothuria leucospilota* (Brandt, 1835) ; *Stichopus chloronotus* (Brandt, 1835) ; *Holothuria atra* (Jaeger, 1833) et *Holothuria parvula* (Selenka, 1867) (Harriot 1982 ; Conand et De Ridder, 1990) (Fig. 5).



Figure 5. Reproduction asexuée dans une population de *Holothuria difficilis* à la Réunion Philippe. A) Individu complet, ≈ 3.5 cm. B) Produit de scission régénérant une partie antérieure (PP), ≈ 2 cm. C) Juvénile, ≈ 1.75 cm. Les barres d'échelle correspondent à 1 cm. (Bourjon1 et Desvignes, 2018).

Ce mode de reproduction se fait surtout par scission transversale du corps (Fig.6). La plupart des espèces qui se reproduisent de la sorte le font en impliquant une torsion du corps et/ou un étirement (Uthicke, 2001c).

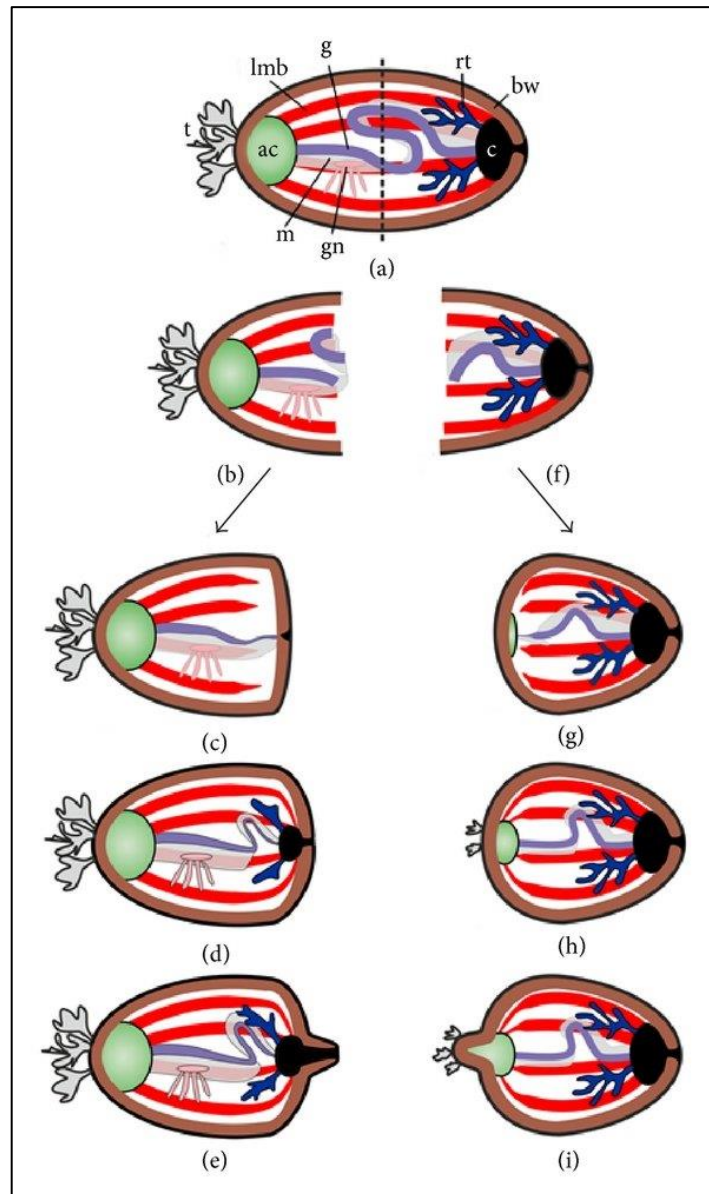


Figure 6. Schéma de régénération des organes internes après la fission chez les holothuries (a) Animal avant la fission. (b) fragment antérieur juste après la fission. (c) Formation de l'intestin et du cloaque dans le fragment antérieur. (d) Formation d'arbres respiratoires dans un fragment antérieur. (e) Croissance de la partie postérieure du corps. (f) Fragment postérieur juste après la fission. (g) Formation de rudiments AC et intestinaux dans un fragment postérieur. (h) Fragment postérieur avec organes internes régénérés. (i) Croissance de la partie antérieure du corps. ac: complexe aquapharyngé; pc: paroi du corps; c: cloaque; g: intestin; gn: gonade; lmb: bande musculaire longitudinale; m: mésentère; rt: arbre respiratoire; t: tentacules. Ligne pointillée: site de division du corps pendant la fission (*in Dolmatov, 2014*).

6.3. Développement larvaire chez les holothuries

Les holothuries peuvent présenter une gonade de chaque côté du mésentère mais chez la famille des Holothuridae en général, elle n'apparaît que du côté gauche de l'animal. La gonade se poursuit par un gonoducte qui sort de la base de la gonade, longe le mésentère dorsal et aboutit à l'extérieur par l'intermédiaire du gonopore situé près de la bouche (Smiley 1994 ; Rasolofonirina et al. 2005).

Le développement larvaire du concombre de mer avant sa fixation se déroule dans la colonne d'eau et s'étale sur 13 à 20 jours, selon la température et le taux de salinité de l'eau de mer. Aux premiers stades — blastula et gastrula —, les larves nagent en surface; par la suite, aux stades dipleurula, auricularia et doliolaria, elles migrent vers des eaux plus profondes. (Kashenko, 1998) (Fig. 7).

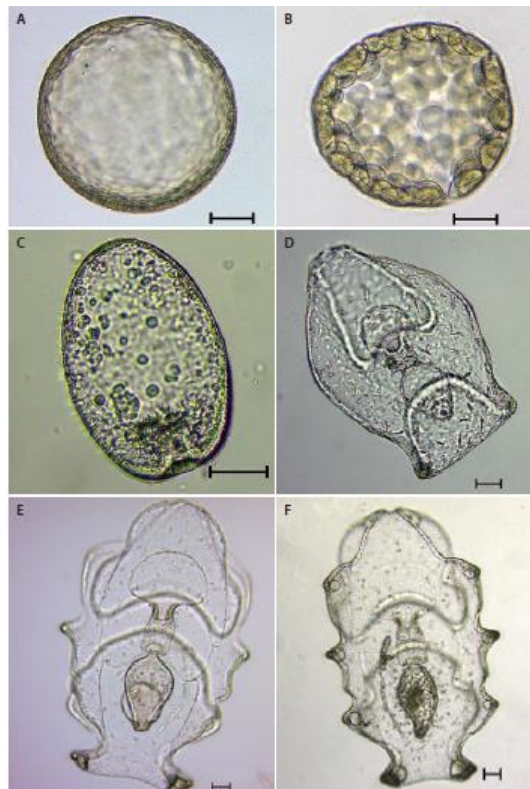


Figure 7. Développement embryonnaire et larvaire de *Stichopus* sp. Phases embryonnaires : A) Œuf fécondé ; B) Blastula ; C) Gastrula. Phases larvaires planctoniques ; D) Stade initial d'auricularia ; E) Stade intermédiaire d'auricularia ; F) Stade final d'auricularia. Échelle graphique de 20 μm (Aguadelo et Rodriguez, 2015).

7. Régime et comportement alimentaire des holothuries

Les espèces d'holothuries se nourrissent par filtration. Elles jouent de la sorte un rôle important dans le recyclage de la matière organique et l'oxygénation des sédiments benthiques, elles sont un acteur majeur de l'écosystème à *Posidonia oceanica* (Coulon et Jangoux, 1993; Mezali, 2008) (Fig. 8).

Des expériences de laboratoire ont montré que la diminution de la densité des holothuries ou bien leur suppression peut conduire à la mise en place d'un tapis algal qui recouvre le sédiment, ce qui limiterait, l'oxygénation du sédiment. Un adulte peut filtrer de 0,430 à 4,283Kg de poids sec de sédiment par an, cela dépend de la taille du spécimen et des conditions environnementales (Coulon et Jangoux, 1993).

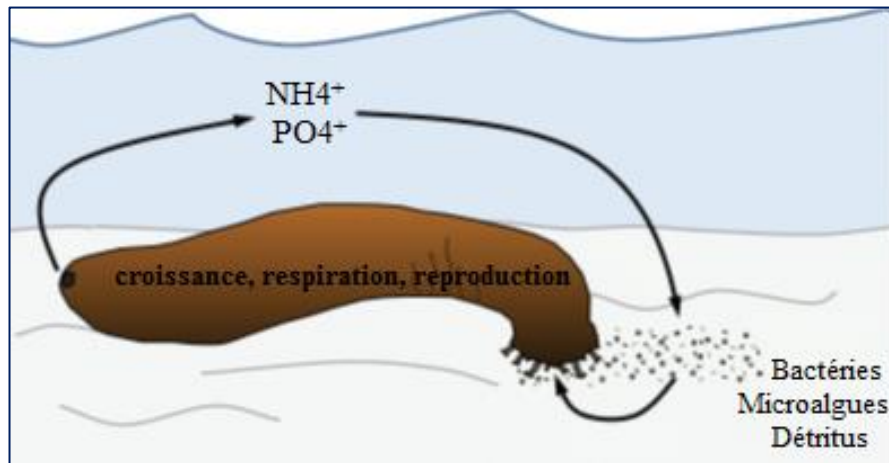


Figure 8. Recyclage des éléments nutritifs par les « concombres de mer ». Nitrates et phosphates solubles excrétés par les concombres de mer dans les eaux de mer environnantes peuvent être absorbés par les coraux, les macroalgues, les microalgues et les bactéries à proximité. À son tour, la composition nutritive des microalgues et des bactéries est enrichie et peut être mangée par le concombres de mer et d'autres dépôts, formant ainsi une boucle de recyclage dans l'écosystème benthique (Purcell et *al.*, 2016).

Toutes les espèces commerciales sont détritivores. Elles se nourrissent des débris, des microalgues et des bactéries contenues dans le sédiment (Moriarty, 1982, Moriarty et *al.*, 1985).

De nombreuses holothurides choisissent des éléments riches en produits biologiques. Les sédiments et les débris sont parmi ceux disponibles dans leur habitat

(Moriarty 1982, Hammond 1983, Amon et Herndl 1991, Uthicke et Karez 1999), même si certaines espèces semblent plutôt peu sélectives (Uthicke 1999, Uthicke et Karez 1999). Les holothuries digèrent principalement les bactéries, les cyanobactéries, les plantes en décomposition (par exemple, les herbiers sous-marins et les algues), certaines diatomées, foraminifères, champignons et autres matières organiques qui constituent le détritus (Yingst 1976, Moriarty 1982, Uthicke 1999, MacTavish et *al.*, 2012). En particulier, les bactéries ont été un composant communément rapporté du régime alimentaire des holothuries (Moriarty 1982, Amon et Herndl 1991a).

En se nourrissant, les holothuries influencent les processus microbiologiques qui ont lieu au niveau de l'interface eau-sédiment (Amon et Herndl 1991a ; 1991b) ainsi que la bioaccumulation des particules chimiques et organiques (Lappanen 1995). De plus, le rejet de boulettes fécales enrichit le sédiment marin en matière organique, ce qui attire d'autres détritivores (Amon et Herndl 1991). En sélectionnant les particules qu'elles ingèrent, les holothuries détritivores peuvent influencer sur les propriétés physico-chimiques du sédiment (Taghon 1982).

Le rôle des concombres de mer peut être assimilé à celui des vers de terre. Le transit intestinal des sédiments par les holothuries holothurida semble également faciliter la décomposition bactérienne des matière organique (réfractaire) dans les sédiments (MacTavish et *al.*, 2012). Le volume de sédiments ingéré et dégraissé par individu et par an est souvent remarquable (9–82 kg ind/an), (Yamanouti 1939, Hammond 1982, Coulon et Jangoux 1993, Uthicke 1999)

Les sédiments souillés par les holothuries sont souvent moins riches en matière organique que les sédiments ingérés, ce qui en déduit qu'ils agissent pour « nettoyer » les sédiments (Amon et Herndl 1991 ; Mercier et *al.*, 1999 ; Uthicke 1999 ; Michio et *al.*, 2003 ; Paltzat et *al.*, 2008 ; MacTavish et *al.*, 2012 ; Yuan et *al.*, 2015).

8. Mécanisme de défense

Des études ont montré que la prédation joue un rôle majeur qui influence sur la structure communautaire ainsi que sur la distribution spatiale et temporelle de invertébrés marins (Bingham et Braithwaite 1986; Francour, 1997). Les prédateurs potentiels des holothuries comprennent les poissons, les crustacés et surtout les étoiles de mer (Francour, 1997).

En raison de la forme et de la structure coriace des concombres de mer, une partie au moins du concombre de mer doit être piqué par le prédateur, ou bien l'individu juvénile doit être ingéré entier (Lawrence, 1987). En réponse à la prédation les concombres de mer possèdent une large variété de mécanismes de défense. Ces défenses comprennent la toxicité, l'épaississement de la paroi corporelle, éviscération, comportement cryptique autotomie, et natation (pour les espèces pélagiques ou autre processus actif pour éviter le prédateur par exemple le mimétisme (Bingham, 1986).

8.1. Toxines

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).

Le mécanisme de défense le plus étudié est l'expulsion de tubules de Cuviers. Les tubes de Cuvier se trouvent chez plusieurs espèces appartenant exclusivement à la famille Holothuriidae (Flammang et al., 2005). Les tubes sont blancs (Fig. 09), attaché à la base de l'arbre respiratoire gauche (Van Den Spiegel, 1987).



Figure 9. *Holothuria(P.) forskali* excréant ses tubes de cuviers ; île de Pag (Croatie, Mer Adriatique) (© Pierre--Yves Vaucher).

8.2. L'éviscération

Les concombres de mer (une classe d'échinodermes) présentent une grande capacité de régénération, de sorte que, après l'éjection des organes internes lors d'un processus appelé éviscération, les organes perdus se régénèrent.

Les holothuries sont bien connues pour leur capacité à se débarrasser régulièrement ou en totalité de leurs organes internes en réponse à un stimulus externe (prédation, stress, manipulation) (Emson et Wilkie, 1980) ou sur une base saisonnière (Swan, 1961) (Fig. 10). Les énormes progrès réalisés dans le domaine de la recherche sur l'éviscération des holothuries au cours des deux dernières décennies ont révélé d'importants mécanismes moléculaires (Sun et *al.*, 2013) établissant ainsi une base solide pour régénération post-traumatique (Mashanov et *al.*, 2013).

L'éviscération se produit de deux façons chez les espèces de concombres de mer: de la bouche (antérieure) à l'anus (postérieur). Curieusement, les tissus en régénération se forment à la fois dans les régions antérieure et postérieure, s'étendent vers les extrémités opposées et se confondent pour former un tube digestif complet. Du tube postérieur, le tube digestif se régénère en prolongeant le cloaque dans un tube continu qui reste à l'éviscération. Chez les espèces à éviscération postérieure, l'œsophage reste dans le corps et un nouveau tube en régénère continuellement. Cependant, chez les espèces antérieurement éviscérées, il ne reste aucun tissu tubulaire dans la région antérieure.



Figure 10. Phénomène d'éviscération chez *Holothuria(R.) poli* (Slimane-Tamacha, present travail)

8.3. Mobilité

Bien que les holothuries sont en général considérées comme sédentaires (Conand, 1991), plusieurs espèces présentent des rythmes nycthéméraux marqués, en relation avec leur alimentation (Hammond, 1982). 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 (Muscat 1983 ; Mezali, 2008).

Pendant des cycles de 24 heures, le suivi de quelques individus d'holothuries 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 (Levi, 1982) ;

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

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

Lstiostichopus badionotus: 4,0 à 4,4 m/jour (Hammond, 1982) ;

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

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

9. Ecologie des holothuries

Le genre *Holothuria* se trouvant dans différents habitats marins des eaux peu profondes côtières. Ils se trouvent généralement à des densités élevées fournissant ainsi à l'écosystème benthique (ie ; écosystème à *Posidonia oceanica*) d'importants services améliorant le cycle des nutriments et la productivité locale dans les sédiments carbonatés oligotrophes par leur bioturbation et les activités qualifiées de "deposit-feeders" (Byrne et al., 2010). Ils jouent un rôle clé dans le maintien des écosystèmes marins sains en mélangeant les sédiments, en recyclant les nutriments, en stimulant la croissance des algues et en régulant le contenu en carbone et le pH de l'eau (Massin, 1982a; Uthicke, 2001a,b ; Purcell, 2004; Wolkenhauer et al., 2010 ; Purcellet al., 2016).

9.1. Bioturbation

La bioturbation (du latin "turbatio", qui signifie remuer ou déranger) fait référence à un remaniement, une agitation ou mélange de couches de sédiments par des organismes. La bioturbation des sédiments des récifs, des lagunes et des herbiers affecte les propriétés physico-chimiques, la perméabilité des sédiments, la teneur des eaux interstitielles, la composition en particules des sédiments supérieurs et les taux de la reminéralisation et l'efflux de nutriments inorganiques (Reise 2002, Lohrer *et al.*, 2004). Le processus de bioturbation fait augmenter la concentration en Oxygène des sédiments (Solan *et al.*, 2004). Les conséquences biologiques du phénomène de bioturbation incluent l'amélioration de la production primaire, la biodiversité et la biomasse faunistiques (Solan *et al.*, 2004).

9.2. Comportement

En général, les holothurides sont sédentaires et / ou se déplacent lentement, creusant généralement dans des sédiments meubles ou se logeant dans des fissures ou des crevasses sous les rochers. Les holothuries rampent à l'aide de podia ou des muscles de la paroi corporelle.

Certaines espèces des grands fonds ont des podia allongées utilisés pour la marche. Chez les autres espèces, le trivium est modifié pour le déplacement. Quelques espèces pélagiques peuvent nager avec des papilles palmées. La stimulation chimique modifie les propriétés mécaniques de la partie dermique des holothuries. Cela permet à l'animal de devenir si flexible qu'il peut passer à travers des passages étroits. Inversement, il peut devenir si rigide qu'il ne peut être délogé (Brusca et Brusca, 2003).

10. Exploitation et intérêts des holothuries

Des études nutritionnelles ont rapporté des niveaux élevés de vitamines A, B1, B2 et B3, ainsi que des sels minéraux tels que le Calcium, le Magnésium et le Zinc chez les holothuries d'élevage en Chine (Chen, 2003). Les résultats des études entreprises par Ben Ismail *et al.* (2013) ont mis en évidence des propriétés nutritionnelles intéressantes chez deux espèces d'holothurie d'*Holothuria(R.) poli* et *Holothuria (H.) tubulosa* des côtes tunisiennes.

10.1. Alimentation humaine

Pêchées et/ou aquacultivées, les holothuries sont surtout destinées à l'alimentation humaine. Elles constituent une nourriture traditionnelle dans plusieurs pays d'Asie (Conand, 1990 ; 2004 ; 2006a ; 2006b). En Chine, le tégument cuit et séché, connu sous le nom de « bêche-de-mer » ou « trévang » est très prisé pour ses propriétés aphrodisiaque, curative et médicinale (Preston, 1993). Au Japon et en Corée, les holothuries se mangent crues ou après des préparations très simples (Conand, 1990) (Fig. 11).

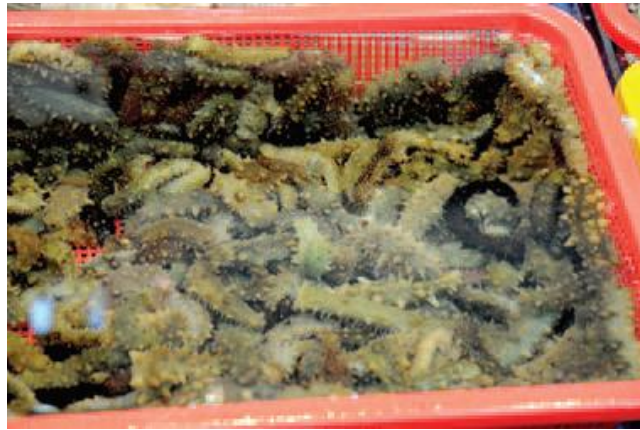


Figure 11. Spécimen d'*Apostichopus* vivant, sur le marché de Pusan (photo : M.J. Chalvin, 2014).

10.2. Propriétés médicinales

Outre l'alimentation humaine, les holothuries sont aussi exploitées pour leurs propriétés médicinales. Sans cholestérol, avec une teneur élevée en protéine (55 % du poids sec du corps) et contenant 10-16 type de mucopolysaccharides et des saponines, les concombres de mer aideraient à réduire les douleurs arthritiques (Poh-She, 2004). Les saponines qu'ils renferment, toxiques en doses importantes, présenteraient en dose homéopathique des propriétés anti-inflammatoires et anticancéreuses (Dharmananda1, Awaluddin, 2001). Les holothuries possèderaient en outre des agents antibactériens et antifongiques (Poh-Sze, 2004). Le liquide cœlomique de certaines espèces d'holothuries présenterait aussi une activité antioxydante (Hawa *et al.*, 1999).

10.3. Intérêts environnementaux

Etant détritivores pour la plupart et suspensivores pour certaines d'entre-elles, les holothuries d'un récif corallien auraient, bien que cela n'a jamais été chiffré, des effets prépondérants sur ses communautés animale et végétale. Elles pourraient, par leur mode alimentaire, réduire la turbidité de l'eau et ainsi favoriser le développement des coraux et des algues. Les holothuries détritivores, en particulier, joueraient aussi un rôle majeur dans la pérennisation des écosystèmes littoraux des régions tropicales (Bakus, 1973 ; Hammond, 1982). Ces macro-détritivores participent en effet au remaniement des sédiments (Massin, 1982a ; Wiedmeyer, 1992) et au recyclage des déchets organiques divers (excréments, cadavres, etc.) naturellement déposés dans l'écosystème (Jangoux et *al.*, 2001). Elles s'alimentent en utilisant la matière organique (bactéries, diatomées, micro-organismes et débris divers) contenue dans le sédiment dont elles se nourrissent (Wiedmeyer, 1995). Les holothuries constituent de véritables microcosmes pour toute une faune associée comprenant les poissons citons le carapide qui est un poisson anguilliforme qui vit dans la cavité générale des holothuries, qu'il utilise comme abri (Olney 2006), les crabes et les polychètes (Malaval, 1994 ; Rasolofonirina, 1997 ; Hickey et Johannes, 2003 ; Eeckhaut et *al.*, 2004 ; Lyskin et Britaev, 2005), et même des gastéropodes (Eeckhaut et *al.*, 2004 ; Mohan et James, 2005).

10.4. Autres intérêts

Les holothuries peuvent être incorporées dans d'autres produits comme les jus de fruit, baumes, liniments, crèmes, dentifrices, gels, lotions corporelles et savons (Poh-Sze, 2004). Elles sont aussi utilisées comme poison que les pêcheurs utilisent pour capturer des poissons (Conand, 1989). Souvent utilisées en polyculture, notamment avec les crevettes (quelquefois avec des algues), les holothuries participent au nettoyage du bassin, étant ainsi bénéfiques pour les organismes aquacultivés (James et *al.*, 2003 ; Pitt et Duy, 2004 ; Yaqing et *al.*, 2004).

11. Holothuriculture

Des progrès considérables ont été accomplis ces dernières années dans l'étude et la pratique de l'holothuriculture. Cette évolution a coïncidé avec un effondrement massif de nombreuses pêcheries d'holothuries des régions côtières tropicales du monde. Seuls

les milieux tropicaux marins les plus reculés échappent désormais au prélèvement et à l'exportation de bêche-de-mer (Price *et al.*, 2010 ; Conand, 2008) d'où l'intérêt croissant porté à l'holoturiculture qui permet l'élevage de cette précieuse ressource marine (Fig.12).

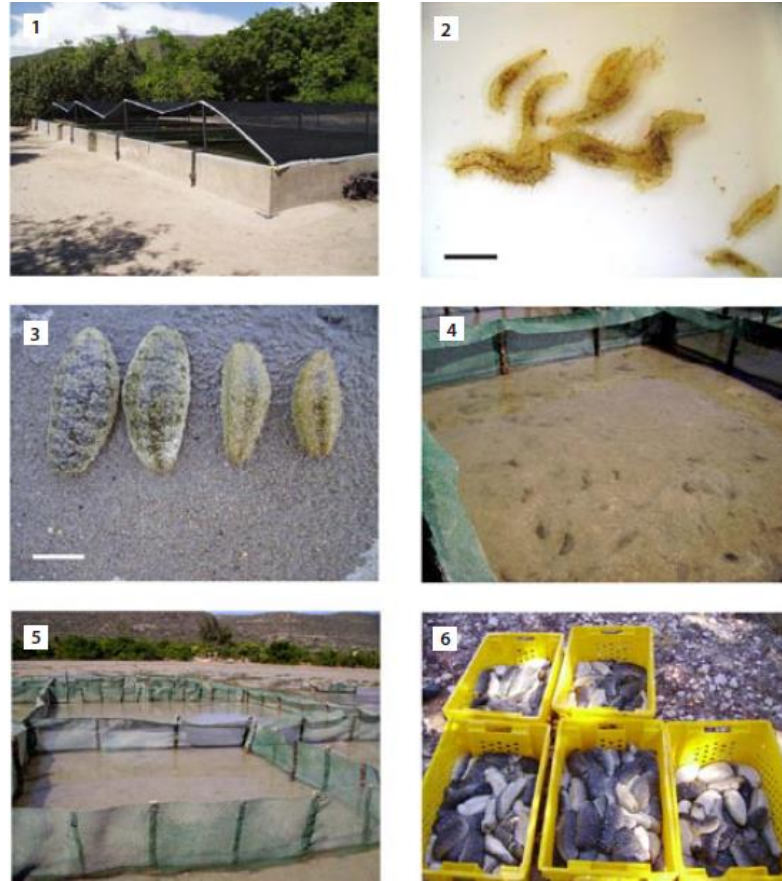


Figure 12. Quelques étapes d'holoturiculture à Madagascar. 1. Bassins extérieurs destinés à l'élevage de juvéniles de *H. scabra* (2 à 6 cm maximum). Pendant la saison chaude, les bassins sont abrités du soleil par des écrans de protection. 2. Juvénile de *H. scabra* (2 cm de long) issu de l'écloserie. À ce stade, les juvéniles commencent à se cacher dans le substrat pendant la journée. Ils quittent l'écloserie pour rejoindre les bassins extérieurs de la ferme. 3. Juvénile de *H. scabra* (6 à 8 cm de long) après la phase de grossissement préalable en bassin extérieur. Les juvéniles sont ensuite placés en milieu naturel dans des enclos marins. 4 et 5. Enclos marins installés devant les bâtiments de la ferme. 6. *H. scabra* prêts à être vendus sur le marché local ou transformés en bêches-de-mer aux fins d'exportation vers les pays asiatiques. (Eeckhaut *et al.*, 2009).

L'élevage communautaire d'holothuries ne constitue pas une activité économique viable dans de nombreuses parties du monde en développement, car la mise en place des

écloseries qui approvisionnent les fermes en juvéniles exige un investissement financier non négligeable (Eriksson et *al.*, 2011).

Zone d'étude et **espèces étudiées**

1. Introduction

Le bassin algérien est localisé au Sud du bassin occidental méditerranéen à une latitude de 35° à 40° Nord pour une longitude de 2° Ouest à 7° 45 Est. Il est situé à l'Est de la Mer d'Alboran, entre l'Algérie au sud, les îles Baléares au Nord-Ouest et la Sardaigne au Nord Est (Benzohra et Millot, 1995).

L'Algérie dispose d'une large façade maritime qui se situe au cœur de la Méditerranée. Partie intégrante du sous-continent Nord-Africain, et s'étend sur une superficie de 2 381 741 Km², longe d'Est en Ouest la Méditerranée sur 1 622 Km et s'étire du Nord vers le Sud sur près de 2 000 Km. Du point de vue écologique, le littoral Algérien est riche et diversifié. Sa façade maritime longue, alterne rivages rocheux, plages sablonneuses et zones humides. Ce littoral est caractérisé par un plateau continental réduit à l'exception de la région de Ghazaouet (wilaya de Tlemcen) à l'extrémité Ouest, et la région d'El Kala (wilaya d'El Taref) à l'extrémité Est. La côte algérienne est définie par ces deux couches d'eau superposées, l'eau Atlantique modifiée et l'eau Méditerranéenne (Benzohra et Millot, 1995).

2. Situation géographique de la zone d'étude

Le Nord de l'Algérie se trouve bordé par les eaux du bassin occidental de la Méditerranée communiquant avec l'Atlantique par le détroit de Gibraltar à l'Ouest, et du détroit sicilotunisien à l'Est. Le détroit de Gibraltar est un lieu d'échange actif entre les mers qu'il sépare (Lacombe et Tchernia, 1972).

Située à l'Ouest des côtes algériennes, la baie d'Oran est en parfaite continuité avec le golfe d'Arzew. De la pointe de Mers-El-Kébir à celle de fort Lamoune, sur 7 Km, s'enserme une belle rade entre les mâchoires des deux djebels rocheux du sahel d'Oran : le Santon au Nord et le Pic de l'Aidour à l'Est. À ces deux reliefs s'accroche le plan incliné, dissymétrique et incurvé du Murdjadjo (Tinthoin, 1952).

La côte algérienne est caractérisée par ces deux couches d'eaux superposées, l'eau Atlantique modifiée et l'eau Méditerranéenne. L'eau Atlantique pénètre dans la mer d'Alboran où ses caractéristiques initiales commencent à s'altérer, donnant ainsi naissance à l'eau atlantique modifiée (Benzohra, 1993). Ce même auteur signale cette eau dans le bassin algérien où elle se reconnaît dans une couche superficielle de 150m d'épaisseur, avec

une température de 15 à 23°C en surface et de 13,5 à 14°C en profondeur et de salinités allant de 36,5 à 38‰.

Le long des côtes algériennes, l'eau Atlantique modifiée décrit un écoulement plus ou moins stable avant de se diviser en deux branches. Dans le bassin algérien, l'eau atlantique modifiée pénétrerait (Millot, 1987 ; Benzohra, 1993 ; Millot, 1993) sous forme d'une veine de courant étroite qui donne naissance à des méandres et tourbillons côtiers associés à des upwellings. Ces derniers favoriseraient une forte productivité biologique et par conséquent, augmentation des capacités trophiques du milieu.

Le littoral oranais s'étend sur une centaine de kilomètres entre le Cap blanc situé à l'ouest de l'agglomération oranaise et la pointe de l'Aiguille située à l'ouest d'Arzew (Kerfouf, 2007). La côte oranaise est le résultat d'une série d'aires d'effondrement et de subsidence, baie des Andalouses, d'Oran, Mers El-Kébir et le golfe d'Arzew (PDAU, 1995).

La baie d'Oran occupe la partie centrale du littoral oranais et s'ouvre d'ouest en est ; elle est bordée sur 30km de terres élevées et dessine une demi circonférence à peu près régulière depuis le cap Falcon jusqu'au cap de l'Aiguille. Du port d'Oran à la pointe de Mers- El-Kébir, la côte est constituée essentiellement de hautes falaises (10 à 30m de hauteur). De la pointe de Mers-El-Kebir à celle de fort Lamoune, sur 7km, s'enserme une belle rade entre les mâchoires des deux djebels rocheux du sahel d'Oran : le Santon au nord et le Pic de l'Aidour à l'est. A ces deux reliefs, s'accroche plan incliné, dissymétrique et incurvé du Murdjadjo (Tinthoin, 1952). A l'est du port d'Oran, la côte présente des falaises plus ou moins hautes interrompues de petites plages. La baie d'Oran est en parfaite continuité avec le golfe d'Arzew.

3. Caractéristiques sédimentologiques

Le sédiment constitue un véritable piège et un permanent réservoir de contaminants hydrophiles bioaccumulables par les organismes benthiques qui peuvent constituer une incontournable source de contamination (Fowler, 1982 *in* Kerfouf, 2007).

Le rebord du littoral ouest algérien s'abaisse sensiblement le long du golfe d'Arzew et remonte contrairement au voisinage des massifs d'eau (Rosfelder, 1955). Le constituant majeur des sédiments au niveau de la côte ouest algérienne est représenté par le calcaire qui

tapisse la plateforme littorale et le rebord continental précisément dans la baie d'Oran et ses abords; quant aux sédiments siliceux, ceux-ci sont faiblement représentés (Leclaire, 1972).

Les dépôts de sable, de graviers et de coquilles tapissent la bande côtière qui s'étend jusqu'à 20 ou 30 m. Cette nature sableuse est retrouvée à 100 m au large et s'étend jusqu'à l'est envahissant ainsi la grande baie d'Oran.

3.1. Nature des fonds marins

Les travaux de Rosfelder, (1955); Maurin, (1962) et Leclaire, (1972) ont montré une variabilité dans la largeur de la bordure côtière sous-marine de l'Ouest algérien, car elle est de 10 km au large de Cap-Falcon et près de 90 km au large de Ghazaouet faisant de ce plateau continental le plus petit de la Méditerranée. La zone littorale étendue de 5 à 6 milles est caractérisée par la présence de sable et de roches suivie par une zone de vase (molle et grisâtre) sur une largeur de 2 à 3 milles. La troisième zone est un mélange de sable coquiller grossier et de vase et enfin, une dernière zone à la limite du plateau continental caractérisée par de la vase molle et noire.

4. Hydrodynamisme

La Mer méditerranée est influencée par plusieurs courants ainsi des tourbillons qui sont des courants fermés ou quasi fermé à différent diamètre. Le bassin occidental et parmi le littoral algérien comprend une masse d'eau spécifique 83% d'eau origine Atlantique passe par le détroit de Gibraltar et 27% provient des apports des grands fleuves (Borsali 2007). Selon Millot (1985-1987) il existe 3 masses d'eau qui se superposent :

4.1. 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 cotes algériennes et prend le nom de « Courant Algérien ». L'épaisseur de cette couche superficielle est de 50 à 200 m (Boutiba, 1992). Les masses d'eau provoquent des upwellings ou le bassin algérien devient le réservoir d'eau Atlantique (Taupier letage et Millot, 1988) (Fig.13).

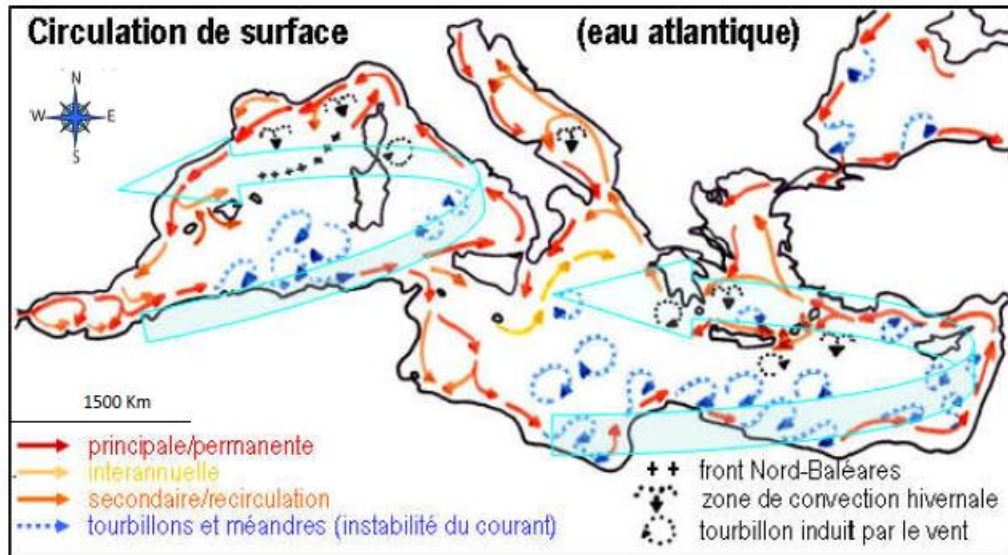


Figure 13. Circulation générale de l'eau atlantique modifiée (M.A.W) en méditerranée occidentale (Millot & Taupier-letage, 2005)

Très schématiquement, la circulation de surface en Méditerranée suit une boucle anticyclonique. L'eau atlantique peu salée pénètre en surface par le détroit de Gibraltar. Au cours de son cheminement dans le bassin, elle est transformée en eau méditerranéenne plus dense qui ressort à son tour par Gibraltar, avec un temps de renouvellement qui en moyenne varie de 50 à 100 ans (Millot, 1999; Millot et Taupier-Letage, 2005; Taupier-Letage, 2008). (In Neghli, 2013) (Fig. 14, 15).

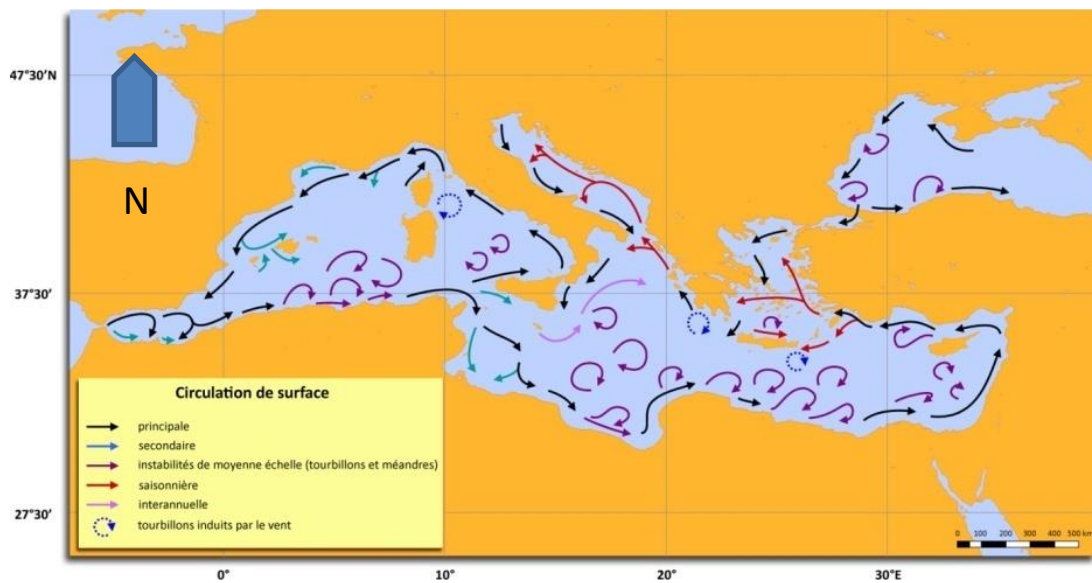


Figure 14. Circulation générale de surface dans la mer Méditerranée (d'après Millot et Taupier Letage, 2005).

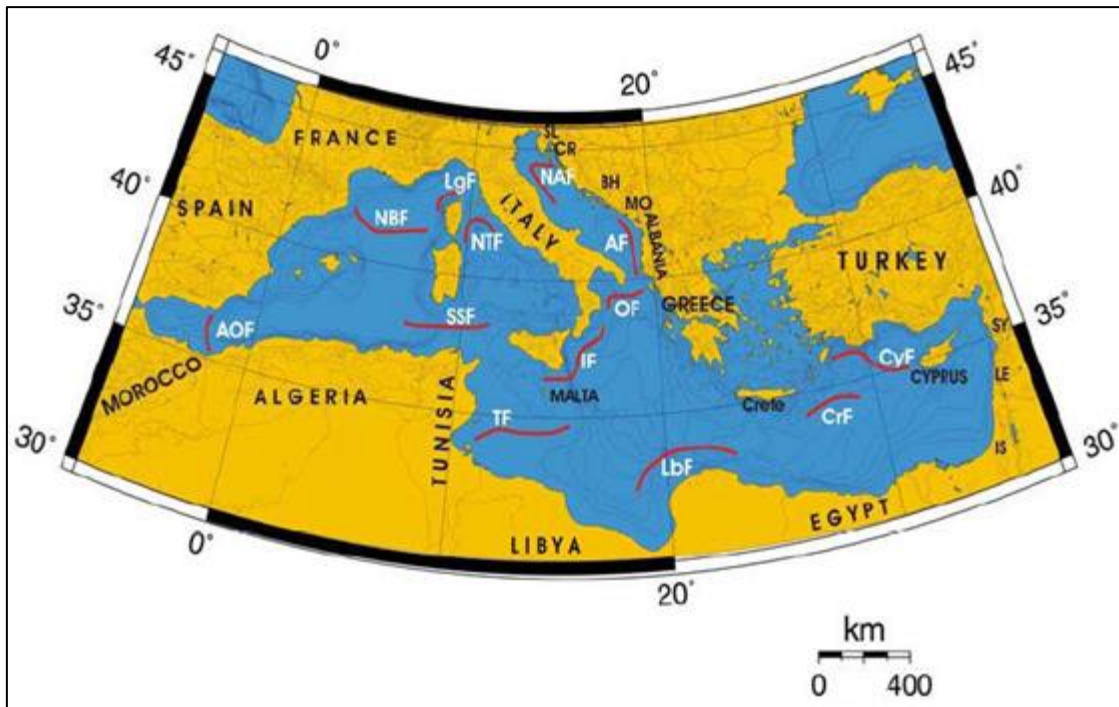


Figure 15. Circulation générale de surface dans la mer Méditerranée (d'après Millot et Taupier-Letage (2005).

AF= front d'Albanie, AOF= front Almeria-Oran, CrF= front de Crète, CyF= front de Chypre, LbF= front de Libye, LgF= front Ligurie, NAF= front Nord Adriatique, NBF= front Nord Baléares, NTF= front Nord Tyrrhénien, OF= front d'Otranto.

4.2. Masse d'eau levantines intermédiaire

C'est une couche d'eau chaude ($14,22\text{ }^{\circ}\text{C}$) qui s'écoule par le détroit de Sicile et remonte le long des côtes de Sardaigne ainsi cette eau riche en sels nutritifs se refroidie et s'adoucit au fur et mesure de son parcours vers le Nord (Terbeche, 2007). D'après Millot (1987), les poches d'eau levantines intermédiaires sont recentrées dans le bassin Algérien et occupe le stade de 200à 500 m de profondeur (Taupier Letage et Millot, 1988) (Fig.16).

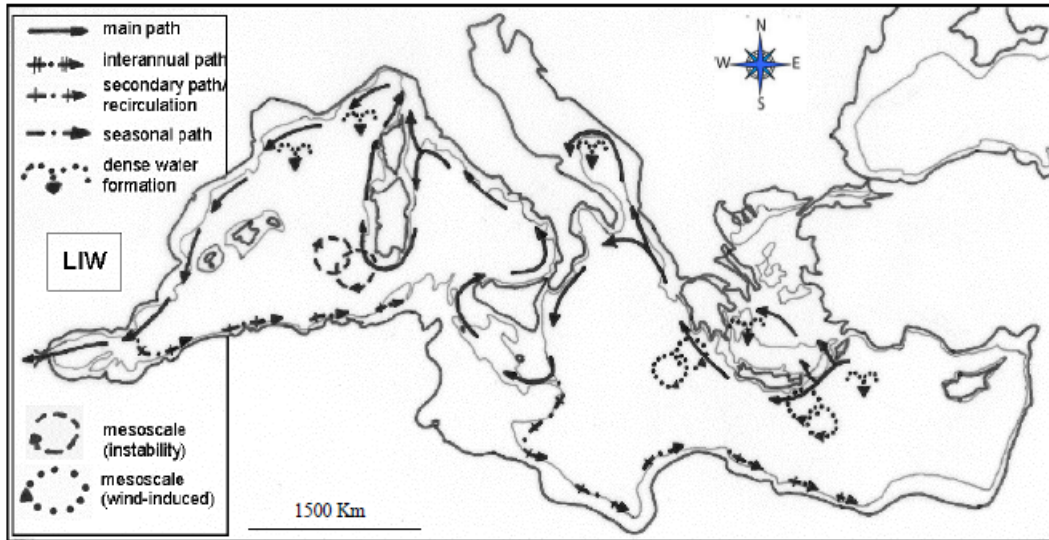


Figure 16. Circulation générale de l’Eau Intermédiaire Levantine (L. I. W.) en Méditerranée occidentale (Doglioli, 2011)

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.17).

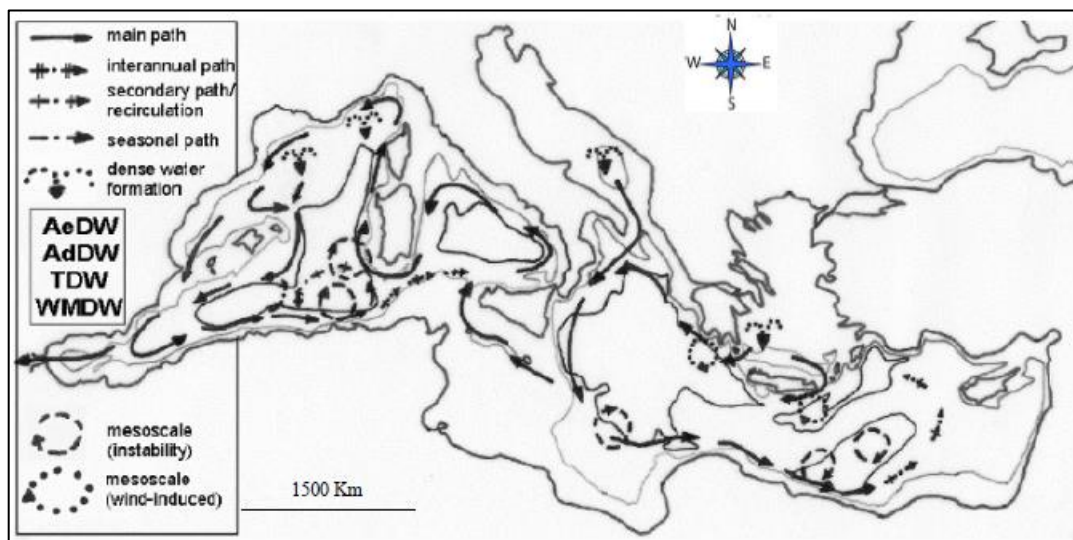


Figure 17. Circulation générale de l’eau profonde (D. W. : Deep Water) en Méditerranée (Millot & Taupier-Letage, 2005b).

4.3. Hydrologie

En règle générale, la circulation superficielle des eaux en Méditerranée est formée par un système complexe de masses d'eau, qui se déplacent dans un sens parallèle à l'équateur de l'ouest à l'est. Le bassin méditerranéen est caractérisé par un climat aride, avec une dominance de l'évaporation sur les précipitations, ce déficit est compensé par l'entrée de l'eau atlantique par le détroit de Gibraltar, l'océan Atlantique agissant comme un réservoir pour la Méditerranée. De cette façon, les eaux atlantiques circulent en Méditerranée subissant une augmentation de concentration de ses sels, due à la dominance de l'évaporation, avec une grande influence saisonnière; l'augmentation de la salinité conduit vers une augmentation de la densité de ces eaux, descendant graduellement, de sorte que dans la partie orientale du bassin méditerranéen, elles soient totalement modifiées, et retournant par la suite en profondeur à l'Ouest vers l'océan Atlantique par le détroit de Gibraltar. Ainsi ce détroit est caractérisé par l'existence de deux courants superposés et de mouvements inverses; un courant superficiel d'entrée de l'eau atlantique, et d'une sortie en profondeur des eaux très denses méditerranéennes.

5. Peuplement benthique

La faune benthique, sur ces fonds, est très abondante et diversifiée; on note la présence de Bryozoaires (*F. quadrangularis*); de Spongiaires (*T. miracata*); d'Annélides polychètes (*A. pallida*); de Crustacés (*X. couchi*) ainsi que Huit espèces de Cnidaires, six espèces de Mollusques et six autres d'Echinodermes (Boutiba, 1992).

La végétation est majoritaire représentée par les herbiers de posidonies peuplant les fonds marins du sud de la Méditerranée et ayant un rôle très important (apport en oxygène, frayère et nurseries pour plusieurs espèces de poissons, mollusques et crustacés) (Boutiba, 1992).

Par ailleurs cette diversité benthique n'est pas homogène sur le fond marin mais varie selon la profondeur. En effet, de 220 à 400 m les fonds sont recouverts de vase très molle en surface, plus compacte en profondeur. Entre 200 et 300 m les *Pennatula phosphorea* vivent encore, puis c'est le Faciès à *Lyrifera* et à *Funiculina quadrangularis* souvent dégradé du fait de l'activité intense des chalutiers. Pour les Poissons, on retrouve les espèces de fond à funiculines telles que *Bathysolea profundiola*, *Hoplostethus mediterraneus*, *Etmopterus spinax*, et *Epigonus denticulatus*. Le squalé *Eugaleus galeus* est également présent ainsi que

les crevettes profondes comme *Parapenaeus longistrostris*, et même *Aristeus antennatus*, *Pasiphaea multidentata* et *Plesionika martia* sont assez fréquentes. On peut mentionner le crustacé reptentia, *Munida curvimana* (Maurin, 1962).

Au-delà de 450 m, quelques funicules sont observés, mais ce sont surtout l'Echinoderme *Brissopsis lyrifera*, le Mollusque *Calliostoma millegranus* qui caractérisent les vases fluides à ce niveau (Maurin, 1962). Les poissons sont peu nombreux en nombre et en espèces. Les plus fréquents sont *Merluccius merluccius*, *Phycis blennioides*, *Oxynotus centrina*, *Pristiurus melastomus* et *Lampanyctus crocodilus* (Maurin, 1962).

La crevette la plus fréquente est *Aristeus antennatus*, viennent ensuite les autres Crustacés: *Plesionika martia*, *Plesionika acanthonotus*, *Pasiphaea multidentata* et *AcanthePHYRA eximia* (Maurin, 1962).

6. Caractéristiques de la zone d'étude

6.1. Golfe d'Oran

Le Golfe d'Oran représente un assez grand bassin largement ouvert vers la Méditerranée. L'étendue de ce dernier avoisine les 180 kilomètres et représente une largeur moyenne de 20 à 25 Km (Ait tayeb, 2001). Il est limité à l'Est par le mont d'Arzew, et à l'Ouest par les plaines des Andalouses, où s'alternent avec un pourcentage à peu près équivalent des côtes rocheuses (54%) et des côtes basses de matériaux meubles (46%), ce dernier se caractérise par l'absence d'Oued, excepté de rares Oueds côtiers d'importance très modeste. (Boutiba et al, 2003). Le littoral oranais présente un plateau réduit avec d'importantes plages ouvertes dont une grande partie est constituée par un relief rocheux (Boutiba, 1992).

La sédimentation marine est très modeste dans le Golfe d'Oran, cela se traduit au niveau des fonds du Golfe par une couverture sédimentaire tout à fait particulière. Les études bio-sédimentaires sur le Golfe d'Oran ont permis d'identifier six faciès sédimentaires (Grimes et al, 2004) :

- les graviers sableux et les sables graveleux envasés ;
- les sables graveleux et les sables graviers légèrement envasés ;

-les sables envasés graveleux et les vases pures réduites.

6.1.1. Données climatiques

Le climat d'Oran est typiquement méditerranéen se caractérise par des hivers doux et humides, des printemps et automnes souvent humides et des étés secs. C'est un climat de transition entre un climat tempéré au nord et un climat subtropical ou désertique au sud (Kadir, 1987).

6.1.2. Précipitations et températures

Les pluies en Algérie sont, en général des pluies longues de faible intensité, irrégulières dans le temps et dans l'espace et de type frontal. La pluviométrie moyenne annuelle sur l'ensemble du littoral algérien s'élève à 6776 mm. À Oran elle varie entre 350 et 400 mm et peut ne pas dépasser 200 à 250 mm en certaines années sèches, ou plus du 60% du total annuel est enregistré pendant la seule saison hivernale (Belhouari, 2008). La pluviométrie de cette région reste une des faibles de l'Algérie du Nord. Ce phénomène étant dû à l'assèchement des masses d'air suite à la traversée des montagnes espagnoles (Benkabouche, 2007).

6.1.3. 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.

Pour les trois derniers mois, on enregistre des vents Nord-Est (*in* Ghodbani, 2001). 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.

6.2. Golfe d'Arzew

Le Golfe d'Arzew est situé sur la côte Ouest algérienne (en moyenne sur le Méridien de Greenwich et 36° de latitude N). Il s'étend du Cap Carbon (35°54 N - 0°20 W) au Cap Ivi (0°37 N - 0°13 W). Ces deux caps forment les limites du Golfe d'Arzew. La côte est orientée NE-SW jusqu'aux marais de la Macta qui marque le fond du Golfe d'Arzew (*in* Chahrour, 2013). Partant du Cap Ivi, on rencontre l'embouchure de l'Oued formé de sable et d'alluvions, puis à environ sept miles, la ville de Mostaganem marquée par l'implantation

de plusieurs activités industrielles (Boukhelef, 2012). Ensuite une longue plage sableuse en arc de cercle se terminant sur le grand port méthanier de Bethioua-Arzew. Là, la côte rocheuse remonte au nord jusqu'aux îlots d'Arzew et se prolonge vers l'Ouest jusqu'au Cap Carbon (*in* Dermeche, 1998). Entre le Cap Carbon et Cap Ivi, le Golfe d'Arzew s'ouvre au nord sur 72 km. Du Cap Carbon à Arzew, le sable de cette cité côtière plonge dans l'eau et rend cette zone assez rude (*in* Belhouari, 2002). A partir du port d'Arzew s'étend le sable de façon continue sur 13 Km. Une zone rocheuse peu élevée occupe ensuite les 3,5 Km qui nous séparent du petit port de Port-aux-Poules (Mersat El Hadjadj / wilaya de Mostaganem) (*in* Dermeche,1998).

6.2.1. Site de Kristel

Kristel est située au nord-ouest de Gdyl sur les versants ouest de Djbel Bouhaichem l'une altitude de 426m et celui de Kristel ayant une altitude de 497m. Cet enclavement lui permet, en revanche d'entretenir des relations très étroites avec Oran, son chef-lieu de wilaya (CNTS, 2002). La baie de Kristel se situe à environ 20 km à l'est de la ville d'Oran. Ses limites naturelles sont respectivement la mer Méditerranée. Topographiquement, notre zone est dotée d'une façade maritime exposée vers le sud – est. Donnant à ce site une belle situation géographique d'où vient son nom Kristel du mot Kristal. (Seddik ,2008).

6.3. Choix de la station d'étude

Le site d'Ain Franine est situé sur la côte ouest algérienne. Il se trouve implanté entre les deux caps formant la grande baie d'Oran, caps Ferrat au nord et le cap Falcon sud-est et à 8 km de Kristel (Coordonnée géographique : 00° 35' 46' 864'' N 30° 768' 00'' W) (fig. 18).

Cette zone est considérée comme étant peu impactée par l'action anthropique est très peu marquée.



Figure 18. Localisation du site d'échantillonnage, A présentation de la baie d'Oran, B. présentation de la station d'Ain Franine (Google earth, 2018).

6.4. Espèces d'holothuries étudiées

6.4.1. *Holothuria (Roweothuria) poli* (Delle Chiaje, 1823)

Embranchement : Echinodermata

Super Classe : Cryptosyringida

Classe : Holothuroidea

Super Ordre : Aspidochirotacea

Ordre : Holothuriida

Famille : Holothuriidae

Genre : *Holothuria*

Espèce : *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 (In Mezali, 2008). Cette espèce fréquente des biotopes très variés : sable, vase détritique, roche, Caulerpe et herbiers 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. La bouche est située à l'extrémité antérieure et comporte des tentacules buccaux. Sa peau contractile est irrégulière et rugueuse, elle sécrète un mucus qui agglomère sur sa peau du

sable, des algues et toutes sortes de débris (Fig. 19). Elle ne possède pas de tubes de Cuvier. Sa face ventrale est largement tapissée de podia Blanc.

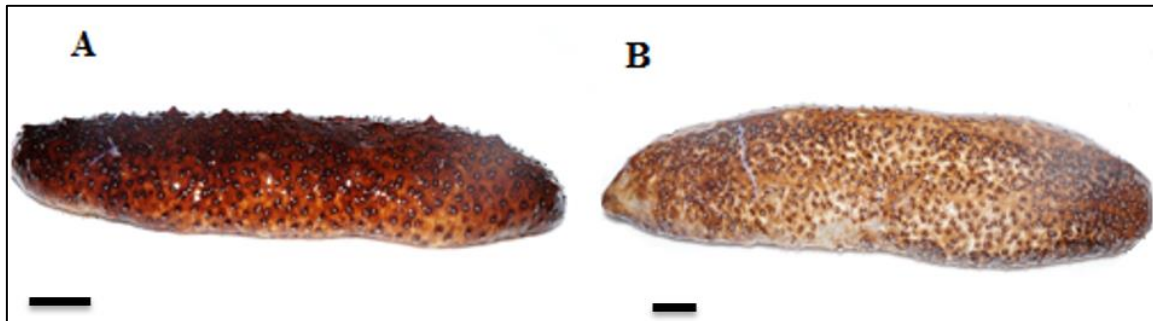


Figure 19. Présentation d'*Holothuria (R.) poli*, (A) vue dorsale, (B) vue ventrale échantillonnée à la station d'Ain Franine septembre 2017 (Slimane Tamacha, present travail) Barre d'échelle : 10 mm.

Cette espèce est nourrie, à l'aide de ses tentacules oraux aplaties, de divers fragments organiques. Il charge littéralement des éléments du sol dans son ouverture orale, située à l'arrière du corps. L'animal trie les substances organiques comestibles et rejette les éléments non métabolisés tels que le sable, sous forme d'excréments épurés.

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

Embranchement : Echinodermata

Super Classe : Cryptosyringida

Classe : Holothuroidea

Super Ordre : Aspidochirotea

Ordre : Holothuriida

Famille : Holothuriidae

Genre : *Holothuria*

Espèce : *Holothuria (Platyperona) sanctori*

Est un concombre de mer distribué dans l'Atlantique Est, y compris le golfe de Biscaye et le Portugal, les Açores, Madère, les îles Savage, les îles Canaries, Cape Verde et Santa Helena (Entrambasaguas, 2008). Dans la Méditerranée, cette holothurie est une espèce commune et est occasionnellement consommé et utilisé comme pêche appâts (Entrambasaguas, 2008). Cette espèce vit habituellement sur des fonds rocheux, de 0 à 70 m de profondeur, en particulier dans les zones à haute complexité habitats de récifs (Espino et al., 2006, Tuya et al., 2006). Néanmoins, l'espèce a été trouvée en Algérie dans les herbiers (Mezali, 2010).

Cette espèce s'identifie à sa couleur marrons foncé, avec des cercles jaunâtres à la base des papilles qui sont toujours marron (Fig, 20). Elle est, toutefois, souvent confondue, avec *H. forskali*. Les 2 espèces ont en commun la possibilité de pouvoir expulser des tubes de Cuvier en cas d'agression. Lorsqu'on manipule cette espèce, elle reste dure au toucher alors qu'*H. forskali* est molle. Elle peut atteindre une taille totale de 30cm.

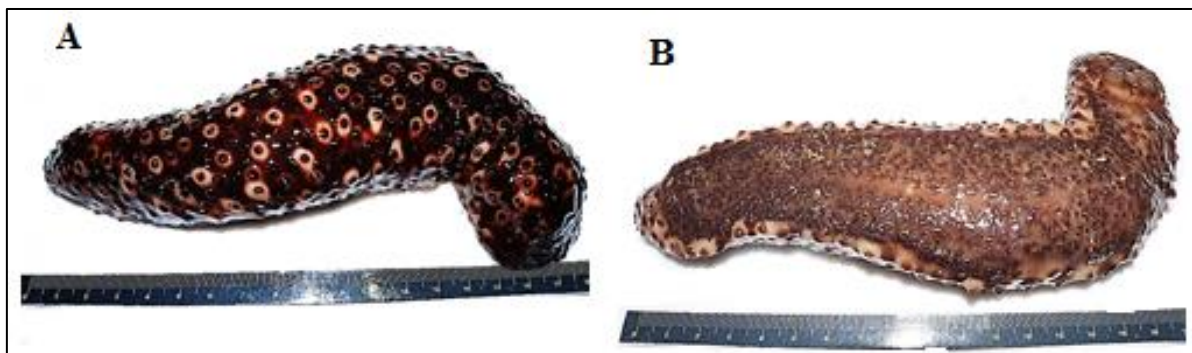


Figure 20. Présentation d'*Holothuria (P.) sanctori* caractérisée par de taches sous forme de cercle clair (A) vue dorsale, (B) vue ventrale échantillonnée à la station d'Ain Franine septembre 2017 (Slimane Tamacha, present travail).

Holothuria (P.) sanctori a un comportement nettement nocturne, se cacher dans les crevasses pendant le jour (Pérez-Ruzafa 1984, Pérez-Ruzafa et Marcos 1987). Comme beaucoup d'autres espèce de la classe des Holothuroidea, c'est un dioïque espèce et n'a pas de dimorphisme sexuel (Pérez-Ruzafa, 1984).

Le cycle de reproduction de *H. sanctori* est annuel avec un pic de frai s'étalant de juin à octobre (Navarro *et al*, 2012; Mezali *et al*, 2014).

6.4.3. Autres espèces d'holothuries considérées dans ce travail

6.4.3.1. *Holothuria (Holothuria) tubulosa* (Gmelin, 1790)

Embranchement : Echinodermata

Super Classe : Cryptosyringida

Classe : Holothuroidea

Super Ordre : Aspidochirotea

Ordre : Holothuriida

Famille : Holothuriidae

Genre : *Holothuria*

Espèce : *Holothuria (Holothuria) tubulosa*

C'est une holothurie cylindrique en forme grossière de concombre, mesurant 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 (Fig. 21). Sa peau est de couleur brun clair tirant parfois sur le rouge ou le violacé, Spicules rugueux et épineux. Sa face ventrale est largement tapissée de trois rangées de podia.

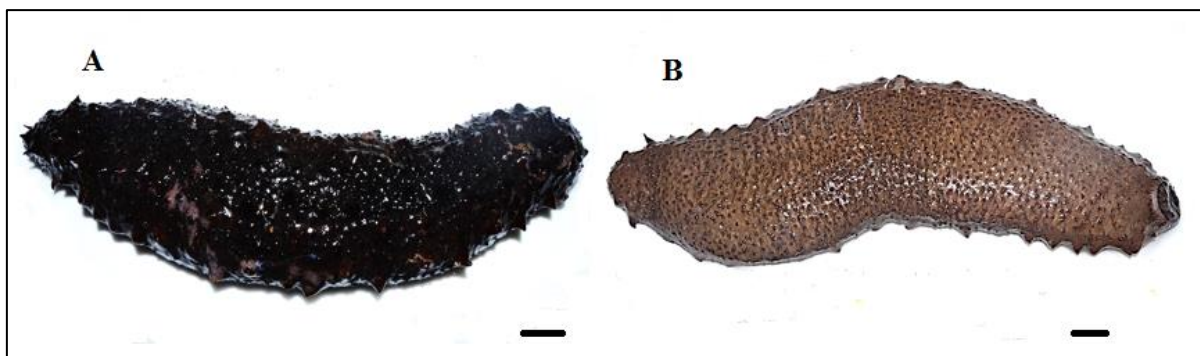


Figure 21. *Holothuria (H.) tubulosa* A vue dorsale, B vue ventrale(A) vue dorsale, (B) vue ventrale échantillonnée a la station d'Ain Franine aout 2017 (Slimane Tamacha, present travail). Barre d'échelle: 10 mm.

Elle se retrouve, parfois en concentrations élevées sur les fonds à substrats rocheux, à sédiments mous, ainsi qu'au niveau de l'herbier à *Posidonia oceanica* (Mezali, 2004 ; 2008), à des profondeurs qui varient entre 5 m et 100 m. La taille du corps de *H. (H.) tubulosa* atteint une longueur de 35cm et une largeur de 8cm (Ocana et Sanchez-Tocino, 2005). L'holothurie tubuleuse est de couleur brune, son tégument comporte de nombreuses papilles de couleur foncée (jamais blanches), de grosses papilles caractéristiques, grossièrement pointues mais molles. L'épiderme sécrète un mucus protecteur salissant que l'animal renouvelle régulièrement. Sa face ventrale est largement tapissée de trois rangées de podia qui sont les organes de locomotion. Elle ne possède pas de tubes de Cuvier. Sa longévité est de 3 à 4 ans (Mezali et Semroud, 1997).

L'espèce est à sexes séparés sans dimorphisme sexuel apparent. La ponte qui a lieu pendant les mois de juillet, août et septembre (Despalatović *et al*, 2004 ; Kazanidis, 2014) et à la fin de l'été selon Kazanidis *et al*, (2010). Elle est distribués dans la mer Méditerranée et dans l'est Océan Atlantique de Gibraltar au golfe de Gascogne (Tortonese, 1965). Elle est très commune dans la mer Adriatique aux profondeurs d'environ 100m et sur différents types de fond (Simunovic *et al.*, 2000). *Holothuria(H.) tubulosa* contribue significativement à l'ensemble bilan énergétique de l'écosystème (Coulon *et al.*, 1992).

6.4.3.2. *Holothuria (Roweothuria) arguinensis* (Koehler et Vaney, 1906)

Embranchement : Echinodermata

Sous- embranchement : Eleutherozoa

Super Classe : Cryptosyringida

Classe : Holothuroidea

Super Ordre : Aspidochirotacea

Ordre : Holothuriida

Famille : Holothuriidae

Genre : *Holothuria*

Espèce : *Holothuria (Roweothuria) arguinensis*

Holothuria (R.) arguinensis du genre *Holothuria* est le seul Holothuriidae présent

dans le Mer Méditerranée et l'Atlantique nord-est, se trouvant dans différents habitats marins des eaux peu profondes côtières. Ils se trouvent dans des densités élevées fournissant un écosystème important services améliorant le cycle des nutriments et la productivité locale dans sédiments carbonatés oligotrophes par leur bioturbation et les activités d'alimentation en dépôts (Byrne et *al.*, 2010) (Fig.22).

Il est considéré comme espèce cible dans la pêche croissante d'holothuries (Aydin, 2008; Sicuro et Levine, 2011). Cette espèce avait été considérée comme une espèce du nord-est de l'Atlantique qui est distribuée du Portugal au Maroc et à la Mauritanie, y compris les Îles Canaries (Hanson, 2001).

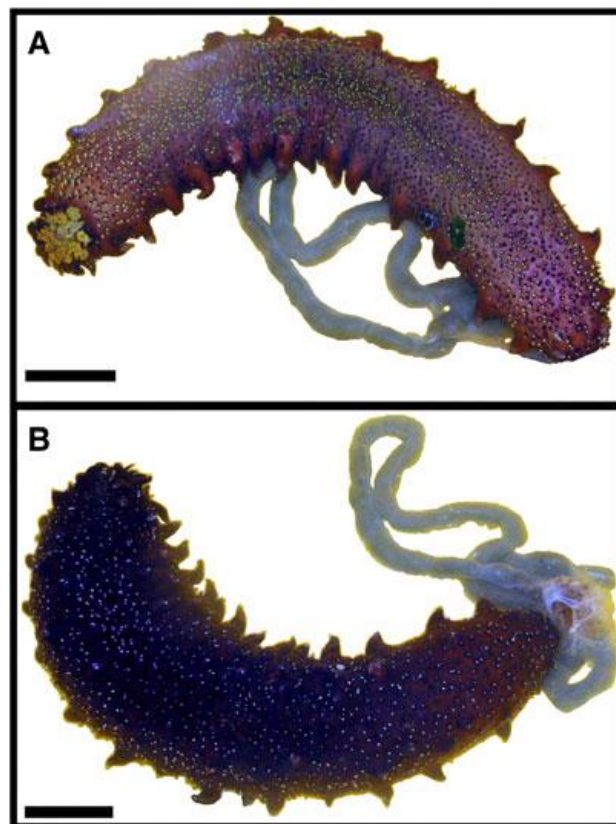


Figure 22. *Holothuria (Roweothuria) arguinensis* de la baie d'Alger: (A) vue ventrale; (B) vue dorsale [photographie: K. Mezali (Mezali et Thandar, 2014)]. Barre d'échelle: 50 mm.

Biologie de la **reproduction**

Dans ce chapitre nous considérons que l'espèce *Holothuria (R.) poli* puisqu'elle est plus abondante et fréquente dans notre site d'étude par rapport aux autres espèces d'holothuries considérées dans ce travail.

1. Introduction

Parmi les premières étapes d'évaluation de l'état d'un stock d'une espèce marine est l'étude du cycle de vie de cette espèce (Campana et Thorrold, 2001). Les informations sur les caractéristiques et la stratégie de reproduction sont des données de base pour la gestion du stock des ressources halieutiques (Hunter et al., 1992 ; Butler et Rowland, 2009 ; Reñones et al., 2010). La détermination du sexe et les changements des stades de maturité au cours de l'année est d'une très grande importance pour une connaissance précise de la biologie générale d'un stock exploité. Les résultats qui en résultent sont à l'origine de la détermination de l'âge et de la taille auxquels les espèces marines atteignent leur maturité sexuelle, la période et leur lieu de ponte. Toutes ces informations constituent des données indispensables pour l'évaluation de l'âge de première capture, l'estimation de la dimension d'un stock et son potentiel de renouvellement (Mahé et al, 2005). La connaissance de la biologie de la reproduction d'une espèce est un facteur clé pour comprendre la dynamique de sa population et préciser sa stratégie vitale (Bond, 1979).

Pour décrire la reproduction d'une espèce, il est nécessaire de déterminer et d'étudier les paramètres suivants :

- La proportion qui existe entre les sexes ;
- La taille de première maturité sexuelle ;
- Les cinétiques de l'ovogenèse et de la spermatogenèse ;
- Le stade de maturation sexuelle et la stratégie de ponte ;
- La variation des indices gonado-somatique.

En méditerranée, peu d'informations sont disponibles sur le cycle de reproduction de *H. (R.) poli* malgré son abondance dans les communautés benthiques (Bulteel et al., 1992).

Nous exposons dans ce chapitre seulement les données sur la biologie de la reproduction de l'holothuride [*Holothuria (R.) poli*], recueillies durant un cycle (une année) dans la baie d'Oran. Ce choix se justifie d'une part par le fait que la reproduction de cette espèce n'a jamais été étudiée dans les côtes algériennes (et notamment dans la côte ouest) et d'autre part c'est l'espèce la plus fréquente et la plus abondante dans le site étudié.

2. Rappels anatomiques sur l'appareil reproducteur des holothuries

La gonade des holothuries est située antérieurement du côté dorsal et attachée à la paroi par un mésentère au niveau de la zone interambulacraire (Fig.3). Les holothuries peuvent présenter une gonade de chaque côté du mésentère mais chez la famille des Holothuridae en général, elle n'apparaît que du côté gauche de l'animal. La gonade se poursuit par un gonoducte qui sort de la base de la gonade, longe le mésentère dorsal et aboutit à l'extérieur par l'intermédiaire du gonopore situé près de la bouche (Smiley 1994 ; Rasolofonirina et *al.*, 2005). La structure des testicules et des ovaires présente de grandes similarités (Chia et Bickell, 1983). Les tubules gonadiques sont composés de trois couches concentriques comprenant une lumière centrale où se retrouvent les cellules germinales (Atwood, 1973) (Fig. 23).

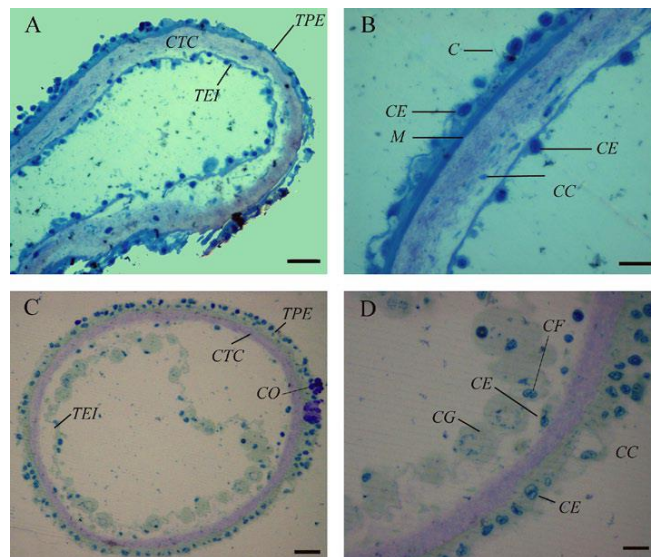


Figure 23. Coupes semi-fines dans un tubule gonadique d'un individu d'*Holothuria scabra* de 10 cm de long (Atwood, 1973). TPE : tissu péritonéal externe ; CTC : compartiment du tissu conjonctif ; TEI : tissu épithélial interne ; CE : cellule épithéliale ; C : cils ; M : muscle ; CC : cellule conjonctive ; CG : cellule germinale ; CO : coelomocytes ; CF : cellule folliculaire. **A.** Vue générale d'une section circulaire dans un tubule gonadique de petite taille (échelle : 20 μm) ; **B.** Détail de la paroi du tubule gonadique de petite taille (échelle 10 μm) ; **C.** Vue générale d'une section circulaire dans un tubule gonadique de grande taille (échelle : 10 μm) ; **D.** Détail de la paroi du tubule gonadique de grande taille (échelle : 5 μm).

Des variations interviennent dans la structure et dans le développement des gonades des holothuries (Conand, 1981; Harriot, 1985; Tuwo et Conand, 1992; Hamel et *al.*, 1993). Dans une population d'holothuries dont les gonades se développent simultanément et les

tubules usés sont absorbés après la saison de reproduction, il se peut que les gonades ne soient pas visibles pendant un certain temps.

3. Matériels et méthodes

3.1. Echantillonnage

Un lot de 741 individus d'*Holothuria (Roweothuria) poli* a été récolté durant 12 mois (entre octobre 2016 à septembre 2017) à la station d'Ain-Franine qui est située sur la côte ouest algérienne. Elle se trouve implanté entre les deux caps formant la grande baie d'Oran [cap Ferrat au Nord et le cap Falcon au Sud-Est et à 8 Km de Kristel (35°46'52.40"N 0°30'50.12"O)]. La collecte a été effectuée à la main et au hasard en plongée en scaphandre autonome à une profondeur moyenne de -8 m. Pour éviter la perte des organes internes (i.e. : gonades) due au processus d'autotomie que pratiquent ces invertébrés benthiques, lors des prélèvements chaque individu est isolé dans un sachet en plastique.

Comme nous avons choisi de travailler sur les longueurs détendues (ou anesthésiées), pour éliminer tout risque d'introduction de biais dû à une contraction partielle des individus à la suite de leur manipulation. Les individus récoltés sont plongés dans une solution d'eau de mer additionnée de Chlorures de Magnésium $MgCl_2, 6H_2O$ (10 à 15g/ litre), jusqu'à obtention de la relaxation totale des individus (environ 10 à 15 minutes plus tard).

3.2. Traitements au laboratoire

3.2.1. Identification des holothuries étudiées

Avant de procéder à l'étude de la reproduction, les individus de chaque espèce récoltée ont été identifiés en se basant sur trois critères (morphologique, endosqueletique et anatomiques) (Mezali, 1998 ; 2008). Le critère morphologique est basé sur la morphologie générale du corps (description déjà réalisés par Mezali, 2008). Nous avons confirmé l'identité de chaque individu en utilisant le critère endosqueletique (structure des sclérites). Pour cela, une petite partie du derme de chaque individu est déposée sur une lame de microscope sur laquelle on ajoute quelques gouttes d'eau de Javel (3,5%).

Les lames ont été examinées au microscope Nikon LABOPHOT-2 au grossissement $\times 10$ et $\times 40$ (Fig. 24).

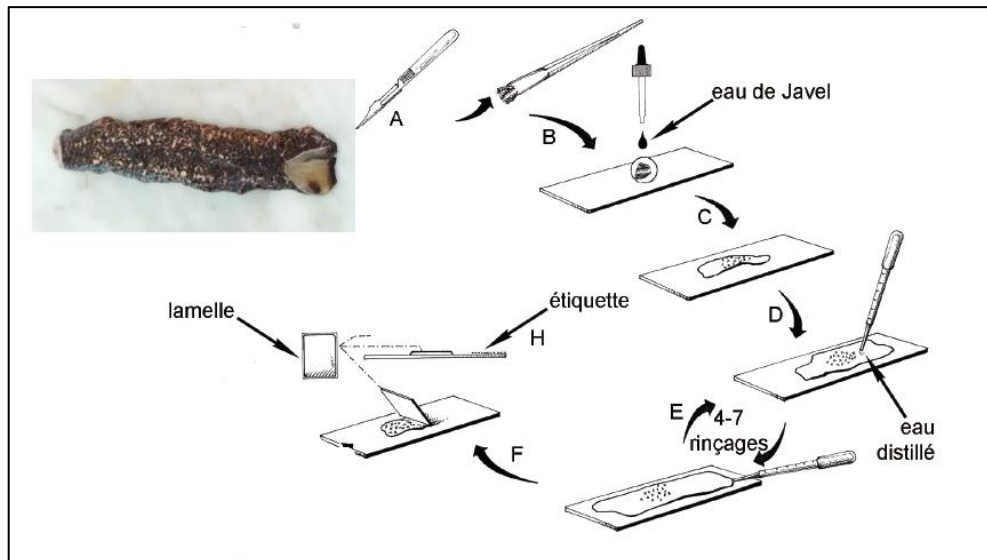


Figure 24. Les différentes étapes dans la préparation des spicules.

A. prélever une structure précise ; B. La placer dans une goutte d'eau de Javel sur une lame porte objet; C. Attendre la dissolution des tissus; D. lorsque les spicules sont visibles rincer la préparation à l'eau distillée; E. Faire plusieurs rinçages pour éliminer toute l'eau de Javel (4 à 7 fois); F. Bien sécher la préparation (Dessin de Nadine Van Noppen, modifier par Slimane tamacha)

3.2.2. Prélèvement des gonades, mensurations et pesées

Arrivés au laboratoire, les individus sont identifiés, mesurés, pesés et disséqués pour la détermination du sexe. Une incision longitudinale (de l'anus jusqu'à la bouche) a été réalisée sur chaque individu à l'aide d'une lame bistouri. Les paramètres suivants ont été mesurés sur chaque individu de chaque population d'espèce d'holothuries étudiées. Le poids de la paroi du corps éviscérée et égoutté (poids humide) a été mesuré sur une balance à 0,01 g près. Les gonades de chaque individu ont été soigneusement isolées dans des piluliers étiquetés, pesés, conservés et fixés dans du formol à 5%.

Sur chaque holothuride, les mensurations suivantes ont été effectuées :

(Lt) : Longueur totale anesthésiée des holothuries comprises entre l'extrémité de la bouche jusqu'à l'anus ;

(PHC) : Le poids humide du corps éviscéré ;

Nous avons prélevé et pesé les gonades, sur tous les holothuries ayant servi à l'étude de la reproduction à l'aide d'une balance à précision de type METTLER $\pm 0,01$ g d'une portée de 500 grammes au 1/10 de mg près.

Tous les individus de notre échantillon ont été sexés à l'œil nu en se basant sur la forme et la couleur des gonades et les testicules sauf en stade I et II où la distinction entre les deux sexes est impossible et cela nécessite une observation microscopique.

Chez les mâles ; les testicules sont en forme de tubules de couleur blanchâtre chez *Holothuria (R.) poli*. Chez les femelles, la gonade est également en forme de tubules, sa coloration est plutôt jaune orangée chez *Holothuria (R.) poli* (Fig. 25).

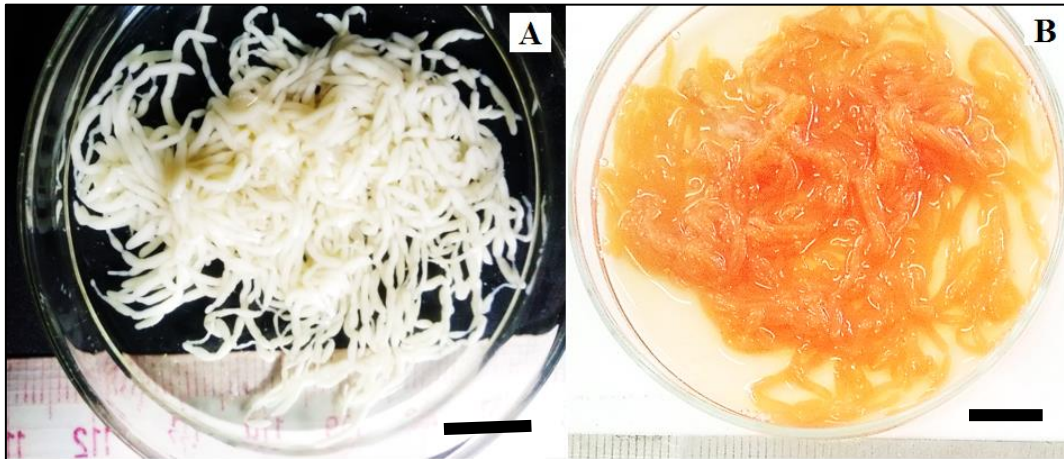


Figure 25. Différence entre les deux gonades d'holothurie (A) Gonade male mature de couleur blanche, (B) Gonade mature en stade ponte de couleur rouge de deux individus d'*Holothuria (R.) poli*. Échantillonné à la station d'Ain Franine, baie d'Oran, juillet 2017. Barre d'échelle: 10 mm. (Présent travail).

3.2.3. Morphologie de la gonade

Un sous échantillon a été sélectionné et la gonade de chaque animal a été placée sur une boîte de Pétri et 10 à 15 tubules ont été sélectionnés de manière aléatoire à partir de la base tubulaire. La longueur et le diamètre de chaque tubule ont été mesurés à l'aide d'un pied à coulisse électronique, à 0,01 mm près (Hamel *et al.*, 1993).

Enfin, en raison du phénomène de résorption gonadique après la ponte chez les holothuries Holothuriida (Ramofafia et byrne, 2001; Despalatovic *et al.*, 2004) et c'est le cas pour les espèces concernées par la présente étude, il est clair que pour la détermination du sexe des individus en post-ponte le recours à la microscopie est indispensable (Baskar, 1994).

3.3. Sex-ratio

La sex-ratio est un indice représentant l'abondance d'un sexe par rapport à l'autre dans une population d'une espèce donnée (Kartas et Quignard, 1984). Ce paramètre contribue au maintien dans une certaine limite, de la capacité reproductrice de l'espèce, voire de sa pérennité.

La sex-ratio sera exprimée sous différentes formes.

- Le rapport entre le nombre des femelles (F) et celui des mâles (M)

Sex-ratio = M/F

- Pourcentage respectif des femelles et des mâles

Taux de féminité : $F / (F+M) \times 100$

Taux de masculinité : $M / (F+M) \times 100$

- Nombre des mâles pour cent femelles $F/M \times 100$

F : Nombre des femelles.

M : Nombre des mâles.

Dans cette étude, l'identification mensuelle du sexe a été réalisée sur 741 individus. Son évaluation a été étudiée globalement pour déterminer l'abondance d'un sexe par rapport à l'autre au sein de la population étudiée dans les prises, et ce pour pouvoir suivre la dynamique de la proportion des deux sexes et étudier la distribution des sexes par rapport aux classes de taille au millimètre près.

3.3.1. Sex-ratio en fonction des saisons

La détermination de la sex-ratio en fonction des saisons permet de suivre la dynamique de la proportion des deux sexes durant les 12 mois d'échantillonnage.

3.4. Rapport Gonado-Somatique (R. G. S.) et Coefficient de condition (K)

3.4.1. Rapport Gonado-Somatique (R. G. S.)

La taille des gonades est un critère souvent utilisé dans les échelles macroscopiques de développement des ovaires ou des testicules. Devant l'incertitude du diagnostic de ces échelles, une mesure plus objective mettant en relation le poids des gonades et celui du corps a été introduite, Rapport Gonado-Somatique (R. G. S.). En plus d'indiquer le stade de développement des gonades, la forme de la courbe d'évolution annuelle de R. G. S. peut

aussi donner une indication sur la stratégie et la période de ponte d'une espèce (West, 1990 ; Mahé et *al.*, 2005).

Le Rapport gonado-somatique (RGS) est calculé en pourcentage par la formule suivante (Conand 1981; Ramofafia & Byrne 2001; Asha et Muthiah 2008; Gaudron et *al.*, 2008; Kohler et *al.*, 2009):

$$RGS = \frac{wg}{PHC} \times 100$$

Ou wg: poids des gonades ;
 PHC: poids humide du corps éviscéré.

3.4.2. Le Coefficient de condition (K)

L'indice de condition composite K, utilisé est :

$$K = (PHC / Lt^b) \times 100$$

Dont :

PHC : Poids humide du corps éviscéré ;

Lt : Longueur totale anesthésiée.

b : la pente de la ligne de régression, une constante déterminé par la relation entre le PHC et le poids des holothuries.

$$W = a L^b$$

3.5. Examen macroscopique

La détermination des stades sexuels de maturité des holothuries est basée sur l'observation macroscopique d'un grand nombre de gonades femelles et mâles afin d'obtenir une image représentative de stade de maturité de la population et des changements qui y surviennent avec le temps, en tenant compte de la coloration, la consistance, la vascularisation, le volume occupé par les gonades dans la cavité abdominale et de la longueur et le diamètre des tubules (Tab. 3).

Tableau 3. Principales caractéristiques macroscopiques de l'échelle de maturité des gonades des Holothurides (d'après Conand, 1989).

STADE -SEXE	Morphologie
Indéterminés Stade 1 Immature Stade 2 Repos sexuel	Tubules transparents, peu nombreux, peu ramifiés, courts et minces ; l'extrémité distale est souvent claviforme.
Stade 3 Maturation Mâles Femelles	Tubes blanchâtres, plus nombreux et ramifiés leur longueur et leur diamètre augmentent
Stade 4 Mur Mâles Femelles	Volume maximum des tubules. Tubules blancs présentant des renflements. Sperme parfois présent dans le conduit génital. Tubules translucides ou rosés, gonflés, ovocytes transparents, coulants.
Stade 5 Post-ponte Mâles Femelles	Certains tubules encore identiques au stade 4, d'autres plus flasques, plus courts, présentent des sphérules jaunes ou brunes (atrésie).

3.6. Etude microscopique des gonades

La détermination du sexe est systématiquement faite par examen microscopique des gonades même si en période de maturation et de ponte l'aspect macroscopique des gonades le permet. De l'évolution de l'aspect de la gonade ainsi que des développements structurels et cytologiques y survenant tout au long de l'année, il a été proposé une clé de détermination à cinq niveaux. Cette clé sera souvent citée comme référence dans les études traitant de la reproduction des holothuries (Hamel et *al.*, 1993; Hamel et Mercier, 1996; Sewell et *al.*, 1997). Conand (1989) a décrit comme suit les cinq stades de maturation de la gonade des holothuries (Tab.4)

Tableau 4. Principales caractéristiques microscopiques de l'échelle de maturité des gonades des Holothurides (d'après Conand, 1989).

STADE -SEXE	Caractères microscopiques
Indéterminés Stade 1 Immature Stade 2 Repos sexuel	Cellules germinales, sphériques, de de diamètre inférieur à 20 μm .
Stade 3 Maturation Mâles Femelles	Développement des spermatides et rares spermatozoïdes. Ovocytes sphériques opaques de 20 à 120 μm environ (diamètre variable suivant les espèces).
Stade 4 Mur Mâles Femelles	Spermatozoïdes très abondant, coulants a la section d'un tubule. Distribution plurimodale des diamètres des ovocytes ; mode principal vers 150-200 μm (variable suivant espèce). Ovocytes libres ou attachés par un "appendice micropylaire"
Stade 5 Post-ponte Mâles Femelles	Quelques spermatozoïdes restants, amas ou sphérules atrésiques. Quelques ovocytes mûrs éparpillés dans la lumière du tubule, stades de résorption et d'atrésie ; enveloppes folliculaires vides.

3.6.1. Technique de préparation microscopiques

3.6.1.1. Fixation

La fixation permet d'immobiliser les structures et les constituants cellulaires dans un état aussi voisin que possible du vivant et ainsi les conserver pour permettre des préparations permanentes.

3.6.1.2. Déshydratation

Le prélèvement est d'abord déshydraté dans l'étuve à 40°C (immersion dans deux bains successifs d'acétone).

3.6.1.3. Eclaircissement

Le remplacement de l'acétone par la paraffine pour éclaircissement est destiné à chasser l'acétone par deux bains successifs de toluène qui durent 1h pour chaque bain à 40°C.

3.6.1.4. Inclusion dans la paraffine

L'inclusion proprement dite dans la paraffine fondue qui prend la place du solvant, Le prélèvement imbibé de solvant est ensuite imprégné à chaud dans deux bains successifs de paraffine fondue à 56 °C pendant 1heure pour chacun.

3.6.1.5. Enrobage et mise en blocs

La préparation du bloc de paraffine (enrobage) se fait dans les barres de Leuckart préalablement chauffées dans lesquelles on verse de la paraffine fondue. Dans celle-ci on place rapidement la pièce en l'orientant convenablement suivant les coupes transversales ou longitudinales. Puis on laisse refroidir la paraffine. Après refroidissement complet, le bloc de paraffine est démoulé, il est nécessaire d'identifier chaque bloc par un code.

3.6.1.6. Réalisation des coupes au microtome

Des coupes, de 5 à 7µm d'épaisseur sont réalisées à l'aide d'un microtome AMERICAIN OPTICAL après avoir monté le bloc de paraffine dans le porte bloc. Les rubans de coupe sont collés sur une lame en verre à l'aide d'une colle biologique à savoir l'eau albumineuse. Après étalement du ruban, chaque lame est identifiée et étiquetée. Le collage et le séchage se fait sur une plaque chauffante à une température de 37 à 40°C.

3.6.1.7. Coloration des lames

La coloration permet la mise en évidence des noyaux et du cytoplasme de l'ovocyte, et des différentes structures des membranes et des thèques. Nous avons choisi deux types de colorations de routine. Une coloration bichromique : hématoxyline éosine (Guillermo, 1998) c'est-à-dire une coloration nucléaire bleue résultant de l'action de l'hémalum et une coloration rouge provenant de l'action de l'éosine (Langeron, 1942).

3.6.1.7.1. Technique de coloration

Le déparaffinage implique son élimination préalablement à la coloration. En effet, la paraffine est hydrophobe tandis que les colorants sont hydrophiles. C'est pourquoi la coloration des coupes comporte une étape de déparaffinage et de réhydratation. Cette étape est assurée par une succession de bains, d'abord dans un solvant permettant l'élimination de la paraffine (toluène) puis dans des alcools de titre décroissant, de 100° (compatible avec le solvant précédent) jusqu'à 70° (compatible avec l'eau), avant un bain dans l'eau assurant la réhydratation finale.

Après réhydratation, la coupe est colorée. Elle est d'abord plongée dans l'hématoxyline pendant 45 secondes puis rincée à l'eau courante. Par la suite elle est trempée

dans l'éosine pendant 10 secondes puis rincée à l'eau courante (Il faut veiller à ne pas décoller la coupe par un courant d'eau trop violent).

Il faut alors procéder à la déshydratation, opération inverse de celle menée au début, avant de pouvoir faire le montage dans la résine (Eukitt). La déshydratation est réalisée en plongeant la lame dans un bain d'alcool à 70° et 95° successivement puis dans un bain d'alcool à 100° et enfin dans deux bains de solvant (xylène), à la sortie du solvant, une goutte de résine de montage (Eukitt) est disposée sur la coupe et une lamelle est appliquée de façon à ce que la résine recouvre l'ensemble de la coupe en orientant la lamelle d'un angle de 30°, puis on dépose cette dernière soigneusement pour éviter la formation des bulles d'air.

La résine polymérise en une vingtaine de minutes mais on peut accélérer le processus en plaçant la lame sur une plaque chauffante à 50°C. La préparation microscopique est alors prête à l'observation.

4. Résultats

Sur la base de données recueillies durant 12 mois (octobre 2016 à septembre 2017) portant sur un échantillon de 741 individus d'*Holothuria (R.) poli*, l'analyse des différents paramètres précités, nous a permis de dégager les grands traits de la reproduction de ces holothuries de la région oranaise.

La proportion mensuelle échantillonnée durant chaque mois est signalée dans la figure 26.

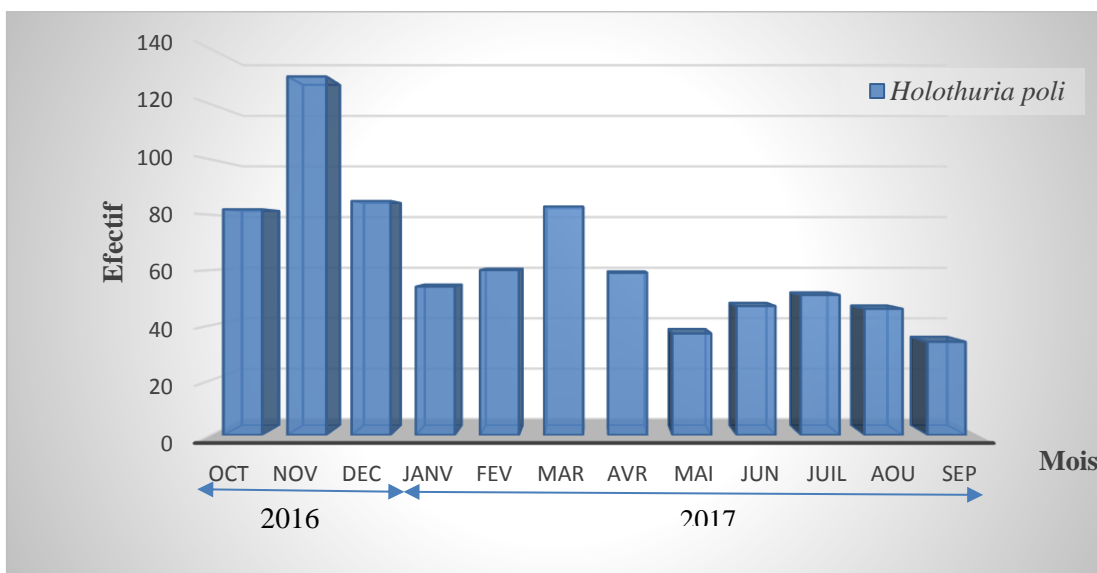


Figure 26. Distribution mensuelle des proportions de *Holothuria (R.) poli* dans la station d'Ain Franine.

4.1. Identification d'*Holothuria (R.) poli*

Holothuria (R.) poli possède, à une extrémité, une bouche entourée d'une vingtaine de courts tentacules rétractiles, se terminant en étoile, et un orifice cloacal à l'anus. Sa peau est épaisse et très rugueuse. Sa face dorsale est mouchetée de noir, sur fond bigarré de brun, de gris ou de clair. Souvent décrite comme noire, cette holothuride ne l'est vraiment que contractée, ce qui est le cas des spécimens collectés. La face dorsale est couverte de tubercules coniques, irréguliers, peu proéminents et surmontés de petites papilles blanches.

La répartition de ces tubercules est irrégulière. Ses pieds ambulacraires, ou podia eux-mêmes blancs et munis de ventouses (fig.27)

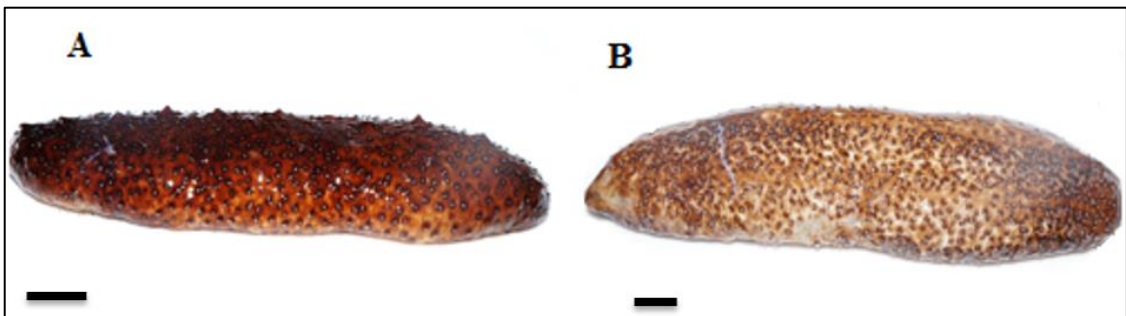


Figure 27. Identification morphologique d'*Holothuria (R.) poli* (A) forme cylindrique allongé partie dorsale, (B) partie ventrale de l'holothurie un peu aplatie avec une présence importante de petites papilles blanches. Barre d'échelle: 10 mm.

Les structures endosquelettiques observé pour cette holothuride sont représenté dans la figure 27.

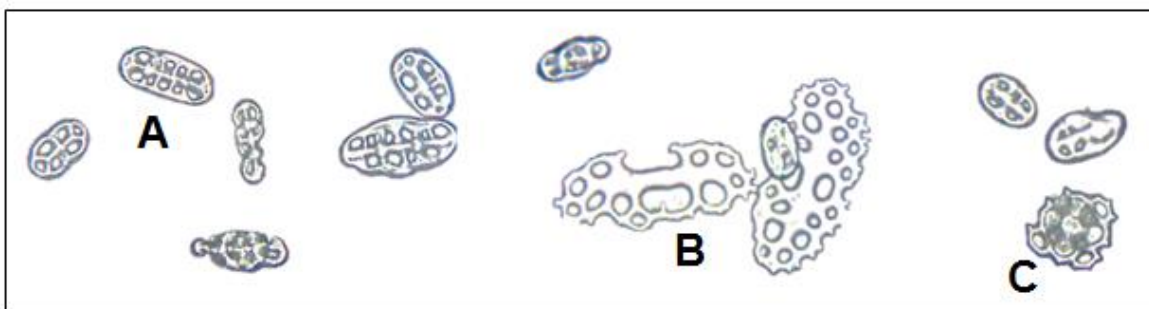


Figure 28. Identification d'*Holothuria (R.) poli* à travers les spicules tégumentaires observées au microscope photonique au grossissement x 400. **A** : boutons ou boucles lisse percés par un nombre variable de trous réguliers ou irréguliers en présence en grand nombre ; **B** : plaques perforées lisse ; **C** : tourelle (table) en forme de petite tour a base en forme de disque.

4.2. Sex-ratio

4.2.1. Sex-ratio global

La sex-ratio globale (Tab. 5) obtenu sur l'ensemble de la période de l'échantillonnage (2016- 2017) est inférieur à 1 il est de 0.85, ce dernier est en faveur des femelles.

Tableau 5. Sex-ratio globale chez *Holothuria (R.) poli* N : effectif, M : mâles, F : femelles.

N total	N males	N femelle	% F	% M	M/F
494	198	296	54.12	45.88	0.85

4.2.2. Evolution de la sex-ratio en fonction des mois

L'évolution de la sex-ratio en fonction des mois est variable (Fig. 29). La sex-ratio est supérieur à 1 d'octobre 2016 à février 2017, et proche de 1 durant le reste des mois de l'année avec une baisse remarquable durant le mois de mai.

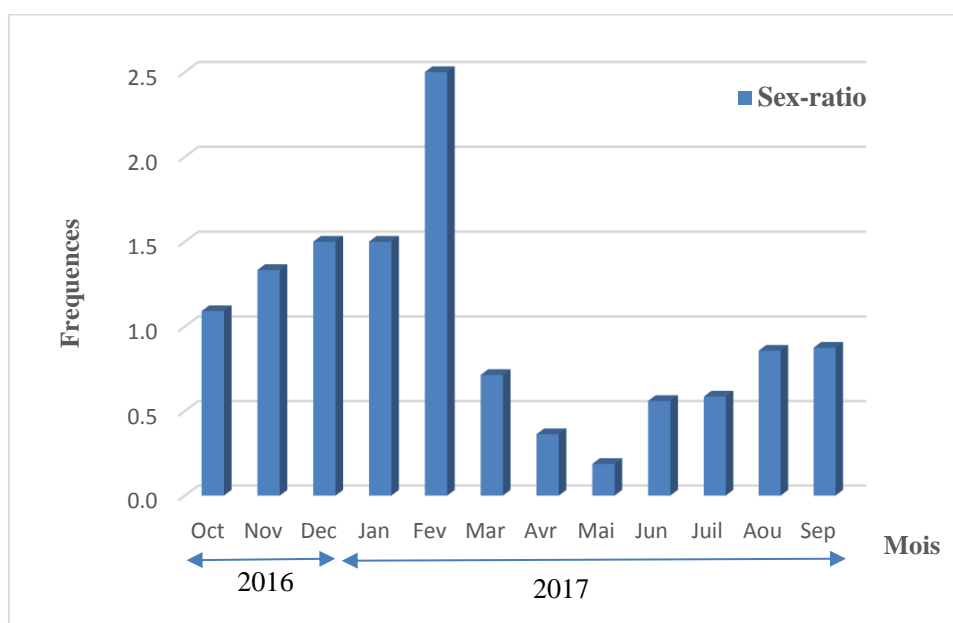


Figure 29. Evolution mensuelle de la sex-ratio chez *Holothuria (R.) poli* de la station d'Ain Franine.

4.2.3. Evolution du Sex-ratio en fonction des saisons

En fonction des saisons, la proportion de chaque sexe semble en faveur des femelles sauf en hiver la proportion des mâles est importante (Fig. 30) avec un effectif des femelles qui est nettement supérieur au printemps.

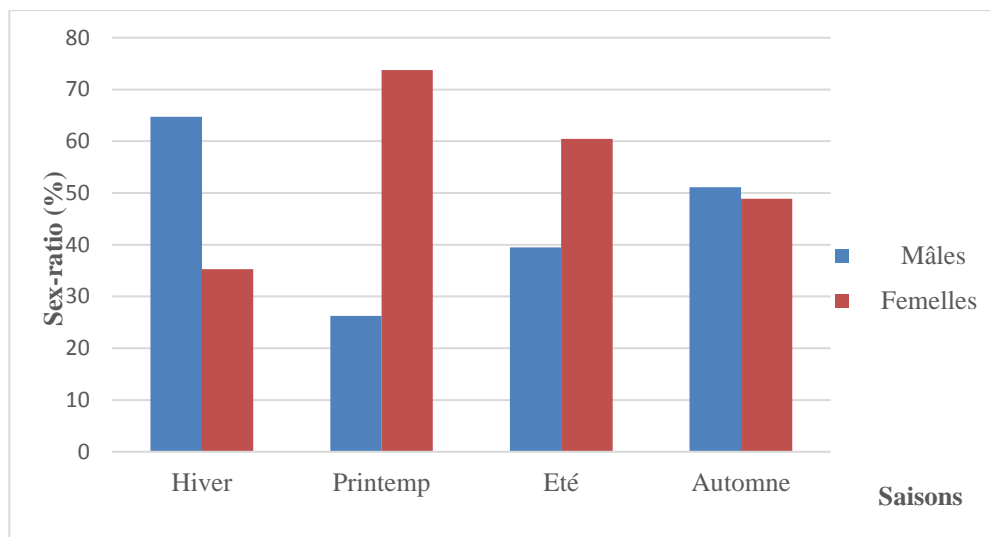


Figure 30. Evolution saisonnière de la sex-ratio chez *Holothuria (R.) poli* de la station d’Ain Franine.

4.2.4. Evolution du taux de féminité et de masculinité en fonction des mois

Les taux de féminité et de masculinité sont calculés mensuellement d’octobre 2016 à septembre 2019. Ces variations sont présentées dans la Figure 31 qui montre des fluctuations soit à prédominance mâles ou femelles au cours des mois.

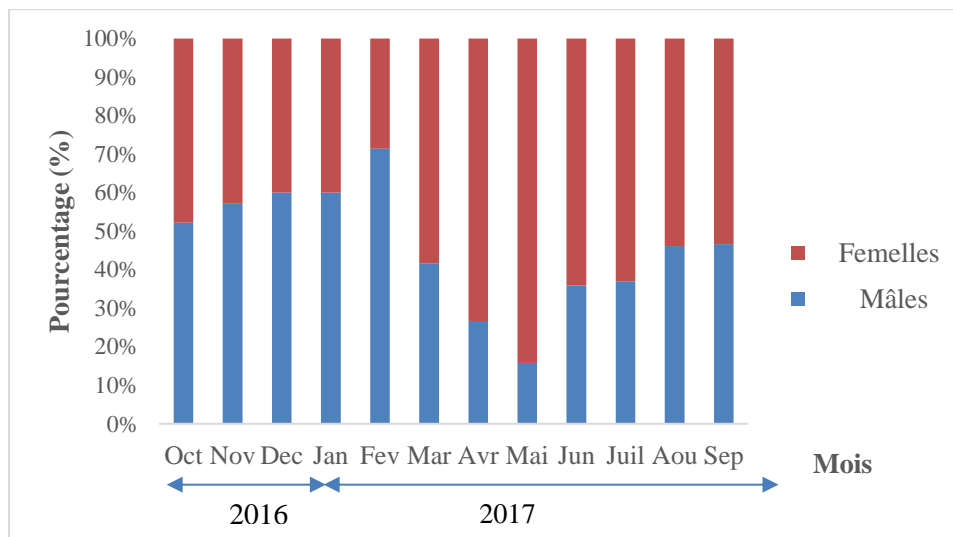


Figure 30. Evolution mensuelle du taux de féminité et de masculinité chez *Holothuria (R.) poli* de la station d’Ain Franine.

4.3. Stratégie de la reproduction

4.3.1. Évolution mensuelle du R. G. S et du facteur K

4.3.1.1. Évolution mensuelle du R. G. S

L'évolution du rapport gonadique (RGS) de *Holothuria (R.) poli* (tout sexes confondus) montre un plus haut sommet en Juillet 2017. En mai 2017, il s'élève à 2.8 %. Ceci se traduit par une période de croissance rapide des gonades au début du printemps, suivie par une émission massive de gamètes principalement en été. Après cette période on note une baisse de l'RGS (Fig. 32) La période de repos sexuel en hiver est marquée par les faibles valeurs de l'RGS.

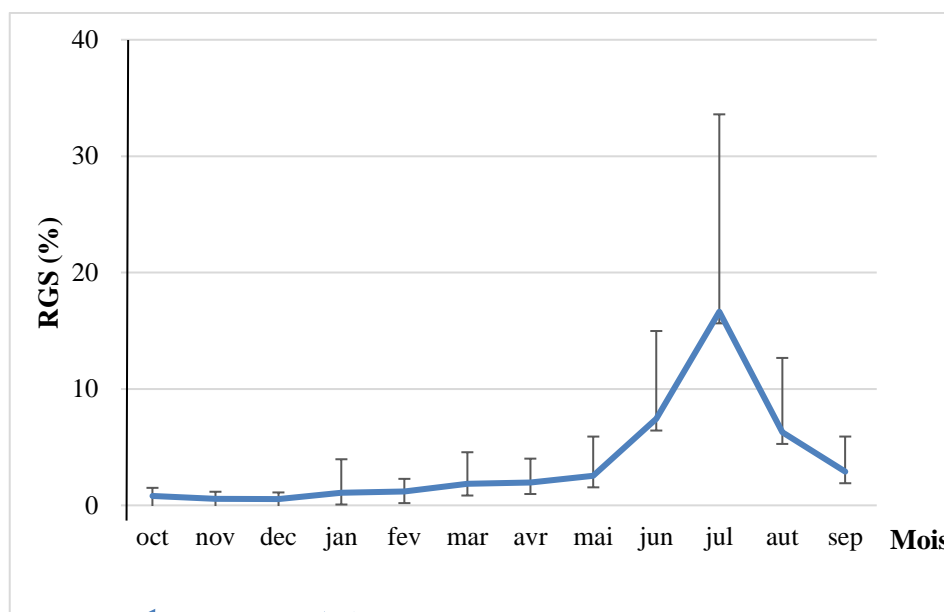


Figure 31. Evolution mensuelle du RGS chez *Holothuria (R.) poli* (deux sexe confondus) de la station d'Ain Franine.

Chez les *Holothuria (R.) poli* femelles, le RGS croît rapidement de mai à juillet où il atteint son maximum; il chute ensuite au mois d'août. La maturation se déroule donc principalement entre juin et août et la ponte est estimée en mois de juillet (Fig. 33). L'évolution du RGS des mâles suit celle du RGS des femelles où il atteint le maximum en mois de juillet (Fig. 33). Les valeurs mensuelles de RGS ne présentent pas de variations notables d'un mois à l'autre chez les mâles et les femelles et montre une évolution similaire entre les deux sexes.

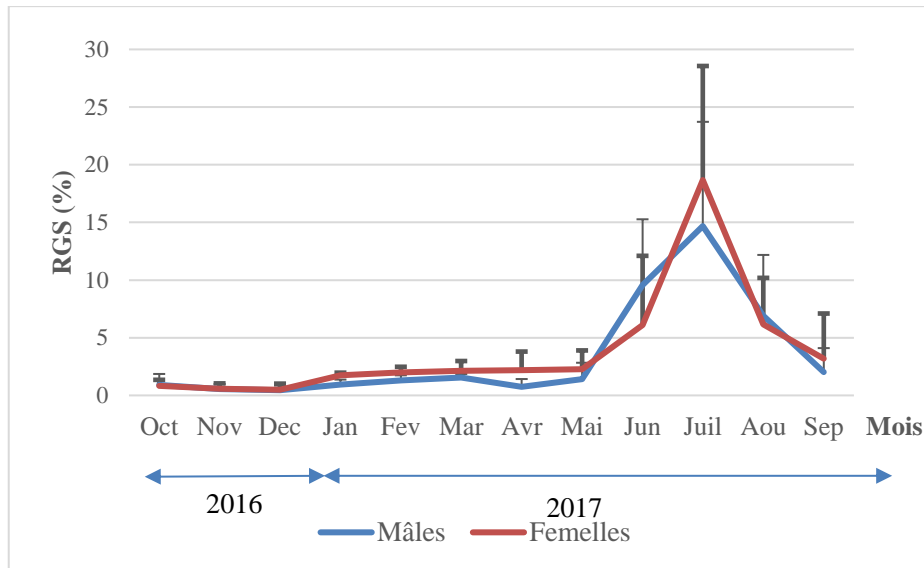


Figure 32. Évolution du rapport gonadique mensuelle chez les mâles et les femelles de *Holothuria (R.) poli* de la station d’Ain Franine.

4.3.1. Évolution mensuelle du facteur K

Le facteur de condition K présente de faible fluctuations au cours de l’année pour les males que pour les femelles (Fig. 34). Chez les femelles on observe un pic au mois de novembre.

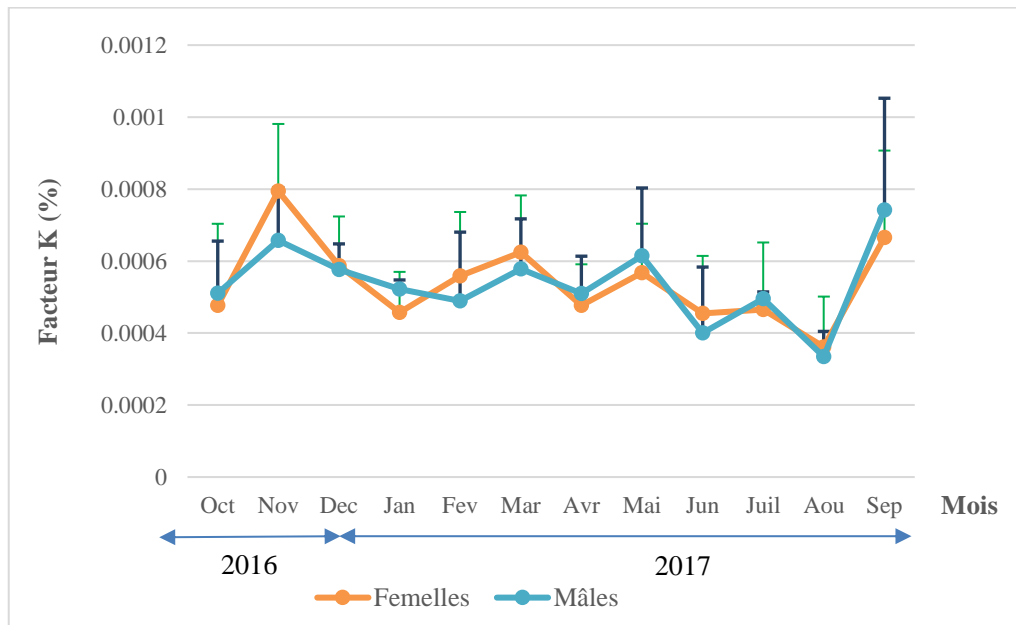


Figure 33. Evolution mensuelle du facteur de condition K chez les mâles et les femelles de *Holothuria (R.) poli* de la station d’Ain Franine.

4.3.2. Evolution mensuelle des stades de maturité

L'étude des stades de maturité nous a permis de suivre les grandes, étapes de la reproduction d'*Holothuria (R.) poli* qui sont, la période d'activité sexuelle et celle du repos sexuel. Le calcul des pourcentages des stades de maturité sexuelle a été effectué mensuellement pendant une année.

Durant notre étude la variation saisonnière du pourcentage des stades de maturité sexuelle montre que les femelles (Fig. 35) et les mâles (Fig. 36) se trouvent à différents stades de maturité sexuelle toute l'année mais à des fréquences variables. Les individus immatures mâles et femelles sont représenté du mois de novembre 2016 au mois de février 2017 dans la totalité des échantillons traités. Les femelles et les mâles avec des gonades au stade II sont rencontrés entre janvier 2017 et mars 2017. Les stades III et IV sont essentiellement présents chez les femelles et les males en mois de mars à juin 2017. Alors que les deux sexes sont présents au stade V entre le mois de juillet et aout

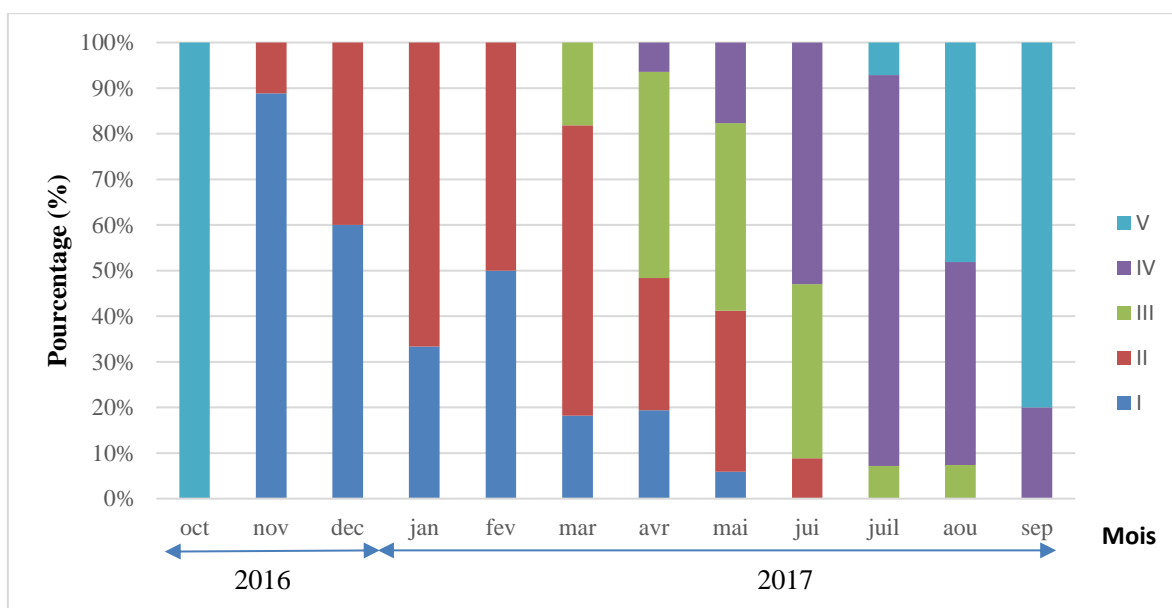


Figure 34. Evolution mensuelle des pourcentages des stades de maturité sexuelle chez les femelles d'*Holothuria(R.) poli* échantillonnées a la station d'Ain Franine.

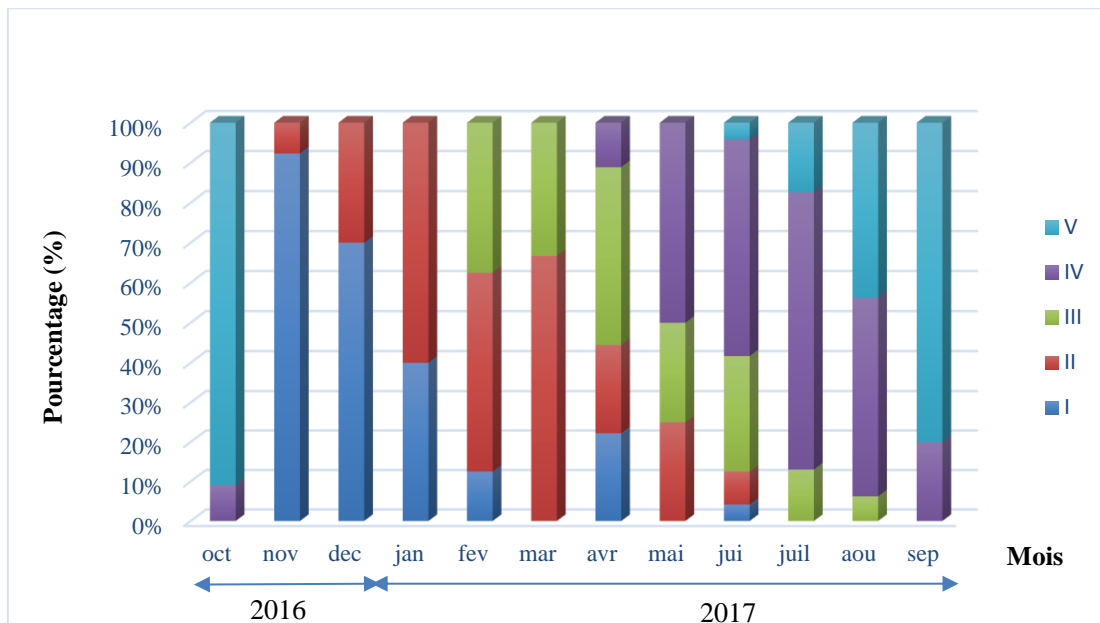


Figure 35. Evolution mensuelle des pourcentages des stades de maturité sexuelle chez les mâles d'*Holothuria (R.) poli* échantillonnées à la station d'Ain Franine.

4.3.3. Taille de la première maturité sexuelle

L'estimation de la L50 d'*Holothuria (R.) poli* (tous sexe confondu observée et calculée), montre que la valeur de L50 estimée est de 150 mm (Fig. 37).

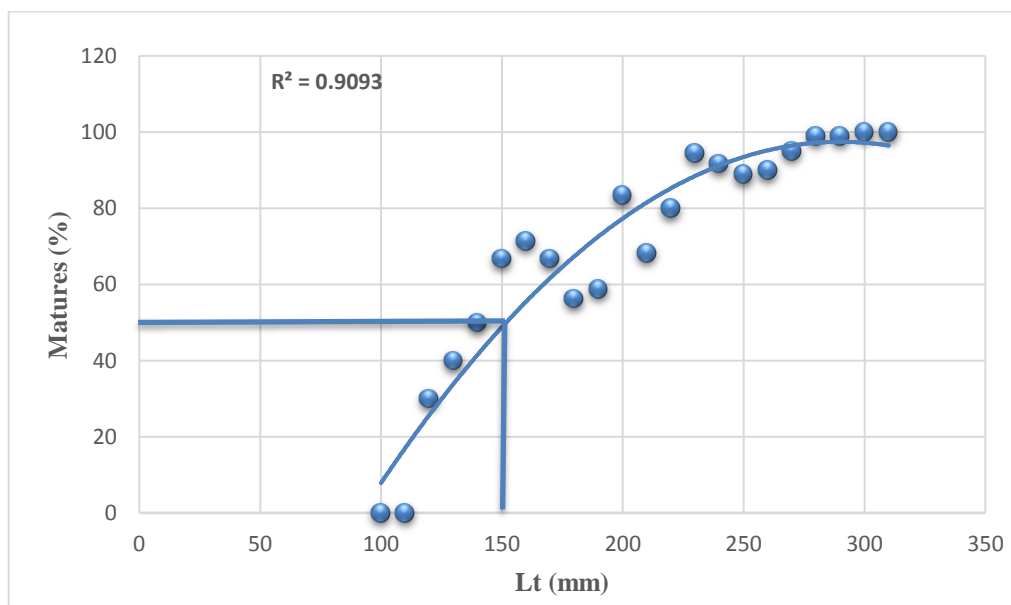


Figure 36. Taille de la première maturité chez les individus d'*Holothuria (R.) poli* échantillonnées à la station d'Ain Franine.

4.4. Etude biométrique des tubules gonadiques

Les variations des paramètres biométriques des gonades, dont la longueur et le diamètre des tubules, aux différents mois de l'année, sont présentées dans les figures et pour les mâles et les femelles. Ces paramètres montrent clairement que la maturation s'accompagne d'une augmentation du volume des tubules par individu. Les tubules sont plus longs et épais chez les mâles et les femelles plus en s'approche de la période de reproduction.

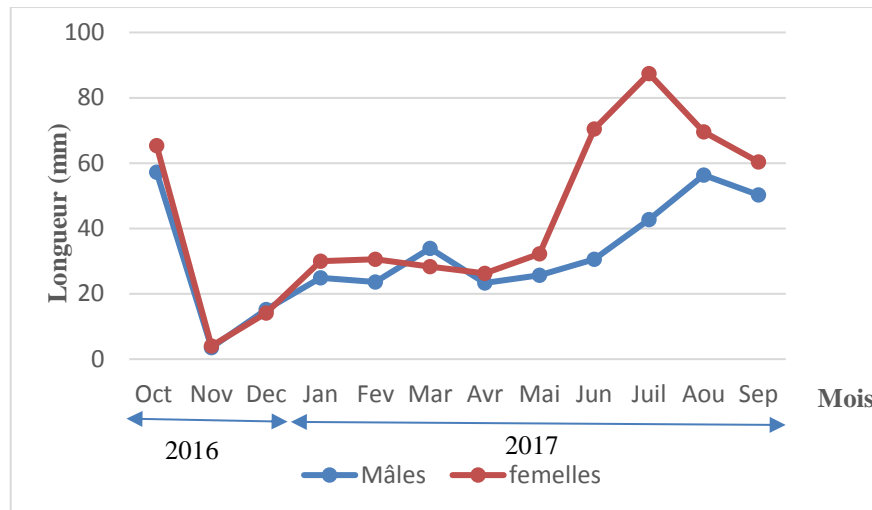


Figure 37. Evolution mensuelle de la longueur des tubules gonadiques chez les mâles et les femelles d'*Holothuria (R.) poli* échantillonnées à la station d'Ain Franine.

On note une augmentation de la longueur et du diamètre des tubules des gonades femelles plus importante que celle des mâles cela est dû aux tubules qui sont chargés en ovocytes matures qui augmente le diamètre des tubules avec un pic en mois de juillet 2017 (Fig. 39).

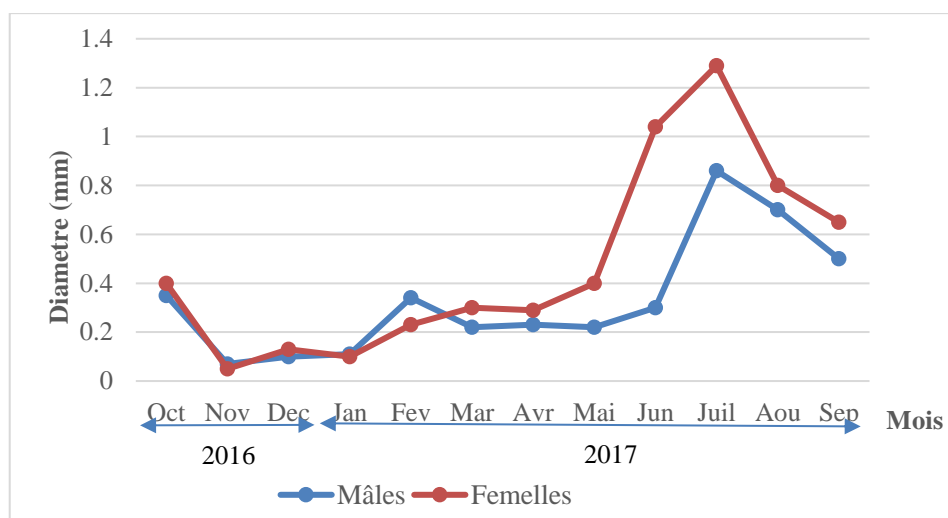


Figure 38. Evolution mensuelle du diamètre des tubules gonadiques chez les mâles et les femelles d'*Holothuria (R.) poli* échantillonnées à la station d'Ain Franine.

4.5. Etude macroscopique et microscopique des gonades

4.5.1. Observation macroscopique et microscopique des gonades femelles (Tab. 06)

4.5.1.1. Stade I récupération

A ce stade la détermination du sexe des gonades est impossible et pour se faire un examen histologique est nécessaire. Les tubules ovariens sont fins, blancs et transparents, très peu ramifiés et courts, en observation microscopique la plupart des lumières étaient presque vides, et les ovocytes étaient attachés aux parois des tubules avec la présence de d'ovocytes pre-vitellogéniques et qui sont attachés à l'épithélium germinale et des ovocytes vitellogéniques précoces plus arrondis, l'accumulation du vitellus semble commencer à la périphérie du cytoplasme cellulaire.

4.5.1.2. Stade II croissance

A ce stade les dimensions, le nombre de tubules et de ramification augmente, à ce stade les gonades femelles sont blanches à rose très pâle. Les tubules contiennent des ovocytes en développement et les lumières n'étaient pas complètement occupées avec des espaces vides entre ces ovocytes de différentes tailles.

4.5.1.3. Stade III prés maturation

Les tubules à ce stade sont plus longs dilatés, ramifiés et nombreux, leur couleur est rose claire à orange. La présence d'ovocytes matures permet d'augmenter le volume des tubules,

ainsi que la présence de différents stades de développement est remarquée, les petits ovocytes moins fréquents près de la paroi des tubules et des ovocytes plus développées occupent le centre des tubules, le mur des tubules est plus mince.

4.5.1.4. Stade IV de maturation

Le nombre de tubules et de ramification atteint son maximum durant ce stade, les gonades femelles totalement dilatées sont de couleur orange à rougeâtre, à l'examen microscopique, la présence d'ovocytes matures est dominante avec une faible présence d'ovocytes immatures.

4.5.1.5. Stade V post ponte

Les tubules régressent et deviennent flasques, ridés et plus ou moins vides avec des tubules ou région tubulaire qui occupent toujours des gamètes non expulsés.

Tableau 6. Description des caractéristiques microscopique et macroscopique des gonades femelles d'*H. poli* aux différents stades de développement. Echelle 10 mm.

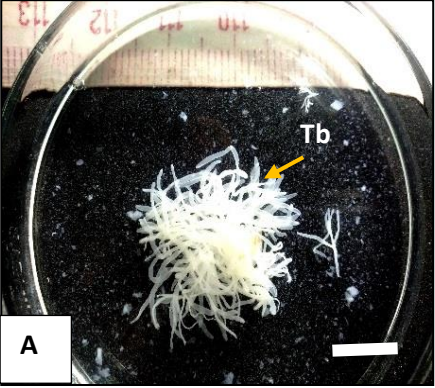
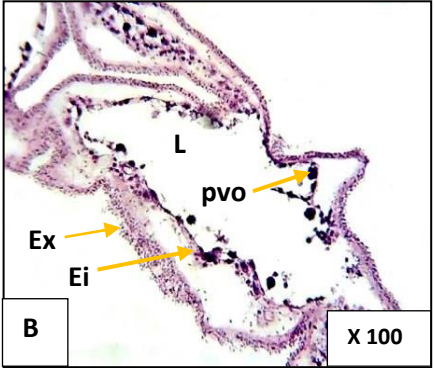

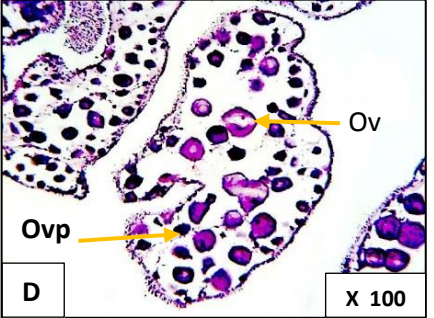
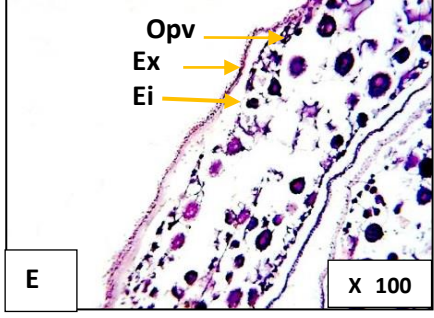

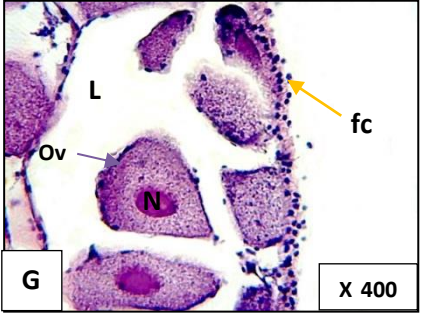

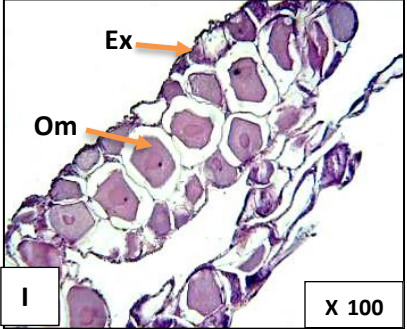
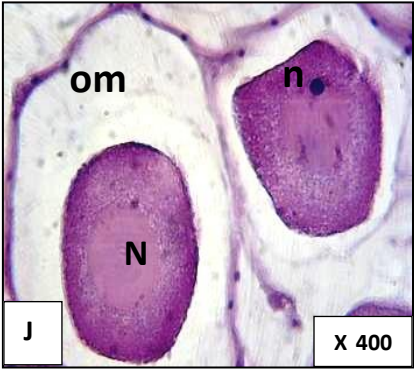
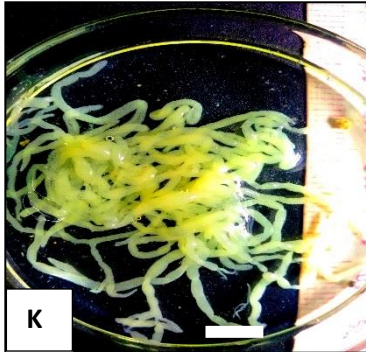
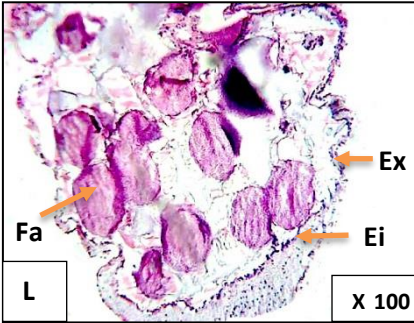
<p>A. Gonade en stade de récupération (Tb) tubules.</p> <p>B. Tubule vide. (L) lumière tubulaire ; (Ex) Epithelium externe de la paroi tubulaire ; (Ei) Epithelium interne de la paroi tubulaire. (pvo) Ovocyte en previtellogenese.</p>	 <p>A</p>	 <p>B</p> <p>X 100</p>
<ul style="list-style-type: none"> • C. Gonade en stade de croissance. • D. (Ovp) Ovocytes vitellogéniques précoces détachée de la paroi tubulaire avec des ovocytes matures. • E. Tubule en stade de croissance. 	 <p>C</p>	 <p>D</p> <p>X 100</p>  <p>E</p> <p>X 100</p>
<ul style="list-style-type: none"> • F. Gonade en stade III près mature. • G. Ovocytes vitellogéniques (Fc) cellule folliculaire. (N) Noyau. 	 <p>F</p>	 <p>G</p> <p>X 400</p>

Tableau 7. Description des caractéristiques microscopique et macroscopique des gonades femelles d'*H. poli* aux différents stades de développement. Echelle 10 mm. Suite.

<ul style="list-style-type: none"> • H. gonade mature en stade IV. • I. Tubule mature avec des ovocytes matures (om), et une paroi tubulaire (Ex) mince. • J. Ovocytes matures (om). Noyau (N). Nucléole (n). 	 <p style="text-align: center;">H</p>	 <p style="text-align: center;">I X 100</p>  <p style="text-align: center;">J X 400</p>
<ul style="list-style-type: none"> • K. Gonade en stade V en ponte. • L. Reste d'ovocyte Fa : Follicule atrétique. 	 <p style="text-align: center;">K</p>	 <p style="text-align: center;">L X 100</p>

4.5.2. Observation macroscopique et microscopique des gonades males (Tab. 07)

4.5.2.1. Stade I récupération

La détermination du sexe n'est pas possible à ce stade sur le plan macroscopique, avec des tubules translucide et transparent, sur le plan histologique, la paroi des gonades était à son épaisseur maximal, la présence des stades précoces de maturation de sperme est abandon sur les bordures des tubules avec la présence des zone vides.

4.5.2.2. Stade II de croissance

Le nombre de tubules et de ramification augmente à ce stade, leur couleur est blanchâtre, par sections, des testicules en croissance se forment et l'épithélium germinal s'étant vers la lumière donnant lieu au développement des colonnes de spermatocytes, spermatogonie.

4.5.2.3. Stade III prés maturation

A ce stade les tubules sont de couleur crème, dilatés longues, ramifiés et nombreux à mesure que les spermatozoïdes matures ont été recrutés dans la lumière.

4.5.2.4. Stade IV de maturation

Les tubules sont dilatés à leurs diamètre maximum de couleur laiteuse, histologiquement les parois des tubules sont minces, la spermatogenèse est presque cessée avec l'absence des cellules au début de la spermatogenèse et la présence des spermatozoïdes matures.

4.5.2.5. Stade V post ponte

Après l'expulsion des gamètes les tubules régressent et deviennent transparent. Ils sont flasques et plus ou moins vides avec la présence de gamètes non expulsés. Histologiquement de grandes zones de tubules vides ont été observées des débris de cellules et de tissus ont rempli les lumières qui semblent désorganisé.

Tableau 8. Description des caractéristiques microscopique et macroscopique des gonades males d'*H. poli* aux différents stades de développement. Echelle 10 mm.

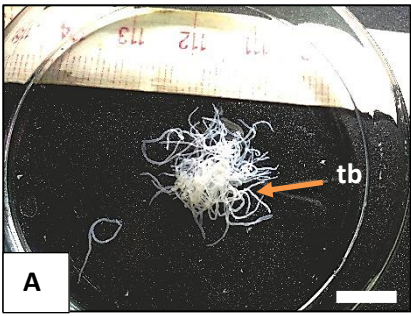
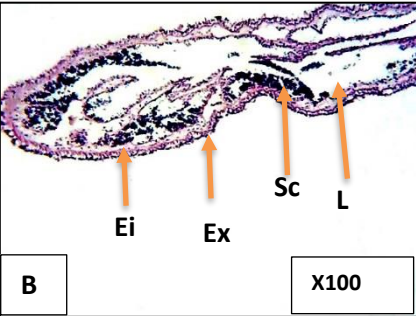

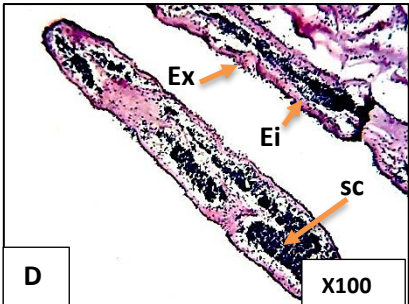
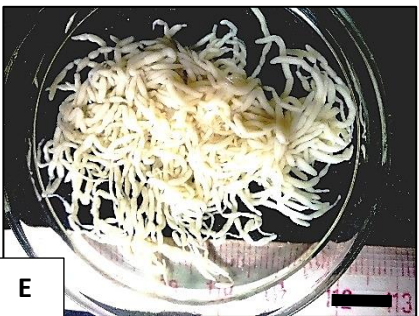
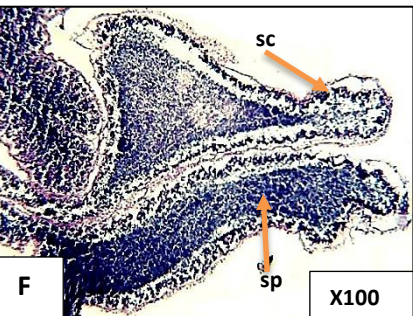
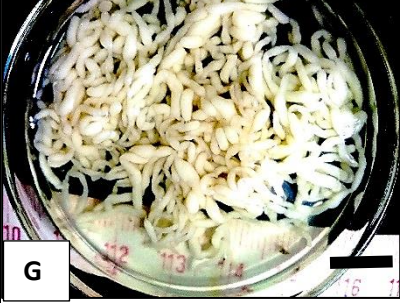
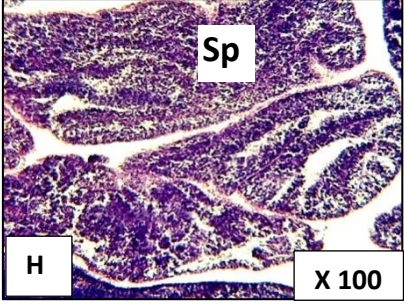

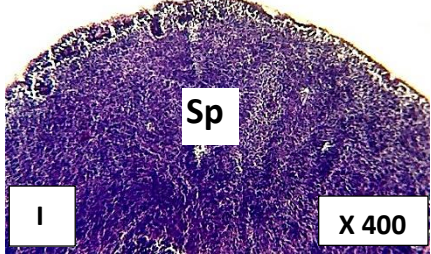
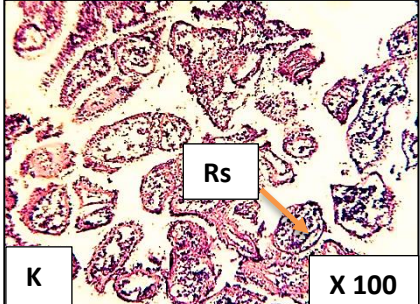
Stade de maturité	Aspect macroscopique	Aspect microscopique
<ul style="list-style-type: none"> • A Gonade en stade I de récupération (tb) tubules. • B. Tubule en stade I de récupération, ((L) Lumière tubulaire ; (Ex) Epithelium externe de la paroi tubulaire ; (Ei) Epithelium interne de la paroi tubulaire. (sc) Spermatoocyte. 	 <p>A</p>	 <p>B X100</p>
<ul style="list-style-type: none"> • C. Gonade en stade II de croissance D. (Ex) Epithelium externe de la paroi tubulaire ; (Ei) Epithelium interne de la paroi tubulaire., (sc) Spermatoocyte. 	 <p>C</p>	 <p>D X100</p>
<ul style="list-style-type: none"> • E. Gonade en stade III • F. Tubules en stade III(sp) spermatozoides (sc) Spermatoocyte. 	 <p>E</p>	 <p>F X100</p>

Tableau 9. Description des caractéristiques microscopique et macroscopique des gonades males d'*H. poli* aux différents stades de développement Echelle 10 mm (suite).

<ul style="list-style-type: none"> • G. Gonade en stade IV Mature. • H, I : Spermatozoïdes matures. 	 <p>G</p>	 <p>H</p> <p>Sp</p> <p>X 100</p>
<ul style="list-style-type: none"> • K. Tubule rétrécit avec (Rs) Reste de spermatozoïdes 	 <p>J</p>	 <p>I</p> <p>Sp</p> <p>X 400</p>
		 <p>K</p> <p>Rs</p> <p>X 100</p>

5. Discussion

Holothuria (R.) poli est une espèce commune en méditerranée, mais les données sur sa reproduction sont quasiment inexistantes. Les individus d'*Holothuria (R.) poli* échantillonnés dans la baie d'Oran dans la zone de Kristel (plage d'Ain Franine) sont gonochoriques, et ne représentent aucun dimorphisme sexuel, ceci est observé chez de nombreux holothuries (Conand, 1981; Despalatovic et al., 2004; Navarro et al., 2012 ; Mezali et al., 2014). Les concombres de mer montrent souvent un cycle de reproduction annuel (Ong Che 1990 ; Smiley et al., 1991 ; Tuwo et Conand 1992 ; Chao et al., 1993 ; 1995 ; Conand 1993a ; b), bien que des cycles semestriels (Harriott 1985, Conand 1993b) ou même reproduction continue tout au long de l'année sont également fréquentes, en

particulier dans les régions tropicales (Harriott 1985). *Holothuria (R.) poli* est une espèce typique d'holothurie tempérée qui présente un seul cycle annuel (Sewell et Bergquist 1990, Tuwo et Conand 1992, Hamel et Mecier 1996).

La sex-ratio non équilibré en faveur des femelles de la population de *Holothuria (R.) poli* à un sex-ratio de 1: 0.85 a été observée chez les populations *leucospilota* a La Réunion (Ong Che, 1990; Purwati et Luong Van, 2003). Etudes dans le genre *Holothuria* a également montré un sex-ratio déséquilibré où le sex-ratio était de 598: 448 en faveur des mâles de l'espèce *Holothuria. whitmaei* dans le Pacific (Shiell et Uthicke, 2006) et 240: 196 dans faveur des femelles pour l'espèce *Holothuria arenacava* (Muthiga, 2006).

Les stades de maturité peuvent être estimés par examen macroscopique alors que les observations microscopiques permettent de mieux les identifier, comme déjà mentionné par Ong Che (1990) et Drumm et Loneragan (2005). De nombreuses clés d'identification des stades de maturation des holothuries ont été recommandées par Chao et *al.*, (1994), Conand (1993), Drumm et Loneragan (2005), Howaida et *al.*, (2004), Lee et *al.*, (2008), Purwati et Luong-van (2003), Rasolofonirina et *al.*, (2005), Shiell et Uthicke (2006), et Hoareau et Conand (2002).

Les spécimens d'*Holothuria (R.) poli* possèdent une seule touffe de tubules gonadiques, sa croissance s'est matérialisé par une augmentation de la taille (longueur et diamètre) des tubules et du nombre de ramifications.

La présente étude révèle que les tubules ovariens sont plus longs et plus larges que les tubules testiculaires. Dans les conclusions d'une autre étude réalisée en Nouvelle-Calédonie sur trois espèces d'holothuries, Conand (1981) indique que : 1) après l'émission gamétique, les gonades de *Theleota ananas* se ratatinent et se ramollissent, alors qu'on peut encore observer quelques ovocytes ou spermatozoïdes matures résiduels, ainsi que des signes d'atrésie et d'élimination des cellules germinales par les phagocytes ; 2) les gonades d'*Holothuria nobilis* présentent un dimorphisme sexuel : les tubules sont plus courts et plus larges chez les femelles ; 3) les gonades de *Holothuria fuscogilva* ne présentent aucun dimorphisme sexuel.

Les observations suggèrent que le développement des gonades mâles et femelles d'*Holothuria (R.) poli* s'adapte à un "modèle de recrutement des tubules" asynchrone,

affichant des tubules dans différents stades de développement rapprochés. Ce cas n'est pas rare, car il y a beaucoup d'autres espèces d'holothuries qui ne suivent pas le modèle de recrutement des tubules, tels que *Holothuria leucospilota* (Ong Che, 1990), *Holothuria atra* (Chao et al., 1994), *Holothuria (H). tubulosa* (Coulon, 1994), *Holothuria. fuscogilva* et *Actinopyga mauritiana* (Ramofafia et Byrne, 2001).

Les résultats de la présente étude montrent que le cycle de reproduction est clairement lié à la température de l'eau de mer. L'activité maximale reproductive chez *Holothuria (R.) poli* a été observée pendant les mois chauds de l'année (juillet et août 2017) et l'activité minimal (repos) a été observée pendant les mois les plus froids de l'année (novembre et décembre 2016).

L'histologie a permis de constater que les ovocytes previtellogènes étaient présents le long de l'épithélium germinatif tout au long de la phase de développement. De mars à juin 2017, les mâles et les femelles étaient principalement au stade III. A ce stade de croissance il y avait coexistence de différents stades de développement des gamètes des tubules de la gonade, alors qu'à partir de la fin du mois de juin 2017 et début de juillet 2017, les individus étaient principalement en phase IV dans lesquels les gamètes étaient au stade de maturation et le développement des ovocytes était plus homogène. Au dernier stade de maturation (post-émission gamétique), une régression de la taille des tubules en longueur et en diamètre chez les mâles et les femelles, ce qui s'explique très probablement par la régression gonadique post-émission. Dans leur étude sur *Holothuria leucospilota* menée à Darwin (Australie), Purwati et Luong-Van (2003) expliquent que cette espèce a la capacité de « réintégrer » sa gonade une fois ses gamètes expulsés. Cette régression des tubules mâles et femelles a été également observée chez *Holothuria leucospilota* à Hong Kong (Ong-Che, 1990). Dans ses travaux menés en Nouvelle-Calédonie, Conand (1981) explique la présence d'individus sans gonade pendant la phase de repos, montrant que la gonade se développe pendant toute sa maturation, jusqu'à fécondité, puis se rétracte après l'expulsion gamétique, chose qu'on a remarqué chez notre espèce étudiée avec la présence d'un grand nombre d'individus sans gonade durant le mois de novembre.

Etude de la
croissance et de la
dynamique du stock

Cette partie a été considérée seulement pour les deux holothurides [*Holothuria (R.) poli* et d'*Holothuria (P.) sanctori*]. Par contre, pour les deux autres holothurides [*Holothuria (H.) tubulosa* et *Holothuria (R.) arguinensis*], il ne nous a pas été facile de la réaliser à cause de l'effectif très réduit échantillonné.

1. Introduction

La connaissance des paramètres de croissance est non seulement essentielle pour la conservation et la gestion d'espèces cibles marines, mais aussi pour réduire la pression de pêche sur les populations sauvages. Une gestion commune de la pêche, par exemple, a été mise en œuvre d'une taille minimale à la capture, qui est spécifique à l'espèce et souvent basée sur la taille à la première maturité sexuelle (Purcell, 2010). Ces mesures de gestion sont importantes en raison de leurs applications dans le domaine halieutique, et avec des informations sur le temps d'atteindre la maturité, peut être utilisé pour mettre en œuvre des fermetures saisonnières, ainsi que d'être utilisé dans les lignes directrices pour la reconstitution des stocks d'écloserie. L'estimation des taux de croissance des "concombres de mer" est difficile en raison de leur capacité de contraction (Mezali, 1998), leur corps flasque et en raison de facteurs biologiques tels que l'éviscération (Conand, 1983; Uthicke et al., 2004; Purcell et al., 2008).

Dans un travail pionnier, Ebert (1978) a étudié la croissance d'*Holothuria atra* en marquant les plaques de leurs anneaux calcaires avec la tétracycline. La croissance des plaques a été utilisée pour estimer les paramètres de croissance de l'équation mathématique de Von Bertalanffy (1938). Par la suite, d'autres méthodes basées sur les données de poids et de taille ont été entreprises pour étudier la croissance des populations d'holothuries sauvages et en culture.

Par exemple, Battaglione et al. (1999) ont calculé la longueur de l'holothurie d'après les mesures en poids humide, en utilisant une régression polynomiale. Des mesures spécifiques des taux de croissance et l'augmentation de poids relatif ont également été obtenues pour les concombres de mer (Yang et al., 2005; Dong et al., 2008), alors que d'autres études ont adapté différents modèles de croissance comme le modèle de Von Bertalanffy (1938) pour calculer le poids et la longueur du corps (Conand, 1988; Herrero-Pérezrul et al., 1999; De la Fuente-Betancourt et al., 2001; Uthicke et al., 2004; Sulardiono et Prayitno, 2012). Ce qui est intéressant, est qu'il y a des différences constantes dans les taux de croissance qui ont été

observées entre les espèces tropicales d'holothuries, telles que le concombre de mer de Floride *Holothuriafloridana*, l'holothurie à ocelles noires et le *Actinopyganobilis*, qui présentent des taux de croissance lents (Ebert, 1978; de la Fuente-Betancourt et *al.*, 2001; Uthicke et *al.*, 2004; Sulardiono et Prayitno, 2012) et certains espèces tempérés, telles que *Australostichopus mollis* et *Cucumaria frondosa*, qui croient plus vite que les espèces tropicales précédemment citées, avec une certaine variation saisonnière (Hamel et Mercier, 1996; Slater et Jeffs, 2010).

Auparavant, l'équation de croissance de VonBertalanffy et ses variantes (Hoenig et Hanumara 1982 ; Pauly 1987) ont également été utilisés pour déterminer les paramètres de croissance démographiques et de mortalité et décrire les caractéristiques de croissance de certains espèces d'holothuries. Ces paramètres de population peuvent être utilisés pour mieux évaluer la dynamique des populations. Le poids asymptotique de la population (L_{∞}) et la méthode de Shephard (Shephard, 1987a) pour l'estimation du coefficient de croissance (K), le taux auquel la population se rapproche de la population asymptotique. Le paramètre t_0 est également calculé, représentant un moment dans le temps où les animaux sont essentiellement « nés ». Le modèle de Pauly (1987) est également utilisé lorsque la forte croissance saisonnière est suspectée (Pauly, 1987). Les constantes de VonBertalanffy sont ensuite utilisées pour déterminer la mortalité naturelle (M) et le taux de mortalité totale (Z), qui est estimé à partir d'une courbe de capture.

Ces estimations de la croissance démographique et de la mortalité ont été quantifiés pour quelques holothuries tropicales comme par exemple *Thelenota ananas*, *Stichopus chloronotus*, *Isostichopus fuscus* et *Holothuria floridana* (Ebert 1978; Conand 1988; Fuente-Betancourt et *al.*, 2001; Hearn et *al.*, 2005).

L'objectif de cette partie expérimentale est la détermination de la structure entaille, la croissance linéaire et pondérale, l'âge, la relation taille-poids des holothuries étudiées dans une partie du littoral Oranais en utilisant différents modèles de croissance.

La méthode préconisée dans notre travail est la méthode indirecte généralement adoptés pour les invertébrés marins en raison de l'absence d'application des méthodes directes de lecture des structures squelettiques.

2. Matériel et méthodes

La croissance moyenne individuelle des espèces exploitées est une donnée de base pour l'étude de la dynamique de populations. Sa connaissance, même approximative, permet une meilleure compréhension de l'évolution des stocks en fonction des modifications apportées dans leur exploitation. Le gain de poids moyen obtenu en un temps donné est un élément essentiel dans les équations de rendement qui intègrent également les facteurs de mortalité dans la construction des modèles de gestion des ressources halieutiques.

2.1. Analyse des structures des tailles

Elle est toujours délicate, même avec l'aide des techniques statistiques les plus élaborées. L'analyse visant à la séparation des différentes composantes d'une distribution de taille est souvent faite avec une interprétation plus ou moins subjective. Pour cette raison, l'emploi des méthodes d'analyse des tailles a été souvent discuté. Cependant, ces méthodes restent, malgré tout, les plus employées, d'une part, parce qu'elles constituent souvent le seul recours, d'autre part, parce qu'elles sont les plus faciles à mettre en œuvre.

2.2. Etude de la croissance

2.2.1. Modèle de Croissance linéaire

Le modèle mathématique de croissance linéaire de Von Bertalanffy (1938) a été utilisé:

$$L(t) = L_{\infty} [1 - e^{-K(t-t_0)}]$$

Bien que Von Bertalanffy (1938) ait justifié son modèle par des considérations métaboliques, il est préférable de le voir comme un modèle descriptif, et être prudent de ne pas attribuer trop de signification biologique aux paramètres L_{∞} , K et t_0 qui ne font que résumer l'ensemble des données disponibles.

L_{∞} : est la longueur asymptotique. Théoriquement, c'est la taille moyenne qu'atteindrait un organisme marin qui pourrait vivre et grandir indéfiniment;

K : est le coefficient de croissance (ou paramètre de courbure). Il caractérise la rapidité avec laquelle l'organisme marin croît vers la longueur asymptotique;

t_0 : est l'âge théorique pour lequel l'organisme marin a une longueur nulle. Il désigne le point de départ de la courbe de croissance sur l'axe des temps si l'organisme marin avait grossi selon le modèle de croissance de Von Bertalanffy (1938). Ce paramètre (t_0) est donc une

valeur mathématique qui n'a pas de signification biologique précise dans le sens strict du terme. Les courbes de croissance ne sont valables en toute rigueur que dans l'intervalle d'âge ou de taille correspondant aux données observées.

2.2.2. Croissance relative (Relation longueur-poids)

La croissance relative ou allométrie permet de comparer la croissance des différentes parties du corps chez un individu et de suivre l'évolution de sa forme dans le temps.

Pendant toute la vie d'une espèce, sa longueur et son poids sont fortement corrélés.

La relation longueur-poids se traduit par la formule de type :

$$W = aL^b$$

Dans notre étude, on va utiliser le poids total (W_t), et la longueur totale (L_t), les paramètres a et b sont estimés en définissant b comme coefficient d'allométrie.

La valeur que prendra le coefficient b définira le type de la croissance relative :

- b supérieur à 3 : l'allométrie est dite majorante ou positive, cela veut dire que le poids de l'individu croît plus vite que le cube de la longueur ;
- b inférieur à 3 : l'allométrie est dite minorante ou négative, le poids croît relativement moins vite que le cube de la longueur ;
- b égale à 3 : la croissance est dite isométrique ou nulle, cela signifie que le poids et le cube de la longueur croît de la même manière.

2.3. Analyse des structures d'âge

La méthode indirecte la plus robuste et la plus utilisée de nos jours est la Méthode de Bhattacharya (1967). Cette méthode se base sur le fait qu'une distribution, ne comportant pas de classe vide, peut être transformée en droite de pente négative, en portant en ordonnée, pour chaque abscisse les centres de classes. La quantité $\Delta \ln N$ étant la différence des logarithmes népériens de fréquences consécutives dans la distribution (Oliver et *al.*, 1992).

L'équation de Bhattacharya (1967) s'écrit comme suit :

$$\Delta \ln N = \ln N(X + h) - \ln N(X)$$

Où:

$N(X + h)$: effectifs de la classe de longueur $(X+h)$;

$N(X)$: effectif de la classe de longueur précédente, de centre de classe (X) ;

h : intervalle de classe ;

X : centre de classe.

On recherche sur le graphique les régions ou plusieurs points consécutifs sont alignés, sur des droites de pentes négatives. Le nombre de droites obtenues constitue le nombre de sous populations. On suppose que chaque sous-population correspond à une classe d'âge. Elle nous permet la détermination des différents groupes d'âge et les tailles moyennes des différents âges.

2.4. Mortalité

La mortalité est par définition le nombre d'individus qui disparaissent durant un intervalle de temps donné. La rapidité avec laquelle l'effectif d'une population décroît, s'exprime par une équation différentielle :

$$dN/dt = -ZN \quad (1)$$

Z : coefficient instantané de mortalité totale ;

N : nombre à l'instant t .

La première expression (1) peut s'écrire sous la forme :

$$-dN/N = -Zdt \quad (2)$$

Si N_0 est l'effectif initial de la population au temps $t=0$ et N_t le nombre d'animaux survivants au temps t , nous avons en intégrant l'expression précédente (2) :

$$N_t = N_0 e^{-zt} \quad (3)$$

Le coefficient instantané de mortalité totale représente en fait la somme du coefficient instantané de mortalité par pêche, noté F et du coefficient instantané de mortalité

naturelle, noté M (correspondant aux autres causes de mortalité : maladie, prédation autre que celle de l'homme) d'où :

$$Z = F + M$$

F : taux exponentiel de mortalité naturelle (maladie, prédation, vieillesse) ;

M : taux exponentiel de mortalité par pêche (exploitation).

2.4.1. Estimation de la mortalité totale (Z)

Avec le logiciel FISAT II, la courbe de capture fondée sur la longueur des spécimens échantillonnés a été utilisée pour estimer la mortalité totale (Z).

2.4.2. Estimation de la mortalité naturelle (M)

Dans l'évaluation des stocks d'animaux aquatiques, la mortalité naturelle (M) est le paramètre le plus difficile à estimer. En effet, dès qu'un animal sort de la zone où s'exerce la pêche que ce soit par migration, maladie, prédation, vieillesse ou décès, il est considéré comme mort.

Pour estimer tous ces facteurs, plusieurs méthodes empiriques peuvent être utilisées pour l'évaluation de M et font appel aux paramètres biologiques de l'espèce. La méthode qui s'approche plus de la réalité, vu qu'elle utilise un paramètre physique important : la température, est la méthode de Pauly (1980). Ce même auteur a évalué les paramètres de croissance et de mortalité de 175 populations d'animaux aquatiques vivants dans des eaux de températures moyennes, et il a pu établir la relation générale suivante avec un coefficient de corrélation élevé ($r = 0,85$) :

$$\text{Log } M = 0,654 \text{ Log } K - 0,28 \text{ Log } L_{\infty} + 0,463 \text{ Log } T$$

Avec K et L_{∞} les paramètres de l'équation de Von Bertalanffy ;

T: température moyenne annuelle en degrés Celsius (°C).

2.4.3. Calcul de la mortalité par pêche (F)

Connaissant la mortalité naturelle (M) et la mortalité totale (Z), le taux de mortalité par pêche.

(F) peut être déduit de la relation suivante :

$$Z = M + F$$

2.5. Calcul du taux d'exploitation (E)

Le taux d'exploitation (E) est défini par Pauly (1985) comme étant

$$E = F / (F + M) = F / Z$$

Ce taux permet d'estimer (grossièrement) si un stock est surexploité ou non, à partir de l'hypothèse que si $E = 50\%$, cas idéal, la pêche de cette espèce est en équilibre ; si $E > 50\%$ l'espèce est surexploitée ; si $E < 50\%$ on est dans une situation de sous exploitation pour l'espèce concernée (Gulland, 1971, in Pauly, 1985).

2.6. Recrutement

Le modèle de recrutement est obtenu en projetant les données de fréquence longueur en arrière sur l'axe temps en utilisant les paramètres de croissance (Moreau et Cuende, 1991). La distribution normale du modèle de recrutement a été déterminée par la méthode NORMSEP (Pauly et Caddy, 1985) en utilisant le FISAT II. L'Analyse de la population virtuelle (VPA) et la prédiction du modèle de Beverton et Holt (1966) du Programme FISAT II a également été utilisé pour prédire le rendement relatif par recrue (Y^*/R) et la biomasse relative par recrue (B^*/R).

$$Y^*/R = EU^{M/K} \{1 - (3U/1+m) + (3U^2/1+2m) - (U^3/1+3m)\}$$

où :

$m = (1-E) / (M/K)$, $U = 1 - (L_c / L_\infty)$ est la fraction de la croissance qui doit être atteinte par le poisson après l'entrée dans la phase d'exploitation ;

$E = F / Z$ est le taux d'exploitation, c'est-à-dire, la fraction de la mortalité des poissons causée par les pêcheurs ;

Y^* : le rendement ;

R : le recrutement ;

B^* : la biomasse ;

K : le coefficient de croissance ;

M : la mortalité naturelle ;

Lc : la taille de première capture.

3. Résultats

3.1. Structures démographiques

Notre échantillon est composé de 941 individus répartis sur deux espèces [*Holothuria (R.) poli* (741 individus) et *Holothuria (P.) sanctori* (200 individus)].

Concernant les deux autres espèces et en raison de leur rareté durant les différentes sorties d'échantillonnage, notre échantillon c'est limité à 88 individus d'*Holothuria (H)tubulosa* et de 44 individus d'*Holothuria (R.) arguinensis*. Toutefois, ces deux espèces seront citées à titre indicatif à chaque fois qu'il sera utile de le faire (Fig. 40).

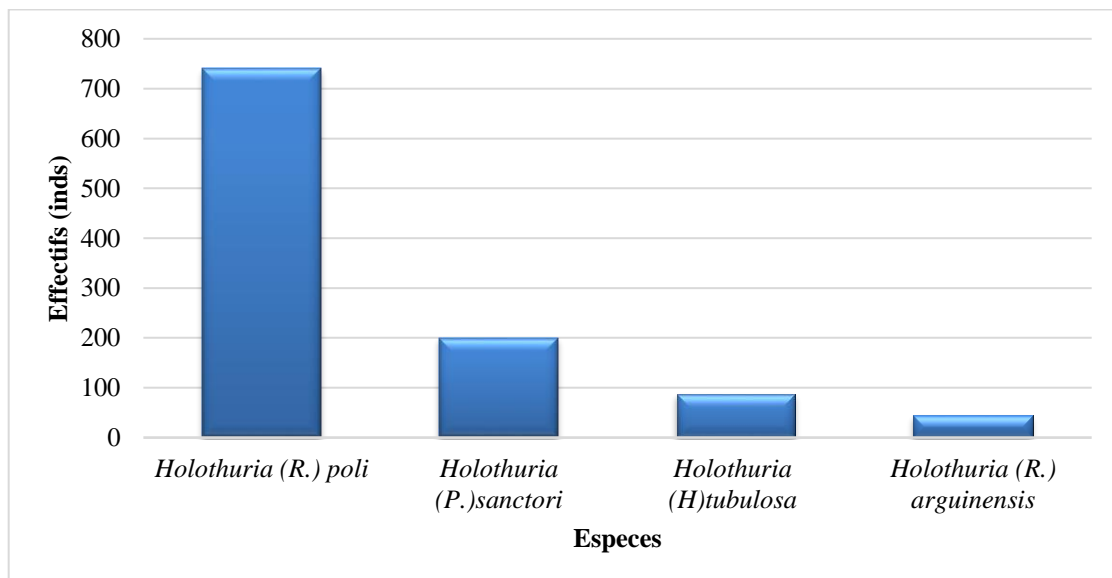


Figure 39. Fréquences de distribution des espèces échantillonnée à la station d'Ain Franine d'octobre 2016 à septembre 2017.

La distribution des fréquences de taille a été établie avec des classes de 10 mm selon la règle de Sturdge :

$$\text{Nombre de classes} = 1 + (3,3 \log N)$$

L'intervalle entre chaque classe est obtenu ensuite de la manière suivante :

$$\text{Intervalle de classe} = (X \text{ max} - X \text{ min}) / \text{Nombre de classes}$$

Avec : X max et X min, respectivement la plus grande et la plus petite valeur de X dans la série statistique

3.1.1. Structure de taille d'*Holothuria (R.) poli*

La structure de tailles établie sur toute la population échantillonnée durant un cycle annuel (d'octobre 2016 à septembre 2017) présente une distribution unimodale pour *Holothuria (R.) poli* qui est l'espèce la plus abondante dans le site d'étude (Fig.41).

L'analyse de la composition démographique montre que ces structures portent sur des tailles anesthésiées allant de 100 à 285 mm avec une prédominance des individus de taille entre 145 à 185 mm (Fig. 41).

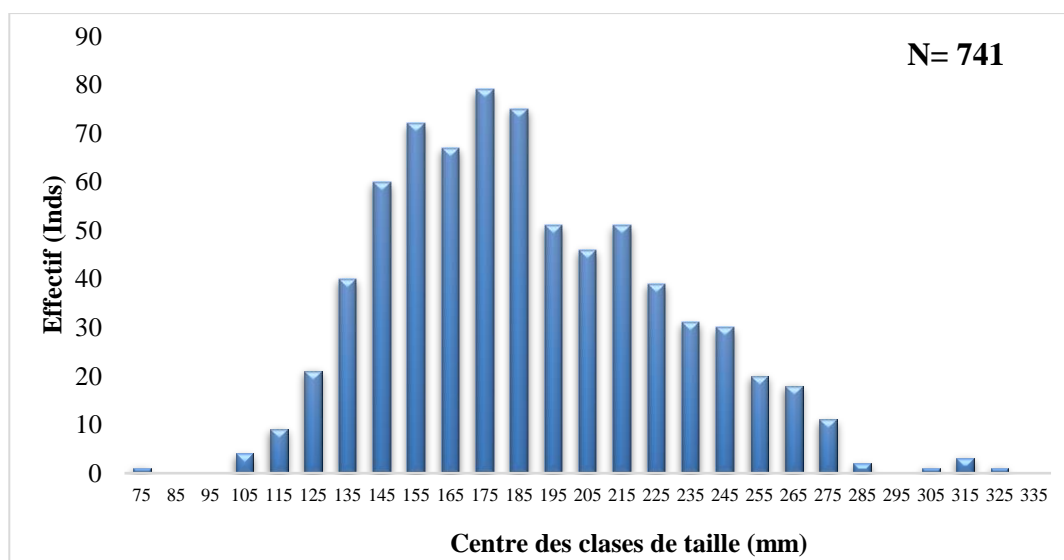


Figure 40. Fréquences de distribution des longueurs anesthésiées de la population d'*Holothuria (R.) poli* échantillonnée à la station d'Ain Franine d'octobre 2016 à septembre 2017. N : 741.

Toutefois, nous avons noté des petites variations en fonction des saisons. En effet, durant le printemps, on remarque que les longueurs qui oscillent entre 130 à 220 mm sont les plus abondantes. Nous avons constaté par ailleurs, la dominance des classes de taille les plus petites en saison automnale et hivernale (Fig. 42).

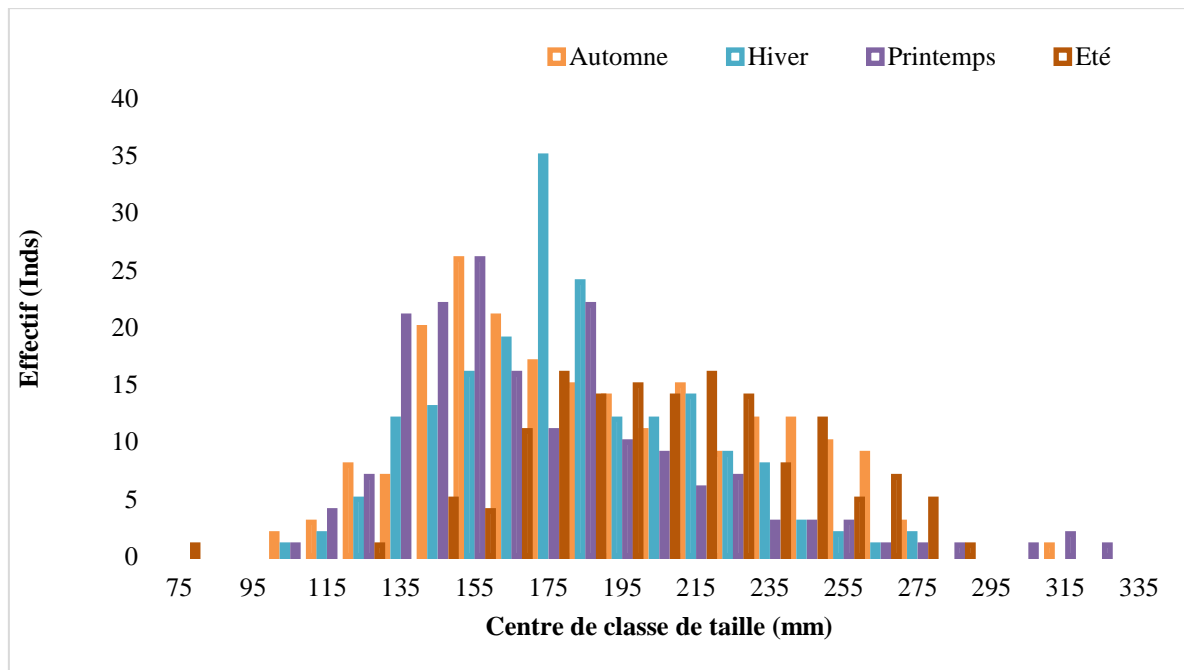


Figure 41. Fréquences des distributions saisonnières des longueurs anesthésiées de la population d'*Holothuria (R.) poli* échantillonnée à la station d'Ain Franine d'octobre 2016 à septembre 2017.

3.1.2. Structures de taille d'*Holothuria (P.) sanctori*

La structure démographique de *Holothuria (P.) sanctori* présente une distribution normale. Les structures démographiques en taille des échantillons prélevés varient de 145 à 295mm (Fig.43).

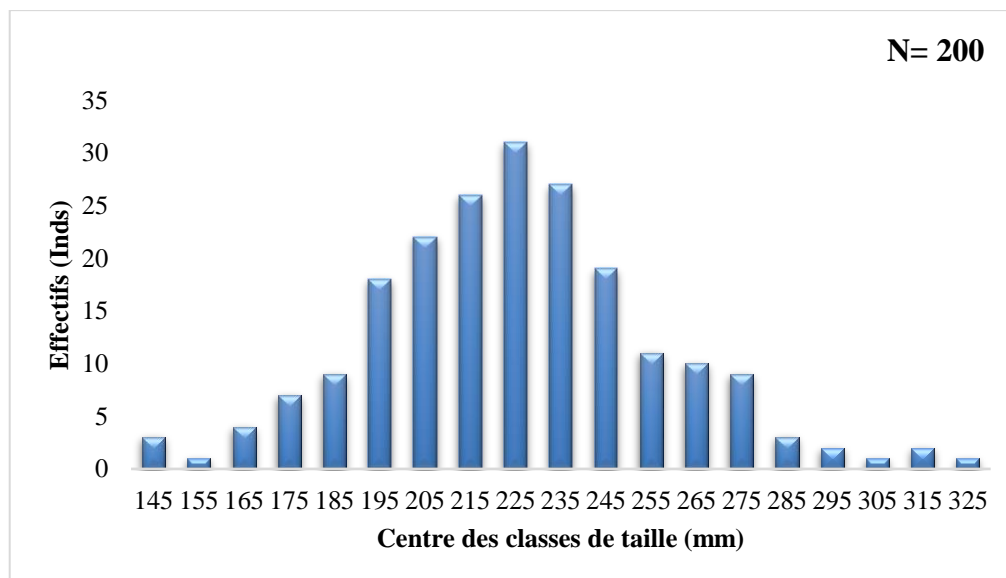


Figure 42. Fréquences de distribution des longueurs anesthésié de la population d'*Holothuria (P.) sanctori* échantillonnée à la station d'Ain Franine d'octobre 2016 à septembre 2017. N : 200.

Des variations en fonction des saisons ont été remarquées. En effet, la période hivernale et printanière sont caractérisés par des individus des plus petites tailles oscillant entre 140 à 240 mm, mais dès la saison estivale les classes de taille sont importante et varient entre 200 et 270 mm. Ces grandes valeurs correspondent aux individus adultes qui migrent vers la région superficielle pour se reproduire (Mezali, 1998) (Fig. 44).

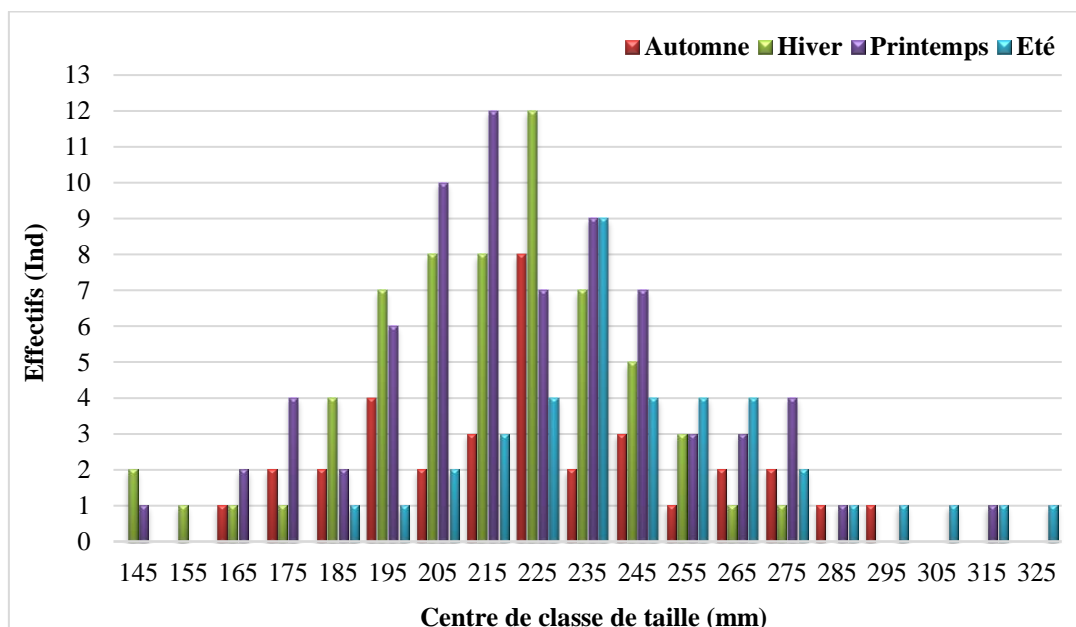


Figure 43. Fréquences des distributions saisonnières des longueurs anesthésiées de la population d'*Holothuria (P.) sanctori* échantillonnée à la station d'Ain Franine d'octobre 2016 à septembre 2017.

3.1.3. Structures de taille d'*Holothuria (H)tubulosa*

La structure démographique d'*Holothuria (H)tubulosa* présente une distribution unimodale, avec des tailles comprises entre 170 à 220 mm (Fig. 45).

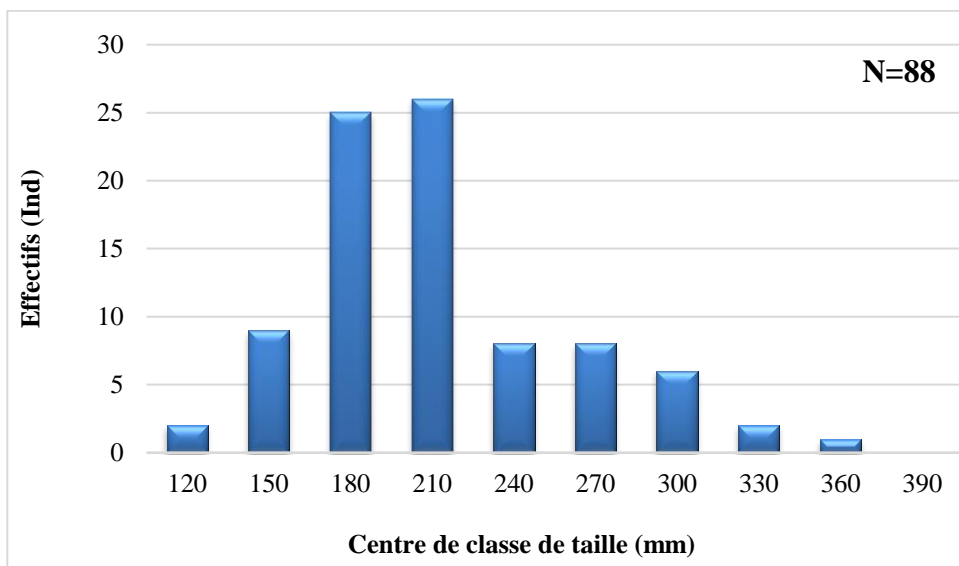


Figure 44. Fréquences de distribution des longueurs anesthésiées de la population d'*Holothuria (H.) tubulosa* échantillonnée à la station d'Ain Franine d'octobre 2016 à septembre 2017. N : 88.

Les variations en fonction des saisons sont représentées dans la figure 46.

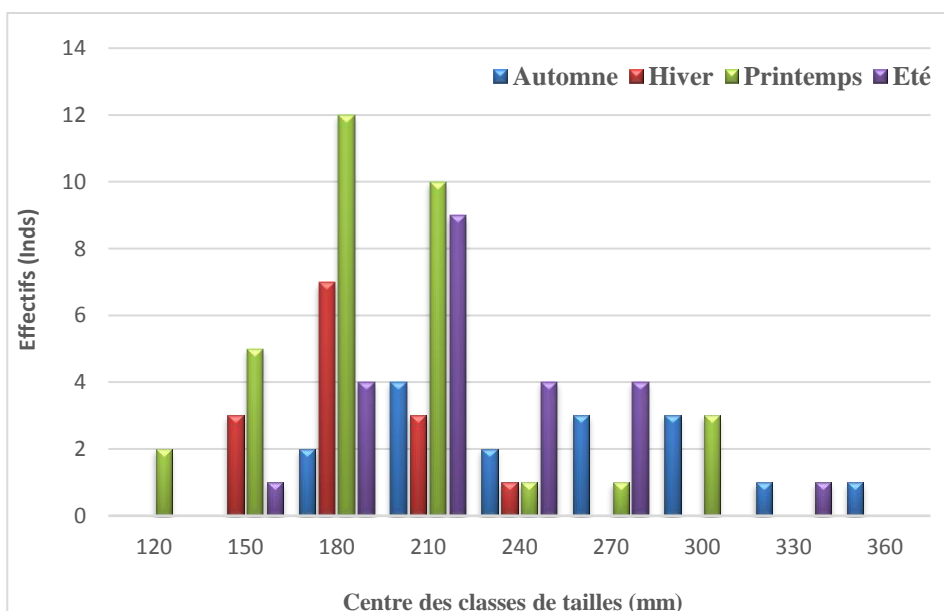


Figure 45. Fréquences des distributions saisonnières des longueurs anesthésiées de la population d'*Holothuria (H.) tubulosa* échantillonnée à la station d'Ain Franine d'octobre 2016 à septembre 2017.

3.1.3. Structures de taille d'*Holothuria (R.) arguinensis*

La distribution de fréquence de tailles d'*Holothuria (R.) arguinensis* est généralement unimodale (Fig.47). L'analyse de la composition démographique montre que ces structures portées sur des tailles comprises entre 100 à 300 mm.

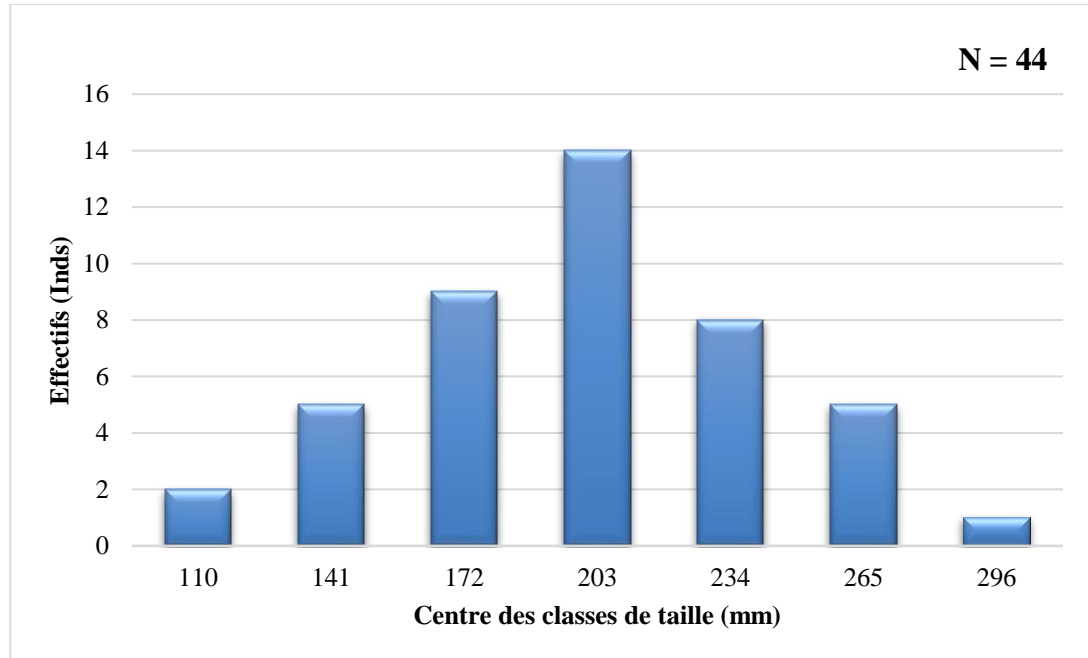


Figure 46. Fréquences de distribution des longueurs anesthésiés de la population d'*Holothuria (R.) arguinensis* échantillonnée à la station d'Ain Franine d'octobre 2016 à septembre 2017. N : 44.

L'analyse des variations saisonnières montre la présence d'un très faible pourcentage en période estivale (Fig. 48)

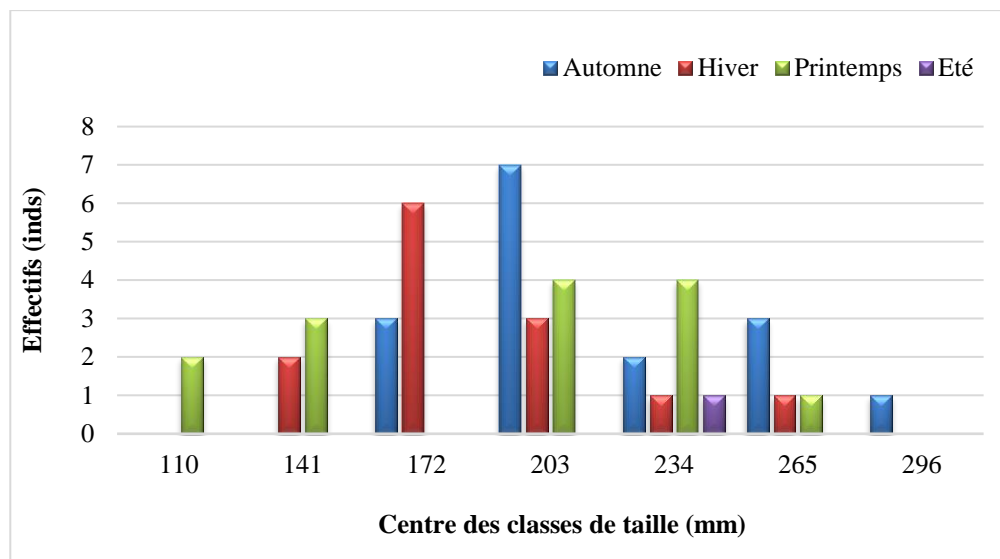


Figure 47. Fréquences des distributions saisonnières des longueurs anesthésiées de la population d'*Holothuria (R.) arguinensis* échantillonnée à la station d'Ain Franine d'octobre 2016 à septembre 2017.

3.2. Etude de la croissance

3.2.1. Croissance linéaire

La méthode d'ELEFAN (déjà décrite dans la partie méthodologie) a été utilisée pour l'estimation des paramètres de croissance. L'analyse porte sur la distribution de la totalité des captures des deux holothurides [*Holothuria (R.) poli* et *Holothuria (P.) sanctori*] échantillonnées durant les 12 mois d'échantillonnage dans la station de Ain Franine.

3.2.1.1. *Holothuria (R.) poli*

Le tableau 8 montre respectivement les résultats de la méthode ELEFAN utilisée pour la détermination des paramètres de croissance de l'équation linéaire de Von Bertalanffy (1938) d'*Holothuria (R.) poli*.

Tableau 10. Expressions de l'équation de Von Bertalanffy et de l'indice de performance de croissance chez *Holothuria (R.) poli* échantillonnée dans la station d'Ain Franine.

Sexe	L_{∞}	K (1/an)	t_0	Φ'	Equation
Sexe confondus	364.5	0.25	-0.05	4.47	$L_t = 364.5(1 - e^{-0.25(t+0.05)})$

La longueur asymptotique L_{∞} atteinte par *Holothuria (R.) poli* est égale à 346.50 mm, alors que la longueur théorique est de 325 mm.

La courbe de croissance obtenue à partir des paramètres calculés est représentée à travers la distribution des tailles est représentée dans la figure 48. Les accroissements linéaires moyens annuels (Fig. 49), montrent un allongement corporel notable au cours de la première année de vie au bout de laquelle une taille de 80 mm est obtenue chez les individus d'*H. (R.) poli*. Ensuite, elle tend à diminuer progressivement pour atteindre une valeur de 59 et 46 mm/an entre la première et la deuxième année. Cet accroissement diminue constamment (8mm à 10 ans) pour atteindre 3mm à 15 ans.

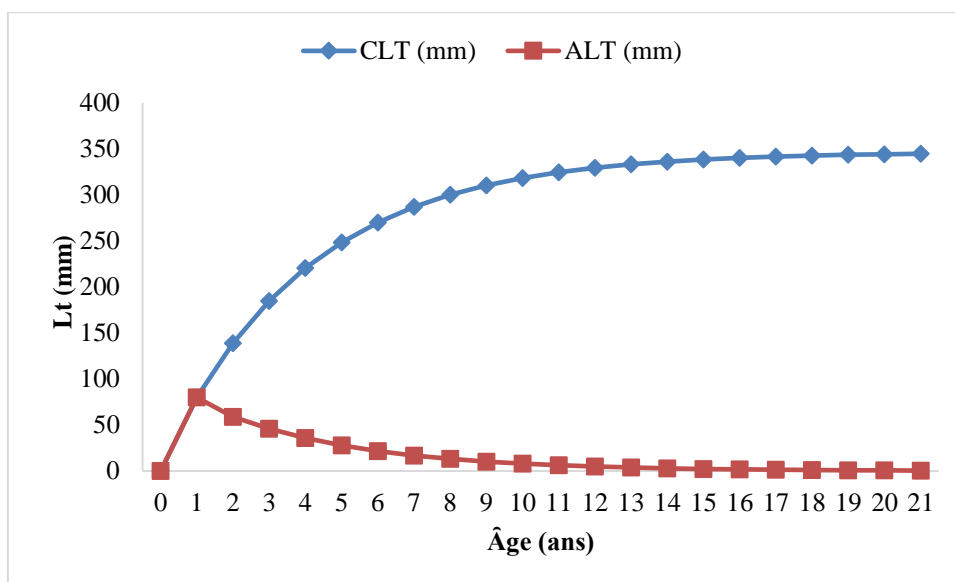


Figure 48. Courbe de croissance linéaire théorique (C. L. T.) (Von Bertalanffy) et l'accroissement linéaire théorique (A. L. T.) chez *Holothuria (R.) poli* de la station de Ain Franine (N=741 individus).

3.2.1.2. *Holothuria (P.) sanctori*

Les paramètres de l'équation de Von Bertalanffy sont représentés dans le tableau 9.

Tableau 11. Expressions de l'équation de Von Bertalanffy et de l'indice de performance de croissance Φ' chez *Holothuria (P.) sanctori* échantillonnée dans la station d'Ain Franine.

Sexe	L_{∞}	K	t_0	Φ'	Equation
Sexe confondus	340.7	0,32	-0,08	4.57	$L_t = 340.7 (1 - e^{-0.35(t+0.08)})$

La longueur asymptotique L_{∞} atteinte par *Holothuria (P.) sanctori* est égale à 340.70 mm avec un coefficient de croissance (K) de 0.350mm/ an.

La courbe de croissance obtenue à partir des paramètres calculés est représentée à travers la distribution des longueurs restructurées dans la figure 49.

Les accroissements annuels théorique correspondant à chaque âge sont calculés (Fig. 50), l'allongement corporelle d'*Holothuria (P.) sanctori* est de 107 mm durant la première année et de 69 mm durant la deuxième année et il tant a diminué, durant la septième année.

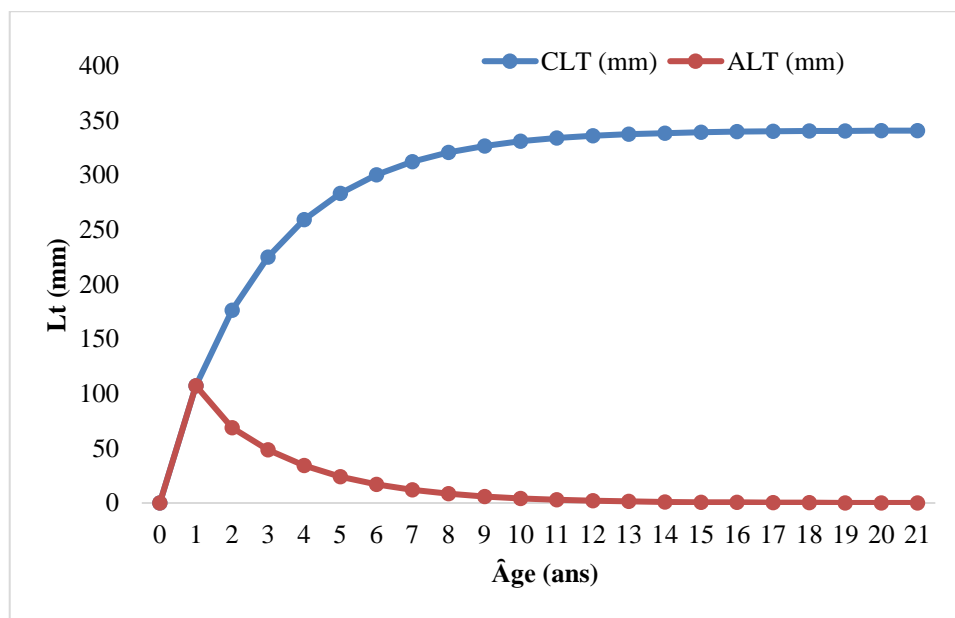


Figure 49. Courbe de croissance linéaire théorique (C. L. T.) (Von Bertalanffy) et l'accroissement linéaire théorique (A. L. T.) chez les individus d'*Holothuria (P.) sanctori* de la station de Ain Franine (N=200 individus).

3.2.2. Croissance relative

3.2.2.1. Relation entre la longueur totale anesthésie (L_t) et le poids humide du corps (PHC) d'*Holothuria (R.) poli*

Les résultats obtenus mettent en évidence une corrélation hautement significative entre la longueur totale anesthésiée et le poids humide du corps pour l'ensemble de la population d'*Holothuria (R.) poli* et montre une croissance allométrique minorante pour l'ensemble des mois d'échantillonnage (Tab. 10)

Tableau 12. Paramètres de croissance et équations de la relation Longueur totale anesthésiée – poids humide du corps chez *Holothuria (R.) poli* ($W_t = a L_t^b$) de la région de Ain Franine.

Sexe	Relation	a	b	R ²	R	Relation d'allométrie
Males	PHC= 0.0105 $L_t^{1.51}$	0.0105	1.51	0.56	0.75	minorante
Femelles	PHC= 0.0686 $L_t^{1.15}$	0.0686	1.15	0.46	0.67	minorante
Sexes confondus	PHC= 0.1461 $L_t^{1.03}$	0.1461	1.03	0.414	0.64	minorante

Pour les sexes confondus, une forte corrélation existe entre le poids humide du corps et la longueur totale des individus, la valeur du coefficient de détermination R² est de 44% avec un coefficient de corrélation R de 0.64 (Fig.51).

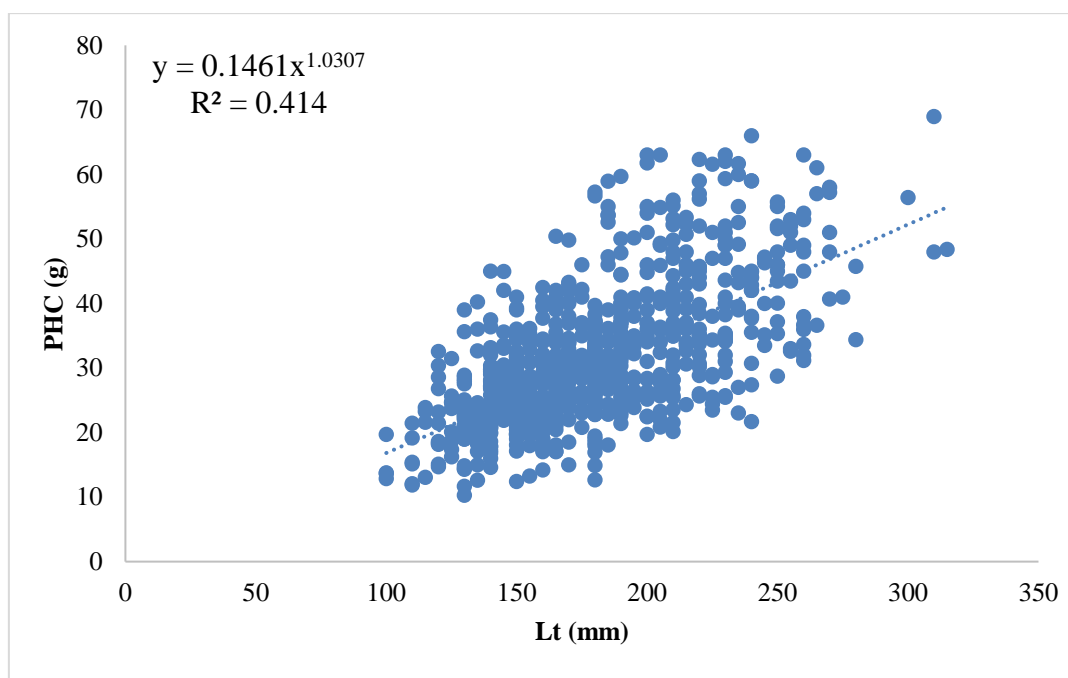


Figure 50. Relation biométrique entre la longueur totale anesthésiée (L_t) et le poids humide du corps (PHC) chez *Holothuria (R.) poli* échantillonnée à Ain Franine.

3.2.2.2. Relation entre la longueur totale anesthésie (L_t) et le poids humide du corps (PHC) d'*Holothuria (P.) sanctori*

La relation liant le poids humide du corps et la longueur total montre une corrélation avec une allométrie minorante chez la population d'*H. (P.) sanctori* de la station d'Ain Franine (Tab. 11)

Tableau 13. Paramètres de croissance et équations de la relation Longueur totale anesthésiée – poids humide du corps chez *Holothuria (P.) sanctori* ($W_t = a L_t^b$) de la station d'Ain Franine.

Sexe	Relation	a	b	R^2	R	Relation d'allométrie
Sexes confondus	$PHC = 0.4831 L_t^1$	0.6169	0.89	0.237	0.61	Minorante

La relation liant la longueur totale anesthésiée (L_t) et le poids humide du corps (PHC) des individus de la population *Holothuria (P.) sanctori* montre également une corrélation faible entre ces deux paramètres, avec une allométrie minorante (Fig. 52).

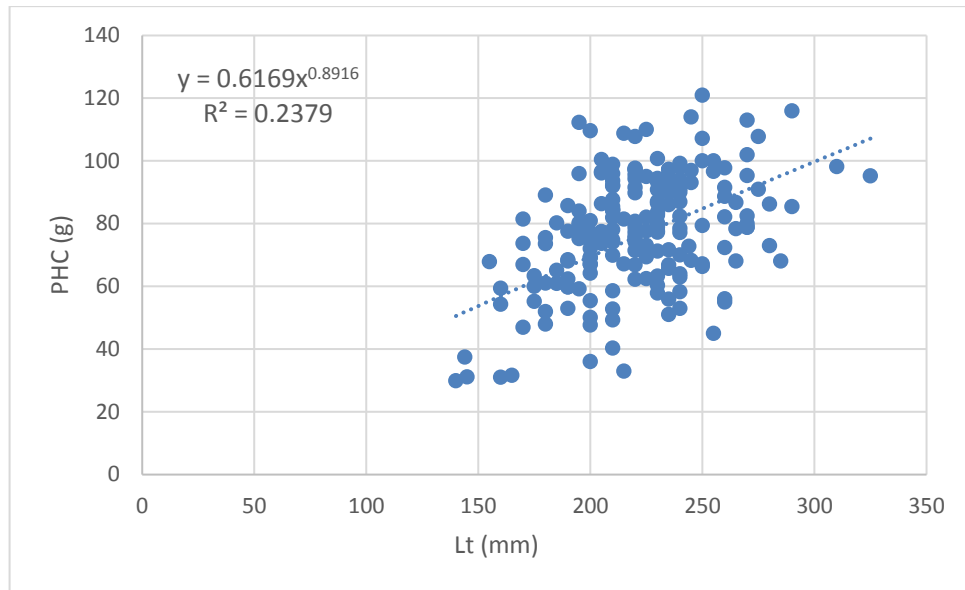


Figure 51. Relation entre la longueur totale anesthésiée (Lt) et le poids humide du corps (PHC) chez *Holothuria (P.) sanctori* échantillonnée à Ain Franine.

3.3. Résultats de l'analyse démographique

3.3.1. Résultats de l'analyse modale de *Holothuria (R.) poli*

Le logiciel FISAT II (Gayaniilo et *al.*, 2005) a été utilisé pour obtenir la valeur moyenne de chaque classe de taille. La décomposition en cohortes par la méthode de Bhattacharya (1967) sur une distribution de fréquence de taille par saison avec un pas de 10 mm nous a donnée : trois (03) classes de tailles en automne ; deux (02) classes de tailles en hiver ; quatre (04) classes de taille en printemps et cinq (05) classes de tailles en été. Les résultats sont représentés dans la figure 53.

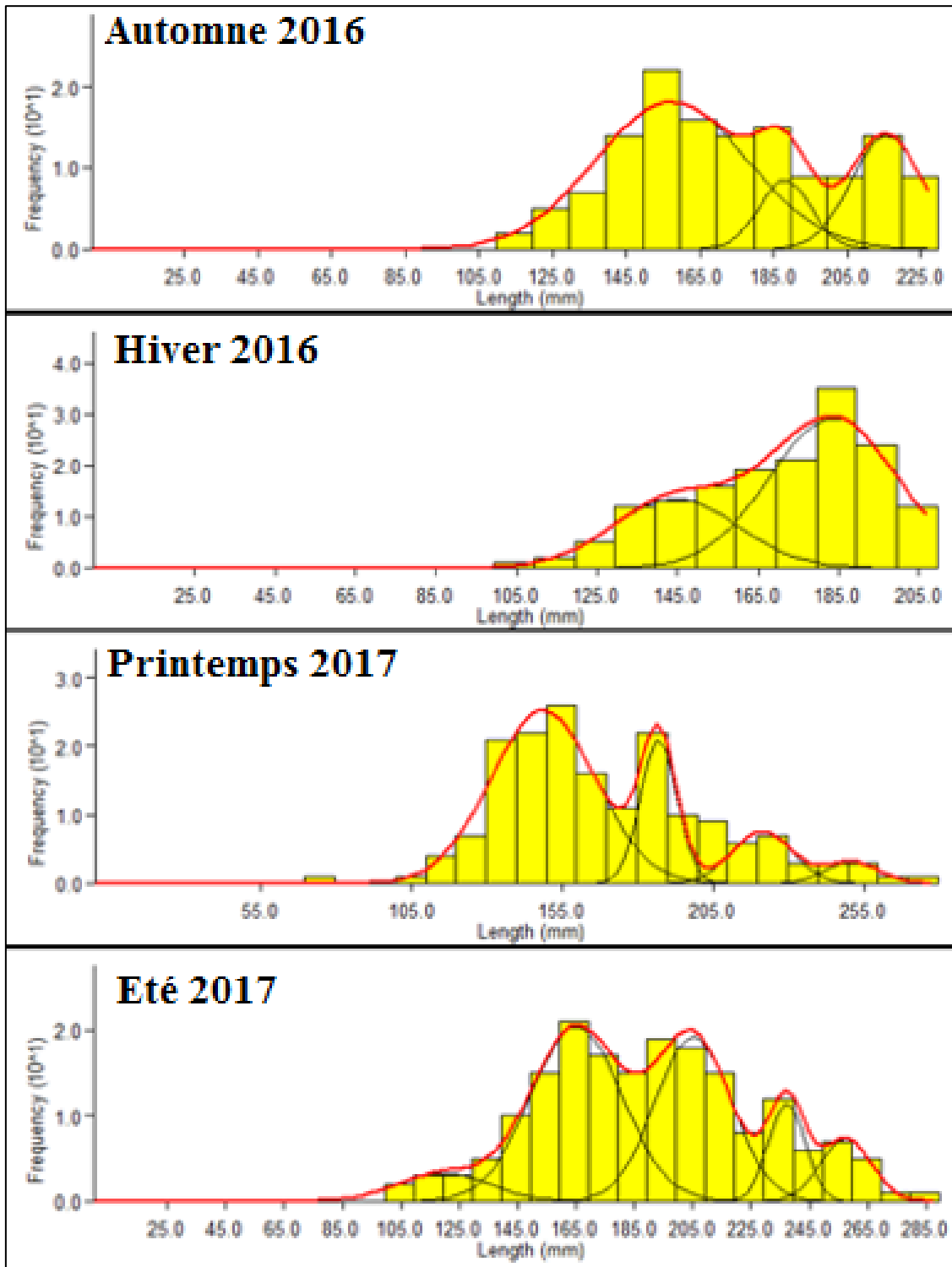


Figure 52. Analyse de la progression modale saisonnière d'*Holothuria (R.) poli* échantillonnée dans la station d'Ain Franin réalisé par la méthode de Bhattacharya (1967) en utilisant le logiciel FISAT II (Gayaniilo et al., 2005).

3.3.1.1. Méthode de NORMSEP établie pour *Holothuria (R.) poli*

Les résultats obtenus par la méthode de Bhattacharya (1967) ont été introduits dans le logiciel **FISAT version II** (Gayaniilo *et al.*, 2005) afin de calculer les classes de tailles par la méthode de NORMSEP. Cette méthode a révélé la présence des différentes classes de tailles avec des moyennes qui diffèrent légèrement de celles obtenues par la méthode de Bhattacharya (1967). Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau 12.

Tableau 14. Classes de tailles d'*Holothuria (R.) poli* obtenus par la méthode de NORMSEP. SD : Standard déviation.

Saisons	Classe de taille (mm)	Taille moyenne (mm)	SD
Automne 2016	1	157.17	20.61
	2	187.97	7
	3	215.65	9.55
Hiver 2016	1	144.42	15.46
	2	163.72	15.88
Printemps 2017	1	148.46	17.38
	2	186.82	6.09
	3	221.07	9.97
	4	251.05	8.82
Été 2017	1	119.5	15.70
	2	165.12	15.63
	3	205.17	13.07
	4	237.25	6.22
	5	257.5	8.64

3.3.2. Résultats de l'analyse modale d'*Holothuria (P.) sanctori*

La décomposition en cohortes par la méthode de Bhattacharya (1967) sur une distribution de fréquence de taille par saison avec un pas de 10mm nous a donnée : trois (03) classes de tailles en automne et en hiver ; quatre (04) classes de taille en printemps et trois (03) classes de tailles en période estivale. Les résultats sont représentés dans la figure 54.

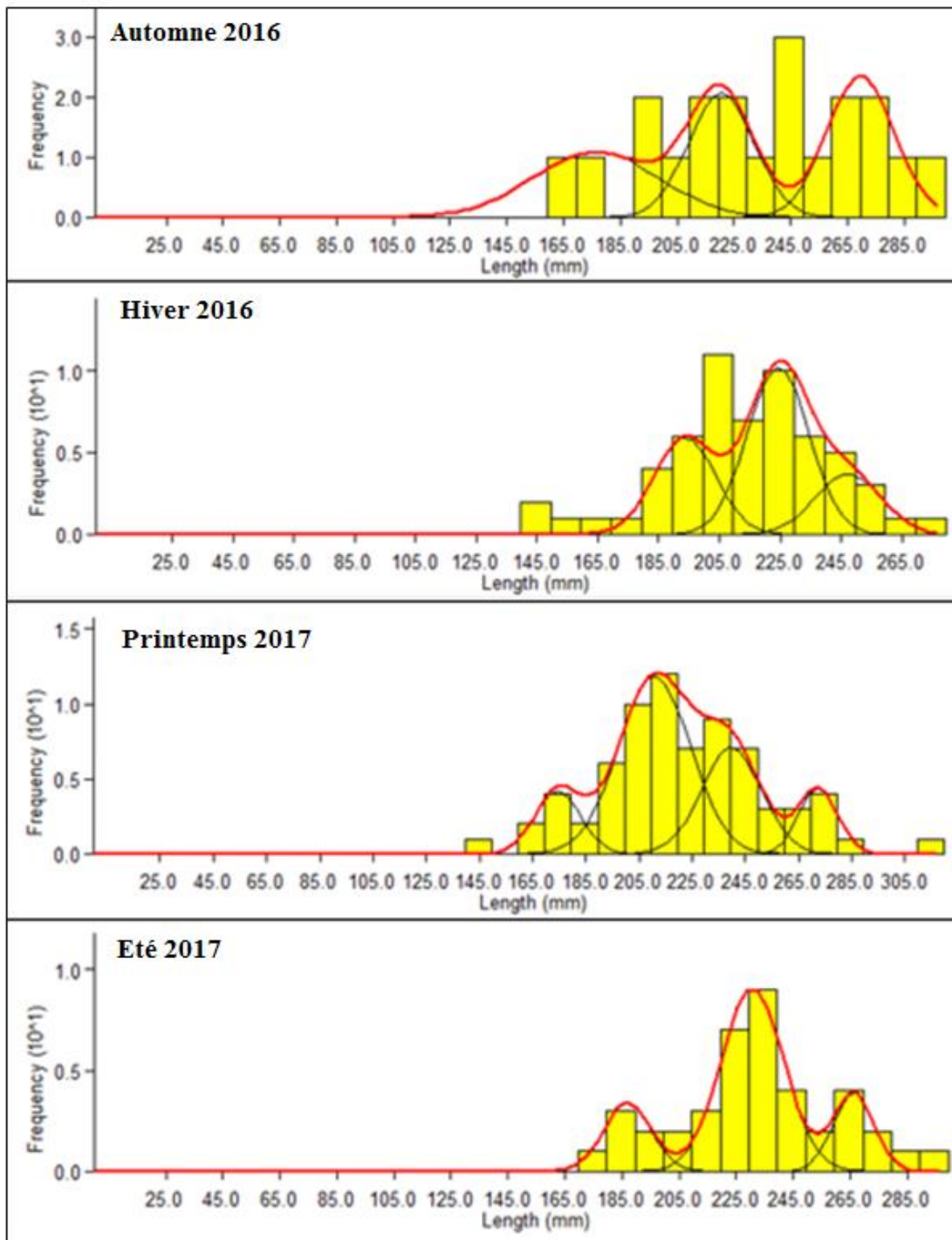


Figure 53. Analyse de progression modale saisonnière d'*Holothuria (P.) sanctori* échantillonnée dans la station d'Ain Franin réalisé par la méthode de Bhattacharya (1967) en utilisant le logiciel FISAT II (Gayaniilo et al., 2005).

3.3.2.1. Méthode de NORMSEP établie pour *Holothuria (P.) sanctori*

Les résultats obtenus par la méthode de Bhattacharya (1967) ont été introduits dans le logiciel FISAT version II (Gayaniilo et al, 2005) afin de calculer les classes de tailles par la méthode de NORMSEP. Cette méthode nous a permis d'avoir les tailles moyennes de chaque classe de taille, représentés dans le tableau 13.

Tableau 15. Classes de tailles d'*Holothuria (R.) sanctori* obtenues par la méthode de NORMSEP. SD : Standard déviation.

Saison	Classe de taille (mm)	Taille moyenne (mm)	SD
Automne 2016	1	176.17	21.930
	2	220.58	11.49
	3	269.67	11.86
Hiver 2016	1	193.63	10.100
	2	244.32	10.14
	3	247.3	10.78
Printemps 2017	1	174.5	8.49
	2	210.77	13.46
	3	239.64	11.200
	4	272.31	7.240
Eté 2017	1	186.8	8.15
	2	230.68	10.96
	3	266.14	7.08

3.4. Exploitation de stock d'*Holothuria (R.) poli*

3.4.1. Estimation de la mortalité

3.4.1.1. Mortalité totale (Z)

Cette étude a été réalisée à partir de l'analyse des fréquences de taille des captures selon la méthode de Jones & Van Zalinge (1981) (Fig.55). C'est une méthode graphique qui trace le logarithme népérien de la prise cumulée en fonction du logarithme de la différence ($L_{\infty} - L_i$).

L_i étant la longueur de la classe i , la pente de la droite est Z/K , connaissant K (constante de l'équation de Von Bertalanffy), nous pouvons déduire Z .

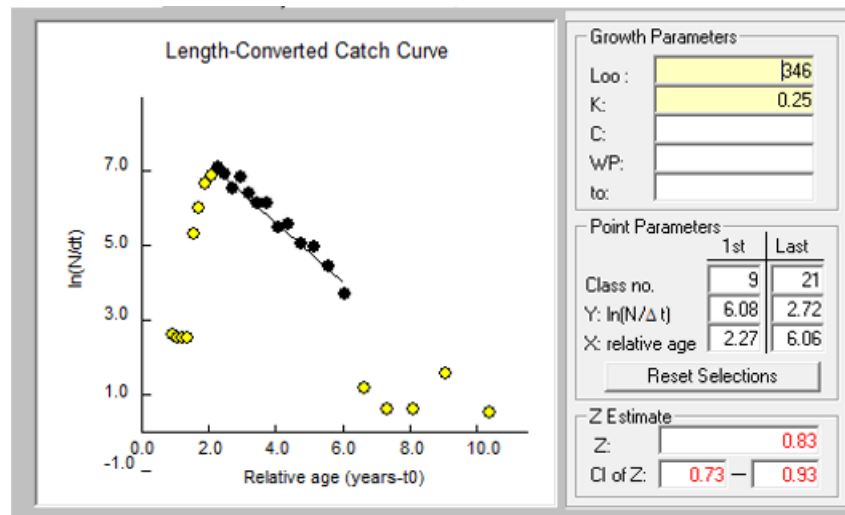


Figure 54. Courbe de mortalité totale (Z) obtenue par la méthode de Jones et Van Zalinge (1981) pour la population d’*Holothuria (R.) poli* échantillonné a la station d’Ain Franine.

3.4.1.2. Mortalité naturelle (M)

La méthode de Pauly (1980) employée pour l’estimation de la mortalité naturelle a donné les résultats mentionnés dans la figure 56

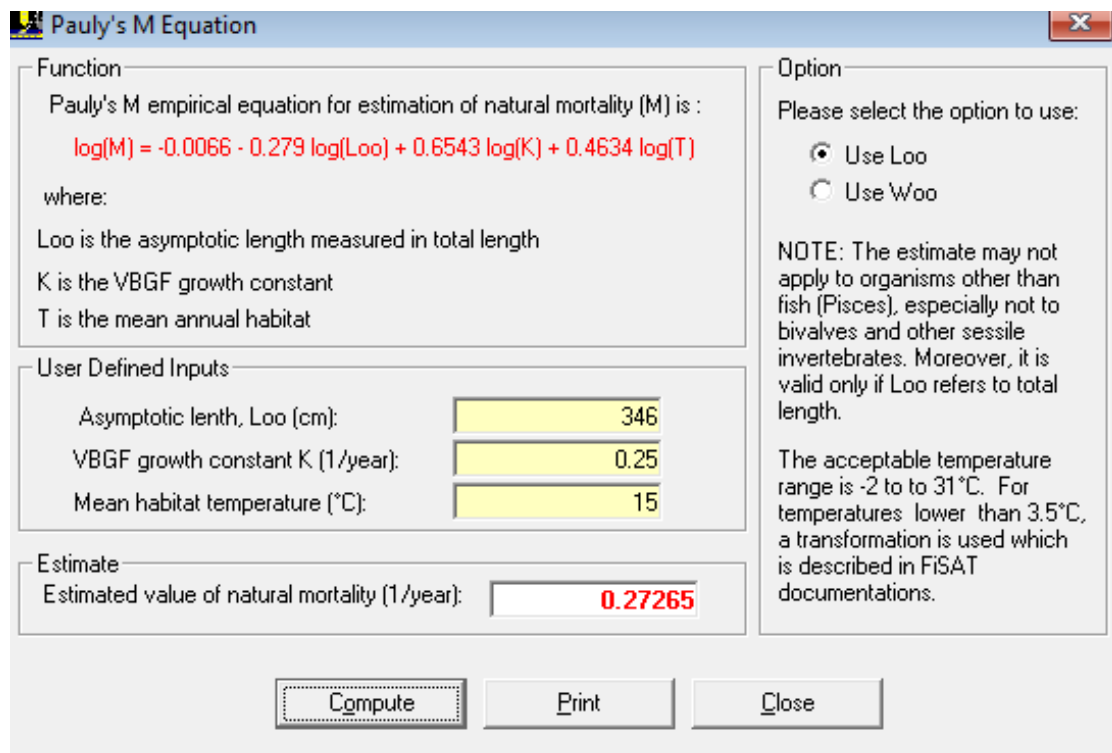


Figure 55. Mortalité naturelle (M) établie selon la méthode de Pauly (1980) sur la population d’*Holothuria (R.) poli* échantillonné a la station d’Ain Franine

3.4.1.3. Mortalité par pêche (F)

L'estimation de la mortalité par pêche de la population d'*H. (R.) poli* est de 0.56 calculé à partir de la mortalité totale et la mortalité naturelle. On remarque que cette valeur est supérieure de la valeur de la mortalité naturelle alors que les holothuries ne sont pas considérées comme des espèces exploitables. Ceci pourrait nous indiquer une pression de pêche sur ces espèces.

3.4.2. Taux d'exploitation (E)

La valeur du taux d'exploitation calculé à partir de la mortalité par pêche (F) et de la mortalité totale (Z) est de 0.674 pour l'espèce *Holothuria (R.) poli* (tout sexes confondus).

3.4.3. Modèle de recrutement

Le modèle annuel de recrutement d'*Holothuria (R.) poli* est continu tout le long de l'année pour les sexes confondus (Fig. 57). Ce modèle présente un pic de recrutement annuel détecté durant la saison printanière (en mois de mars) pour la population d'*Holothuria (R.) poli* (tous sexe confondus).

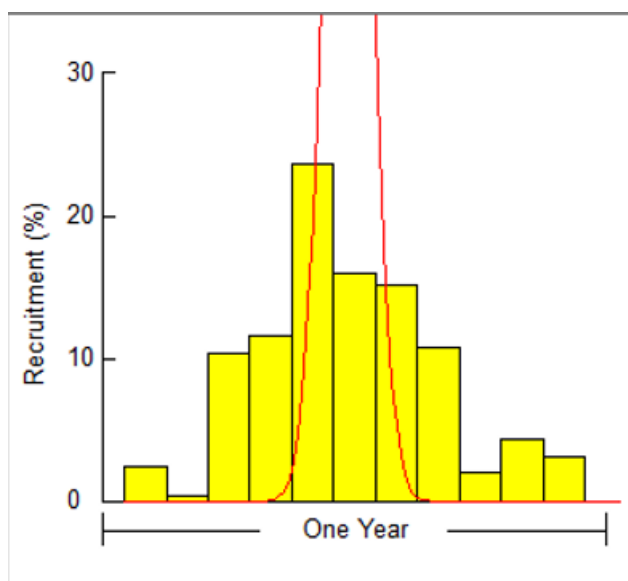


Figure 56. Probabilités de recrutement chez *Holothuria (R.) poli* (deux sexes confondus) de la station d'Ain Franine.

3.3.4. Analyse des populations virtuelles

Les paramètres de croissances et d'exploitation ont permis d'établir les histogrammes des populations virtuelles d'*Holothuria (R.) poli* en utilisant le logiciel FISAT II (Fig. 57)). D'après la reconstruction de la population, il ressort que la population des survivant est plus importante chez les juvéniles que les adultes pour des causes naturelles, Quant à celle perdue

pour des raisons de capture, elle est plus prononcée pour les individus de tailles comprise entre 130 et 190 mm. L'analyse de la figure 58 révèle que le taux de mortalité par pêche le plus élevé serait observé pour les holothuries de taille égale à 100 mm. Ces observations sont corrélées avec la diminution graduelle des stocks des survivants représentés par les histogrammes en couleur verte (Fig. 58).

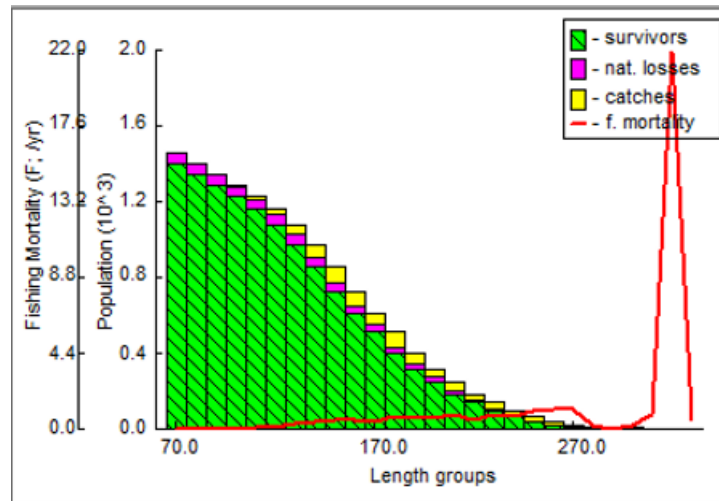


Figure 57. Histogramme des populations virtuelles de *Holothuria (R.) poli* fondée sur la longueur.

3.5. Exploitation de stock d'*Holothuria (P.) sanctori*

3.5.1. Estimation de la mortalité

3.5.1.1. Mortalité totale (Z)

Cette étude a été réalisée à partir de l'analyse des fréquences de taille des captures selon la méthode de Jones et Van Zalinge (1981) (Fig. 59).

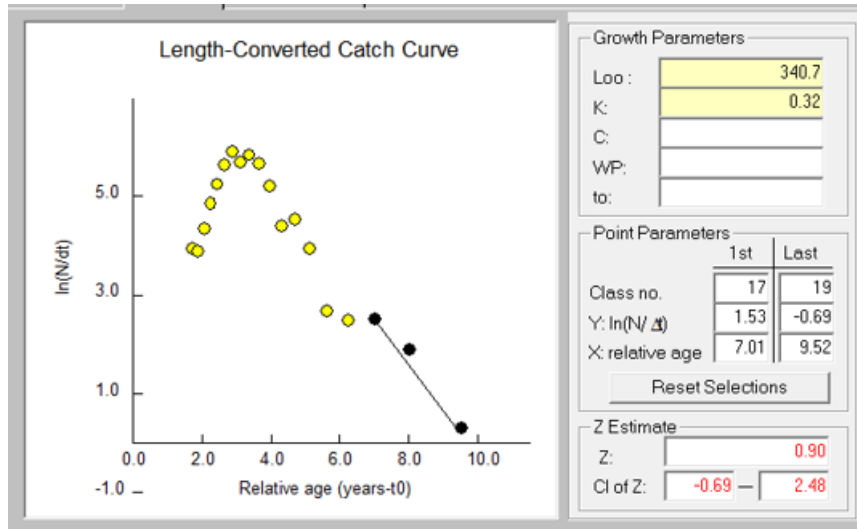


Figure 58. Courbe de mortalité totale (Z) obtenue par la méthode de Jones et Van Zalinge (1981) pour la population d’*Holothuria (P.) sanctori* échantillonné a la station d’Ain Franine.

3.5.1.2. Mortalité naturelle (M)

La méthode de Pauly (1980) employée pour l’estimation de la mortalité naturelle a donné les résultats mentionnés dans la figure 60.

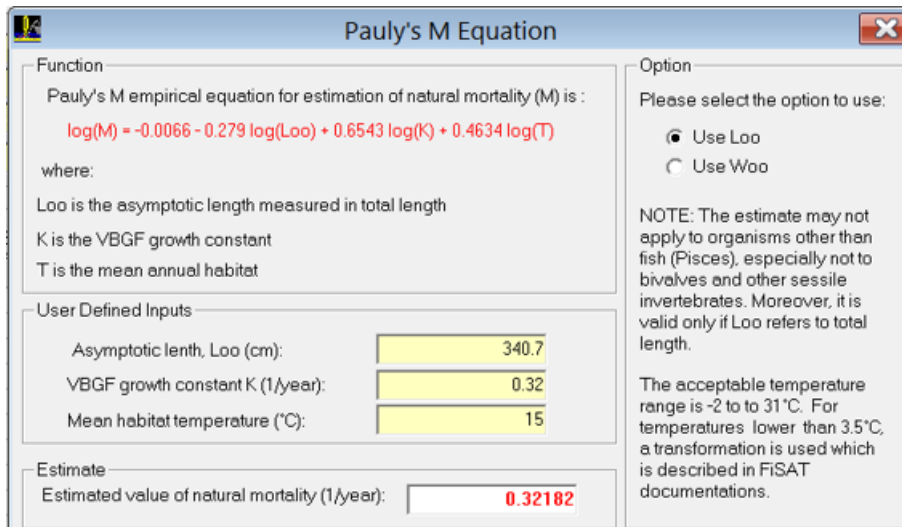


Figure 59. Mortalité naturelle (M) établie selon la méthode de Pauly (1980) sur la population d’*Holothuria (P.) sanctori* échantillonnée a la station d’Ain Franine

3.5.1.3. Mortalité par pêche (F)

L’estimation de la mortalité par pêche de la population de *Holothuria (P.) sanctori* est de 0.58 calculé à partir de la mortalité totale et la mortalité naturelle des individus échantillonnés à la station d’Ain Franine.

3.5.2. Taux d'exploitation (E)

La valeur du taux d'exploitation calculé à partir de la mortalité par pêche (F) et de la mortalité totale (Z) est de 0.64 pour l'espèce *Holothuria (P.) sanctori* (tout sexes confondus).

3.5.3. Modèle de recrutement

Le modèle annuel de recrutement d'*Holothuria (P.) sanctori* est continu tout le long de l'année pour les sexes confondus (Fig. 61). Ce modèle présente un pic de recrutement annuel. Ce pic est décelé en saison printanière (mois d'Avril) chez les femelles et les mâles d'*Holothuria (P.) sanctori*.

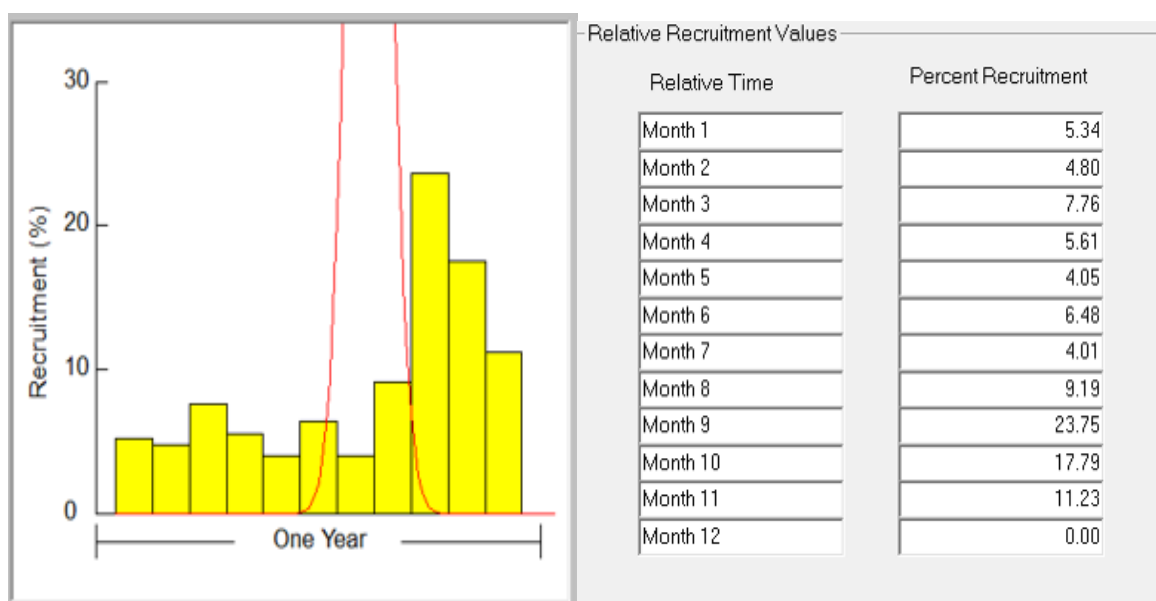


Figure 60. Probabilités de recrutement chez les sexes confondus d'*Holothuria (P.)sanctoria* la station d'Ain Franine

3.5.4. Analyse des populations virtuelles

Les paramètres de croissances et d'exploitation ont permis d'établir les histogrammes des populations virtuelles de *Holothuria (P.) sanctori* en utilisant le logiciel FISAT II (Fig. 62). D'après la reconstruction de la population, il ressort que la population des survivants est plus importante chez les juvéniles que les adultes pour des causes naturelles, Quant à celle perdue pour des raisons de capture, elle est plus prononcée pour les individus de tailles comprise entre 140 et 200 mm. L'analyse de la figure 62 révèle que le taux de mortalité par pêche le plus élevé serait observé pour les holothuries de tailles supérieur à 195mm pour atteindre un maximum au individus d'une taille de 200 mm. En effet, le taux de mortalité

augmente progressivement au fur et à mesure que la taille des holothuries augmente. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que les adultes sont plus vulnérables face aux prédateurs et pêche. Ces observations sont corrélées avec la diminution graduelle des stocks des survivants représentés par les histogrammes en couleur verte (Fig. 62).

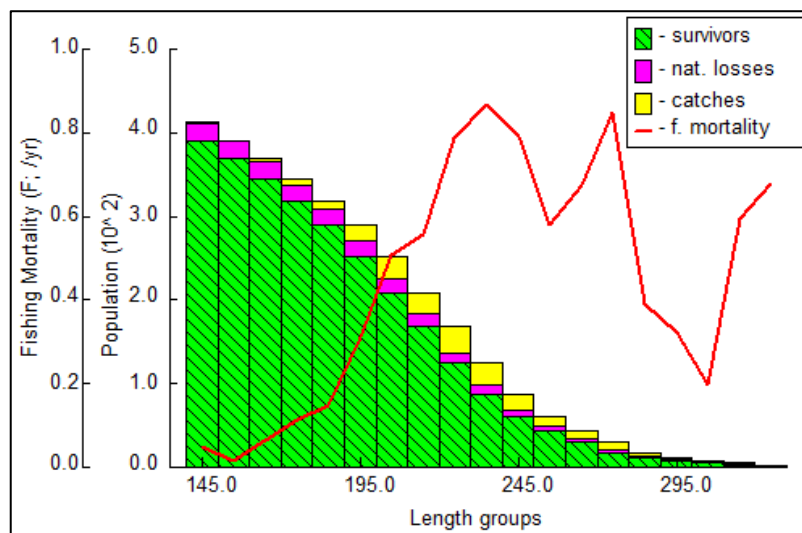


Figure 61. Histogramme des populations virtuelles d'*Holothuria (P.) sanctori* fondée sur la longueur.

4. Discussion

Les structure de taille des quatre espèces d'holothuries échantillonnée dans la station d'Ain Franine sont toutes unimodales. Elles présentent une taille médiane de 175mm chez *Holothuria (R.) poli*, 225 mm chez *Holothuria (P.) sanctori*, 210 mm chez *Holothuria (H) tubulosa* et 203 mm chez *Holothuria (R.) arguinensis*. Nos résultats corroborent avec d'autres données recueillies chez d'autres espèces d'holothuries de la région des Caraïbes. Guzmán et Guevara (2002) ont également constaté une distribution unimodale chez les holothuries de la région de Panama, avec une taille médiane de 250 mm. Les structures de population unimodales obtenues pour la population d'*Isostichopus Badionotus* (Selenka, 1867) échantillonnée dans le golf de Mexique peuvent indiquer un recrutement constant (Avalos-Castillo et al., 2017). Dans la même localité, López-Rocha (2011) a constaté que la longueur d'*Isostichopus Badionotus* variait entre 140 à 300 mm avec une longueur moyenne de 220 mm, alors que Poot-Salazar et al., (2015) ont signalé une taille moyenne de 230 mm pour la même espèce et dans la même localité. A partir de ces données les auteurs précités ont estimé que la ressource était surexploitée.

Les paramètres de croissance de Von Bertalanffy diffèrent considérablement entre la région étudiée (la Méditerranée occidentale) et les autres régions (de l'Atlantique). En effet, le coefficient de croissance K (ou constante de catabolisme qui est un paramètre qui décrit la vitesse de croissance de l'holothurie) a été estimée au cours de cette étude pour les deux espèces *Holothuria (R.) poli* et *Holothuria (P.) sanctori* (0,25 et 0,32 respectivement). Ces valeurs sont inférieures à celle notée par Olaya-Restrepo et al., (2018) qui chez *H. arguinensis* ($K = 0,88$). Les valeurs obtenus dans notre étude sont presque similaires à celles obtenus pour les holothuries tropicales de valeur commerciale, comme *Thelenotia ananas* ($K = 0,20$), *Stichopus chloronotus* ($K = 0,45$) et *Isostichopus fuscus* ($K = 0,18$) (Ebert, 1978; Conand, 1988; Herrero-Pérezrul et al., 1999). Herrero-Pérezrul et al. (1999) ont discuté des difficultés de comparaison des paramètres de croissance dérivés des modèles de type Von Bertalanffy des différentes espèces d'holothuries, car dans tous ces modèles les hypothèses sont remplies. Les 3 hypothèses générales pour ces modèles sont les suivants: 1) les espèces se reproduisent et recrutent une fois par an; 2) les espèces atteignent une taille spécifique et 3) les espèces grandissent de manière isométrique. Les espèces d'holothuries d'intérêt commerciale répondent en générale aux 2 premières hypothèses, mais généralement ils ne présentent pas de croissance isométrique.

Pour la relation taille-poids une relation allométrique minorante a été enregistré chez les deux espèces d'holothuries [*Holothuria (Roweothuria) poli* et *Holothuria (Platyperona) sanctori*]. Ces relations d'allométries minorantes obtenus dans notre étude pour ces deux espèces sont similaires à ceux obtenus pour les mêmes espèces dans d'autres stations de la région méditerranéenne (Francour, 1991 ; Mézal, 2001 ; Mezali et al., 2006). Dans le cas de *H. (R.) arguinensis*, la croissance allométrique a été également signalé par González-Wangüemert et al. (2016) dans la mer Égée.

La plupart des "concombres de mer" ont une croissance allométrique minorante (Bulteel et al., 1999) (Tab. 14), probablement parce que les petits individus sont relativement plus plats que les adultes, ce qui suggère que le changement de forme et de volume interne peut être nécessaire pour permettre la croissance des gonades (Toral-Granda et al., 2008). Au Yucatan, López-Rocha (2011) a également signalé une croissance allométrique, avec $b = 1,045$ et $a = 27,44$ ($R^2 = 0,3685$), Herrero-Pérezrul et Reyes-Bonilla (2008) ont également constaté une croissance allométrique pour *Isostichopus fuscus* à Espiritu Santo, Basse Californie.

Tableau 16. Comparaison des paramètres de croissance et de la longueur maximale (L max) entre les différentes espèces d'holothuries de différentes zones géographiques du monde. a : ordonnée a l'origine, b : pente, R²: coefficient de détermination, L max : longueur maximale.

Espèces	a	b	R ²	Lmax (cm)	Références
<i>Holothuria fuscogilva</i>	0.000	2.620	-	18.9	Purcell et Tekanene (2006)
<i>Isostichopus fuscus</i>	1.142	1.832	0.714	36.1	Herrero-Pérezrul et Reyes-Bonilla (2008)
<i>Actinopyga miliaris</i>	1.629	1.365	0.343	12.2	Aumeeruddy et Conand (2007)
<i>Thelenota ananas</i>	0.225	2.174	0.888	41.0	meeruddy et Conand (2007)
<i>Holothuria nobilis</i>	1.298	1.806	0.549	27.0	Aumeeruddy et Conand (2007)
<i>Holothuria fuscogilva</i>	4.629	1.305	0.341	29.5	Aumeeruddy et Conand (2007)
<i>Holothuria arenicola</i>	0.000	2.157	0.913	41.6	Siddique et al. (2014)
<i>Holothuria arenicola</i>	0.003	1.855	0.691	37.6	Siddique et al. (2014)
<i>Holothuria pardalis</i>	1.525	0.938	0.982	23.5	Ahmed et al.(2019)
<i>Holothuria pardalis</i>	2.300	0.770	0.961	27.0	Ahmed et al. (2019)
<i>Holothuria (R.) poli</i>	1.1461	1.03	0.414	32.0	Présent travail
Males	0.0105	1.51	0.56	26.0	Présent travail
Femelles	0.686	1.15	0.64	32.0	Présent travail
<i>Holothuria (P.) sanctori.</i>	0.6169	1.08	0.414	32.5	Présent travail

Les paramètres de croissance diffèrent d'une espèce à l'autre et d'un stock à l'autre même au sein d'une même espèce du fait des facteurs biotiques (abondance et quantité et/ou qualité de la nourriture, âge, maturité,) ou abiotiques (technique d'échantillonnage, région, facteurs climatiques, hydrodynamisme,...). (Spare & Venema., 1996).

Dans cette étude, la mortalité naturelle est considérée comme faible chez les deux espèces d'holothuries étudiées [*Holothuria (R.) poli* et *Holothuria (P.) sanctori*]($M=0.27$, $M=0.32$ respectivement). En comparant aux coefficients de mortalité naturelle assez élevés estimés pour les populations d'*H. arenicola* à Manora ($M = 0,85$) et Buleji ($M= 1.02$) au Pakistan (Siddique et Ayub, 2018), d'autres mortalités naturelles d'espèces d'holothuries ont été estimées à 1,45 chez *Actynopyga mauritania* (Conand, 1988), et 1,79 chez *Stichopus chloronotus* (Conand 1990), tandis que chez *Thelenota Ananas* ($M = 0,50-0,63$) et à *Isostichopus fuscus* ($M = 0,51$), nos valeurs peuvent être considérées comme faibles. Ces faibles valeurs indiqueraient que les espèces étudiées sont plus résistantes à la prédation et aux maladies.

La mortalité liée aux facteurs naturels chez *Holothuria (R.) poli* et *Holothuria (P.) sanctori* ($0,27 \text{ an}^{-1}$ et $0,32 \text{ an}^{-1}$ respectivement) est inférieure à celle causée par la pêche ($0,56 \text{ an}^{-1}$ et $0,58 \text{ an}^{-1}$ respectivement).

Le taux d'exploitation (E) estimé chez l'*Holothuria (R.) poli* et *Holothuria (P.) sanctori* est à $0,67$ et $0,64$ respectivement, indique que le stock des deux sexes est surexploité, mais celui d'*Holothuria (R.) poli* subit plus de pression.

Les holothuries ne subissent pas tous la même pression de mortalité par pêche. En effet, les grands spécimens représentent une faible proportion de la population, et en raison de leur présence à des profondeurs plus importantes, elles sont susceptibles d'être les plus difficiles à capturer.

Barry et Tegner (1989) ont énoncé la règle générale suivante qui considère, que si le ratio $Z/K < 1$, alors la population augmente, si $Z/K > 1$, alors elle est dominée par la mortalité totale, s'il est 1, alors la mortalité équilibre l'augmentation de la population. Lorsque $Z/K \approx 2$ la population est peu exploitée et lorsque $Z/K > 2$ la population est surexploitée. Dans cette étude, le rapport Z/K évalué est nettement supérieur à 2 chez les deux espèces étudiées ce qui confirme une surexploitation.

Etude de la pêche illicite
des holothuries

1. Introduction

Outre l'importance écologique des concombres de mer, ils représentent une ressource halieutique importante principalement exportée vers les pays asiatiques (Conand, 1989; Chen, 2003 ; Bordbar et *al.*, 2011). Leurs populations ont été soumises à une exploitation accrue, combiné à une gestion inefficace de la pêche, a entraîné une grave surpêche dans le monde, en particulier dans l'Indonésie, Région du Pacifique (Purcell, 2010; Anderson et *al.*, 2011; Purcell et *al.*, 2013). Cette situation a été aggravée par le faible recrutement, la lenteur du taux de croissance, la maturité tardive et le succès de la reproduction dépendant de la densité des holothuries qui les rendent particulièrement vulnérables à la surexploitation (Uthicke et *al.*, 2004; Conand, 2006a, b).

Les holothuries ont longtemps été considérées comme une ressource secondaire. Ce n'est que récemment qu'on a pris conscience de l'importance de ces invertébrés marins en termes de commerce mondial, de moyens de subsistance et d'écosystèmes marins. De fait, elles ont suscité un intérêt croissant dans le monde, à des fins de connaissances scientifiques, d'exploitation durable et de conservation (Lovatelli et *al.*, 2004 ; Bruckner 2006 ; Toral- Granda et *al.*, 2008 ; Purcell et *al.*, 2013). Pour cela de nouvelles pêcheries d'holothuries se développent rapidement dans l'océan Atlantique nord-est et la mer Méditerranée, en Turquie, en Italie, en Espagne, en Grèce et au Portugal, en réponse à la forte demande du marché chinois (Marquet et *al.*, 2017).

2. Pêcheries d'holothuries

La plupart des pêcheries d'holothuries dans le monde sont de nature multispécifique (Toral-Granda et *al.*, 2008). Il existe plus de 60 espèces connues pour être exploités et commercialisés dans le monde entier (Toral-Granda et *al.*, 2008). Atteignant des prix pouvant atteindre 500 USD par kg séché (Purcell et *al.*, 2013). La pêche sous les tropiques comprend généralement de nombreuses espèces. C'est particulièrement vrai pour ceux du Pacifique occidental et de l'Asie du Sud-Est, et l'océan Indien, où 20 à 30 espèces peuvent être pêchées et exportées à partir d'un seul pays (Choo, 2008; Conand, 2008; Kinch et *al.*, 2008). En revanche, dans les zones tempérées les pêcheries sont plus ou moins monospécifiques (Conand, 2004, 2006a; Hamel et Mercier, 2008). Il est important de souligner que certains pays européens exportent également des concombres de mer, comme la Grèce (353 t), l'Espagne (167 t) et la France (29 t). (González-Wangüemert et *al.*, 2015).

Des initiatives d'amélioration de la gestion et de reconstitution des stocks peuvent contribuer à la conservation et s'avérer préférables à l'application de restrictions du commerce international. Toutefois, en l'absence de mesures strictes de coercition et d'autres mesures réglementaires, on peut s'interroger sur l'efficacité des limites de taille et du réensemencement lorsqu'il s'agit de protéger les espèces contre l'extirpation (disparition à l'échelon local) (Purcell et *al.*, 2013).

La surexploitation conduit le risque d'extinction des espèces les plus précieuses sur le plan commercial, 16 espèces d'holothuries maintenant classées comme "vulnérables" ou "En danger" sur la liste rouge de l'UICN (Conand et *al.*, 2014a, b). Comme conséquence, les marchés asiatiques recherchent de nouvelles espèces cibles principalement de la mer Méditerranée et de l'océan Atlantique NE (Gonzalez- Wangüemert et *al.*, 2014, 2015; 2016).

Les espèces les plus importantes sont *Holothuria (R.) poli* et *Holothuria (H.) tubulosa* de la Méditerranée Mer; *Holothuria mammata*, *Holothuria (P.) sanctori*, *Holothuria (P.) forskali* et *Parastichopus regalis* présents à la fois en Méditerranée Mer et océan Atlantique NE; et *Holothuria (R.) arguinensis* montrant une distribution géographique très restreinte, y compris la côte portugaise de Berlengas à Castro Marim, Atlantique sud Côte espagnole, îles Canaries et côte nord-ouest de l'Afrique. Dans les dernières années, cette dernière espèce colonise la mer Méditerranée, et a été enregistré à Alicante (SE Espagne), et en Algérie (Mezali et Thandar, 2014).

Les principaux problèmes liés à la capture de ces nouvelles espèces cibles sont: liées au manque d'informations biologiques de base et à leurs difficultés d'identification taxonomique (espèces avec des facteurs externes similaires) morphologie, habitant les mêmes zones).

3. Matériel et méthodes

3.1. Zone d'étude

Notre étude s'est étendue sur tout le littoral algérien de la wilaya de Tlemcen à l'ouest à el Taref à l'est afin d'accumuler le maximum d'information sur la pêche aux concombres de mer.

3.2. Recueil de données

Notre étude s'est étendue sur quatorze (14) wilaya côtière sur tout le littoral algérien (de la wilaya de Tlemcen, Ain Timouchent, Oran et Mostaganem à l'ouest, Chelef, Tipaza, Alger,

Boumerdes et Tizi Ouzou au centre et Bejaia, Jijel, Skikda, Annaba et d'El Taref à l'est) afin d'avoir le maximum d'informations sur l'état d'exploitation (captures, vente et transformations) des concombres de mer en Algérie. Lors de notre enquête sur le terrain qui s'est déroulée entre juillet et septembre 2019 par des entretiens directs avec les personnes concernées par la pêche au concombres de mer (pêcheurs au petits métiers, plongeurs, et communautés côtières), nous étions confrontés à de multiples difficultés parmi lesquelles : 1) la réticence et le refus catégorique de la majorité des pêcheurs de répondre à nos questions, ; 2) l'indisponibilités et la non coopération des négociateurs qui s'occupent de la transformation et de l'exportation du produit fini ("bêche de mer"). Pour ces raisons que nous avons complété notre enquête par des questionnaires distribués à travers des intermédiaires afin de mettre à l'aise ces pêcheurs et négociateurs pour répondre à notre questionnaire en ligne et d'une façon anonyme, en générale 78 personnes ont répondu à notre formulaire répartis sur tout le littoral algérien.

4. Résultats

4.1. Caractéristiques de la pêche

Le pêche se fait le plus souvent à la main et a de faible profondeurs, sur des substrats meubles ou dur quand les concombres de mer sont abondant, les pêcheurs se servent de petits bateaux motorisés pour aller pêchez les holothuries quand les quantités demandées sont importantes et que les concombres de mer ne sont pas disponibles a de faible profondeurs. Chaque bateau de pêche embarque deux à cinq plongeurs en scaphandre autonome, dont un reste à bord pendant les opérations de pêche par mesure de sécurité et pour embarquer les captures (Fig. 63), si la quantité pêchée est important un allez retour s'impose pour débarquer les animaux capturés et revenir pour pêcher d'autres.

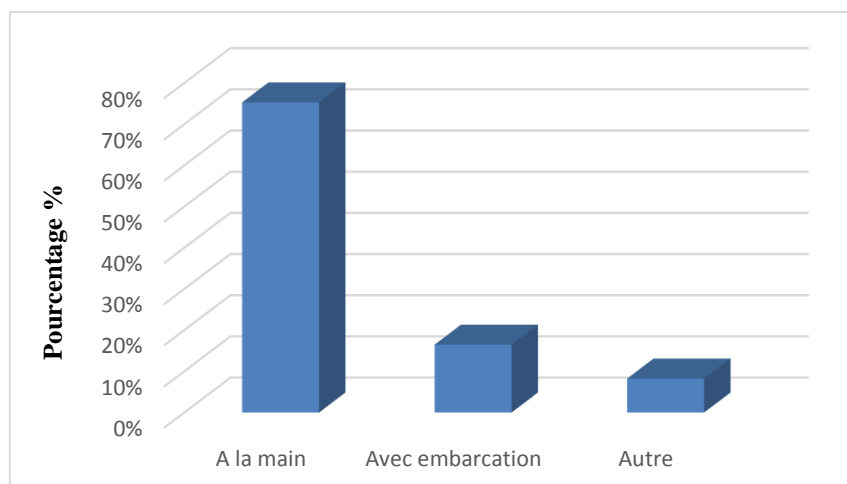


Figure 62. Pourcentage des captures de concombre de mer a la main, avec embarcation ou autre.

Ces captures sont principalement réalisées par des plongeurs et des chasseurs, qui ont déjà l'habitude d'être souvent sous l'eau chose qui leurs a permis la connaissance des lieux où se trouve les concombres de mer ce qui facilite leurs captures (Fig. 64).

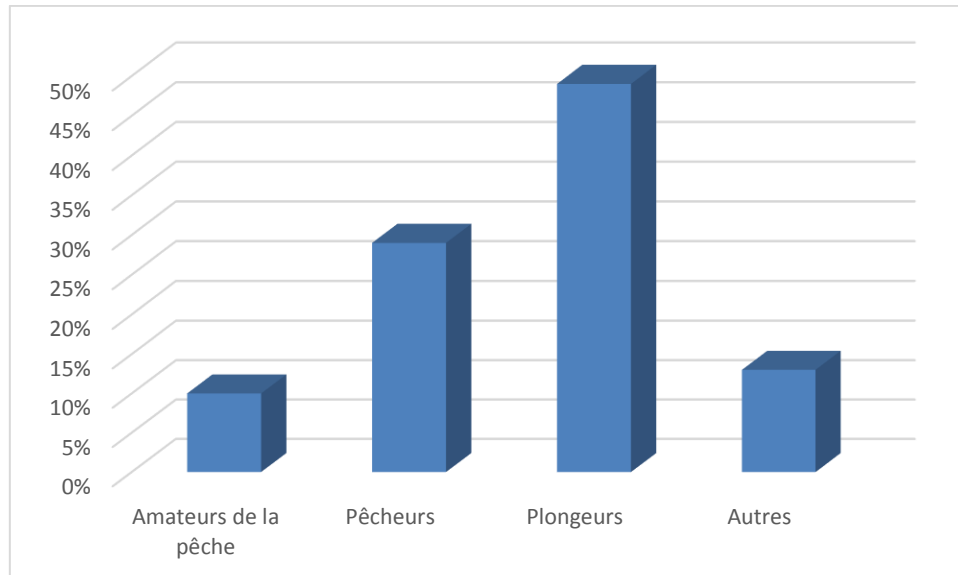


Figure 63. Pourcentage des personnes concernées par la pêche aux concombres de mer.

La figure 64 montre que les pêcheurs s'intéressent aussi à la récolte des concombres de mer ainsi que les amateurs de pêche afin de l'utiliser comme appât de pêche, durant notre enquête on a noté l'utilisation de plus en plus des concombres de mer comme appât à la place des petits pélagiques et des mollusques céphalopodes dans la pêche à la palangre à cause de la hausse des prix de ces derniers, mais ce qui a attiré notre attention c'est la présence de personnes qui n'ont non pas de lien directe avec cette pratique mais qui participent à cette pêche des concombres de mer, leurs seul but est d'avoir un revenu supplémentaire en fin de journée.

4.2. Espèces exploitées

Les résultats obtenus ont montré que 56% des personnes questionnées n'ont pas de préférence d'espèces de concombres de mer cela veut dire que toutes les espèces d'holothuries sont sujet de capture, les 44% qui restent montrent une faible préférence pour l'*Holothuria (H.) tubulosa* et *Holothuria (R.) poli*, les deux espèces les plus capturées (Fig. 65).

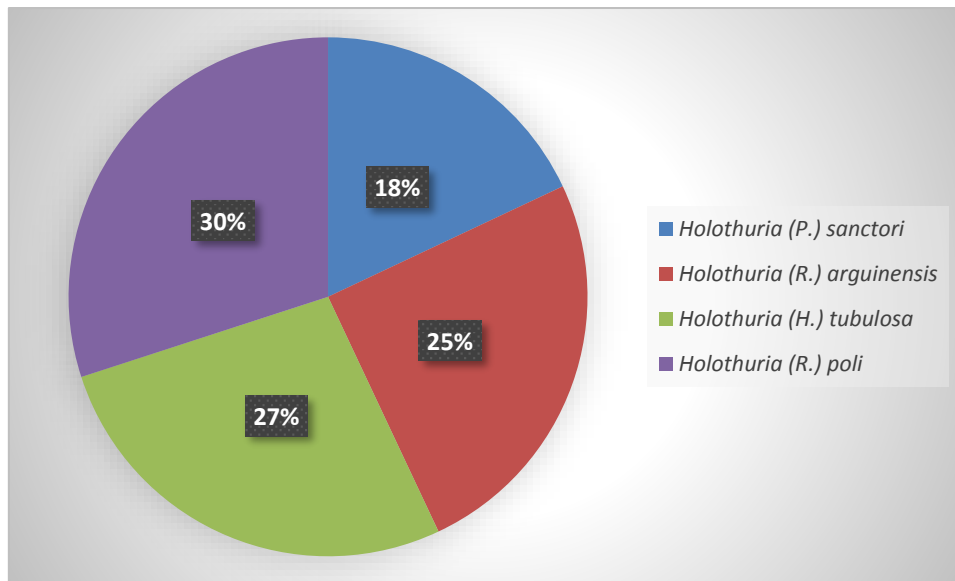


Figure 64. Les espèces de concombre de mer les plus exploitées par les pêcheurs.

Les holothuries pêchées sont de différentes tailles, petite moyenne et grande, certains pêcheurs ne sélectionnent pas les tailles de leurs captures alors que d’autres le font. La figure 66 montre que toutes les taille de concombre de mer sont visées avec une préférence des individus de taille moyenne à cause de leurs utilisations comme appât de pêche, les individus de grande taille sont destinés à la transformation.

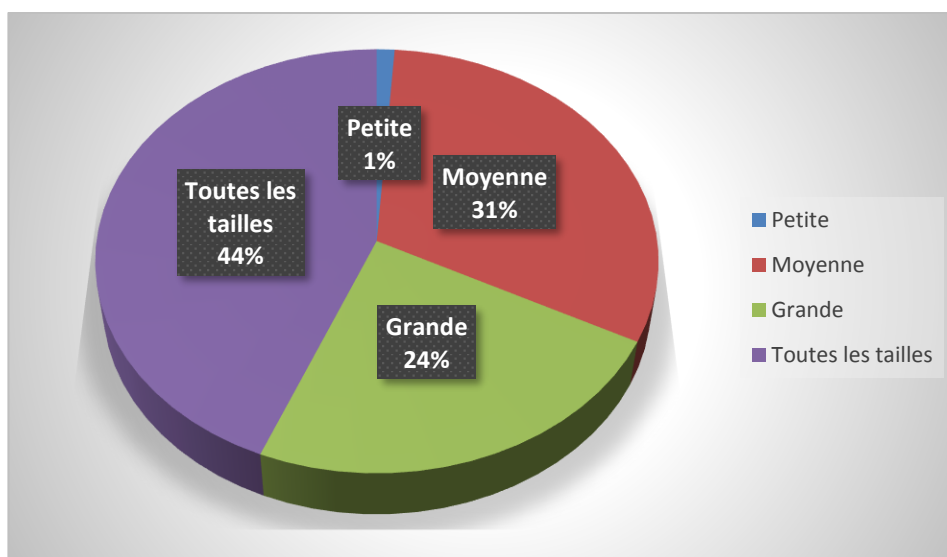


Figure 65. Pourcentage des différentes tailles de concombres de mer pêchées.

4.3. Utilisation des holothuries

La collecte des concombres de mer est destinée principalement à la vente, la figure 67 montre aussi une importante utilisation des concombre de mer comme appât de pêche, une

pratique qui devient de plus en plus courante en pêche professionnelle chez les pêcheurs à la palangre ainsi qu'à la pêche à la ligne, d'autres utilisations de ces animaux en médecine douce sont mentionnés à cause de leurs vertus thérapeutiques ainsi que leurs utilisation comme source de protéine dans la fabrication d'aliment pour les poissons d'élevage d'eau douce, mais cette dernière pratique est très restreinte.

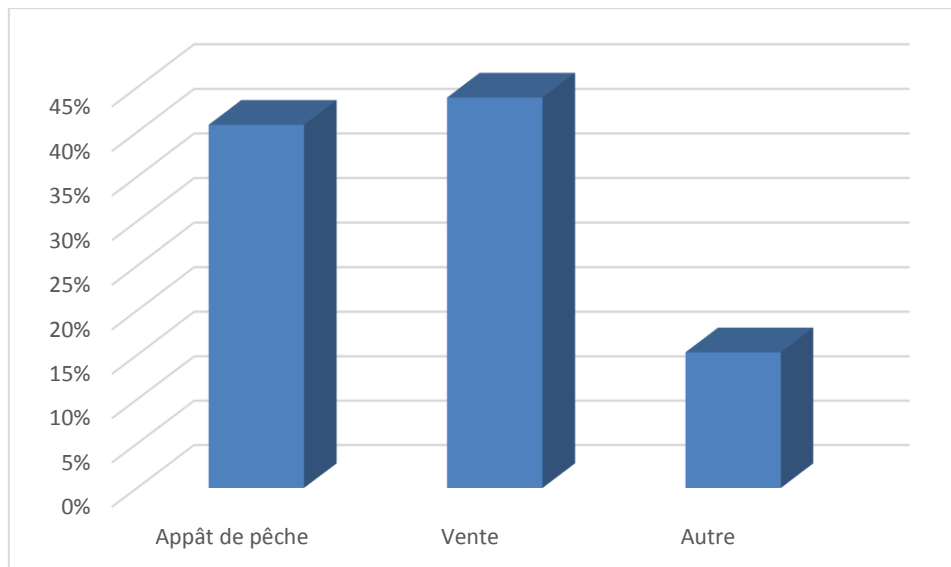


Figure 66. Les utilisations des concombres de mer

4.4. Zone de capture des concombres de mer

Les concombres de mer sont pêchés sur tout le long de la cote algérienne, avec des fréquences de capture très importante au centre (Fig, 68) représenté par la wilaya de Tipaza, Alger et Boumerdes, à l'est l'exploitation est plus importante à Jijel suivie par Bejaia Skikda et Annaba, à l'ouest Mostaganem représente le lieu le plus exploité des concombres de mer suivie par Chef Oran et Ain Timouchent, d'autres pêcheurs récoltes les concombres de mer sur tout le littoral algérien là où ils se trouvent.

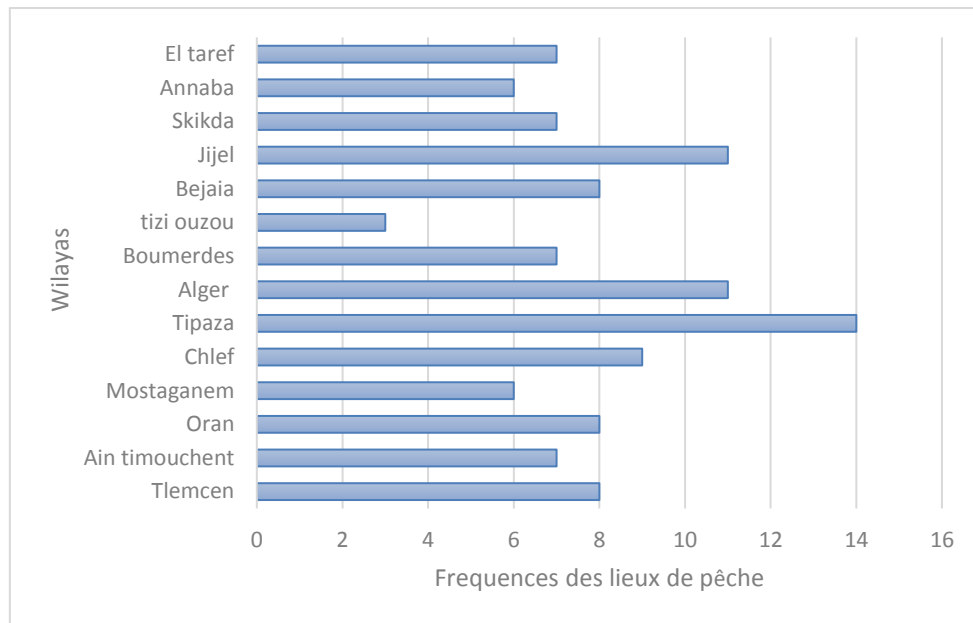


Figure 67. Fréquences du ramassage sur les différentes wilayas du littoral Algérien.

4.5. Conditionnement des holothuries

Les holothuries capturées sont conservées dans des viviers pour les maintenir en vie, ils sont accumulés en grande quantité pour la transformation, ou la vente à des intermédiaires qui pratiquent la transformation en bêche de mer (fig. 69)

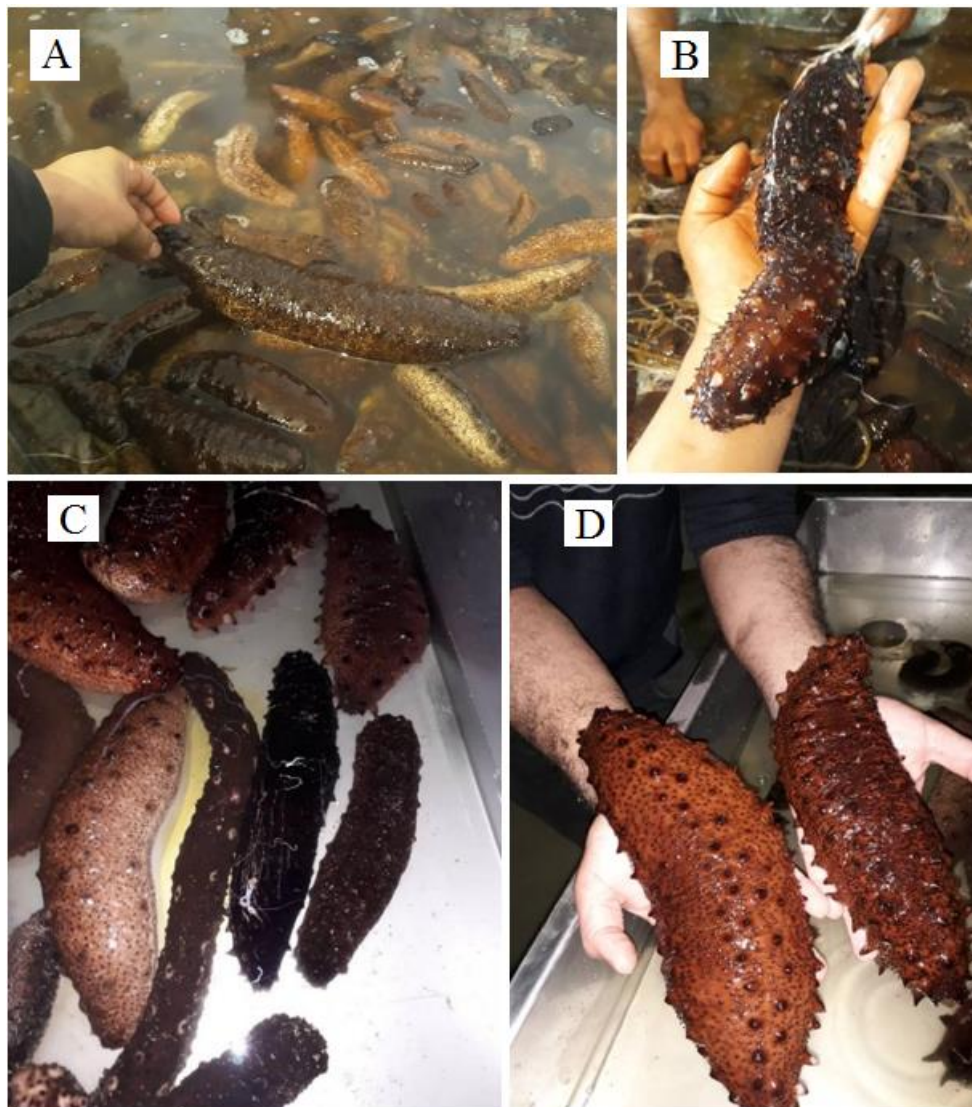


Figure 68. Conditionnement des concombres de mer par des vendeurs. A) des concombres de mer de différentes espèces conditionnés. B) Grand individus d'*Holothuria(P.) sanctori*, C) conditionnement multispécifique des concombres de mer dans des viviers en acier, D) Deux grands individus d'*Holothuria (R.) arguinensis* (Photos prises par les revendeurs).

Selon notre enquête Soixante-quinze pourcent (75%) des concombres de mer ramassées sont vendues à l'état frais aux amateurs de la pêche à la ligne, aux chinois qui réside en Algérie ou principalement à des intermédiaires qui les exportent, ces pêcheurs ignorent le devenir de ces animaux capturés et vendu. Face à 25% de la quantité ramassé est transformée en bêche de mer par une méthode artisanal ou vidés et surgelés par des personnes qui recrutent des groupes de plongeurs et pêchent les concombres de mer, ces plongeurs sont payés par nombres de kilogrammes récoltés.

Ces collectes se font par région et là où le concombre de mer se trouve afin d'accumulé la quantité demandée qui peut dépasser une tonne de concombre de mer.

4.6. Traitement des concombres de mer

L'éviscération est la première étape du traitement de la ressource exploitée, qui commence après la pêche. Ce processus est effectué par les pêcheurs eux-mêmes à l'aide d'un couteau ou par des revendeurs. Ils effectuent une petite fissure sur le côté ventral des animaux pour les nettoyer et les vidées de l'intérieur (Fig. 70 B).

La deuxième étape comprend la cuisson de toutes les prises éviscérées. Cette cuisson se fait avec l'eau de mer pour une à deux heures.

La dernière étape consiste à sécher les concombres de mer au soleil, où ils sont étendus sur un support élevé du sol, pendant six jours consécutifs ou plus la durée de cette étape dépend de la saison et des localisations géographiques (Fig. 70 D).

Les trois étapes de la transformation artisanale des concombres de mer ramassés sont effectuées après chaque ramassage afin d'avoir une bonne qualité du produit fini.

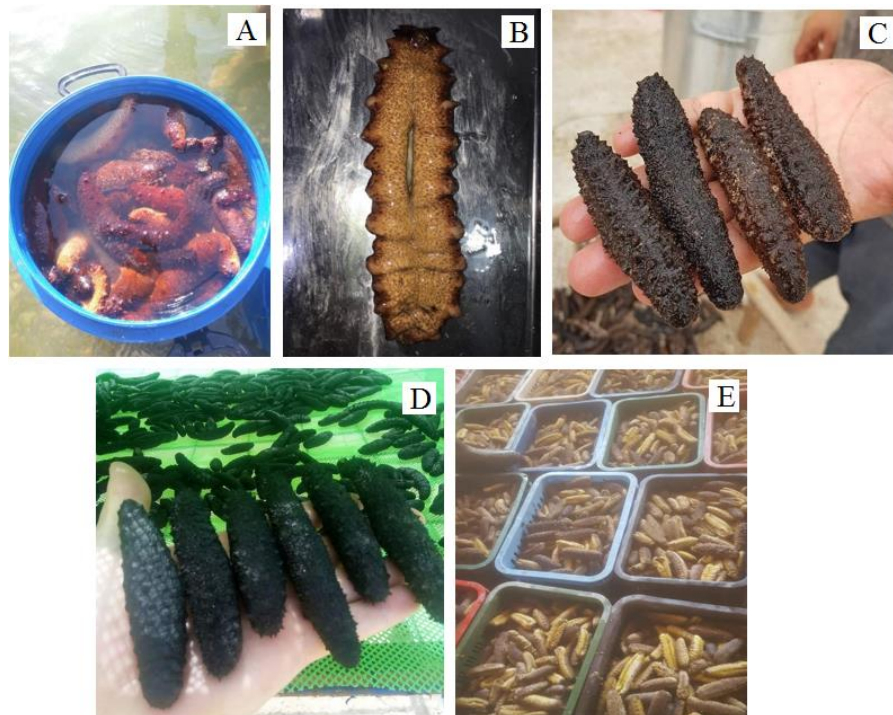


Figure 69. Etapes de transformation des concombres de mer en bêche de mer.

A) Ramassage des concombres de mer, B) *Holothuria (R.) arguinensis* éviscéré. C) concombre de mer après cuisson. D) séchage des concombres de mer. E) concombre de mer séché et conditionné dans des caisses en plastiques.

Certains intermédiaires passent aussi par le salage et ou le fumage du concombre de mer comme méthode de conservation qui précède le séchage et la vente.

Les méthodes artisanales de transformation de concombre de mer en bêche de mer sont les plus utilisées mais cela n'empêche la disponibilité de certaines méthodes modernes comme la surgélation qui surgit après éviscération des concombres de mer.

Ces différentes méthodes de traitement des concombres de mer dépendent principalement des demandes des entreprises destinataires, mais les concombres de mer sont généralement exportés sous forme séchée.

4.7. Prix

Le prix de vente des holothuries varie d'une région à l'autre et selon la méthode de transformation, il varie entre 200 et 700 DA le kg frais et ou éviscéré et entre 4800 et 12000 DA séché, ces variations de prix dépendent de la demande de concombre de mer, de sa disponibilité, et leurs destinations, chez certains revendeurs les espèces capturées et la taille influe sur le prix.

4.8. Règlementation de la pêche d'holothuries

Arrêté du 29 Ramadhan 1440 correspondant au 3 juin 2019 fixant la période de fermeture de la pêche du concombre de mer dans les eaux sous juridiction nationale algérienne.

La fermeture de la pêche du concombre de mer est fixée du 1er août au 15 septembre de chaque année. Mais les concombres de mer ne sont pas cités dans le recueil de règlement de textes des ressources biologiques marines qui définit les tailles minimales autorisées pour les ressources commerciales exploitées.

5. Discussion

La pêche aux concombres de mer est effectuée essentiellement à la main dans les eaux infralittorales, spécialement dans les habitats peu profonds de ces organismes. Cet accès facile pour la capture de ces animaux exerce une pression de pêche intense dans ces zones en provoquant un effondrement local de la population, ces pêcheurs les revendent à des intermédiaires, selon Neghli et Mezali, (2019) une enquête menée dans la région centrale, a

révélé l'existence d'un réseau naissant d'intermédiaires de collecte holothuries sans savoir avec certitude la destination finale de la bêche-de-mer.

Le ramassage de ces animaux sur la partie infralittorale et a de faible profondeurs à provoquer une raréfaction de la ressource dans certaines villes algériennes ce qui a provoqué l'exploration des zones plus profonde. Cette expansion spatiale est décrite pour 51% des pêcheries d'holothuries tropicales (p. ex. Maldives, Philippines et Sri Lanka), où les captures ont commencé manuellement près de la côte et avec l'épuisement des stocks, les pêcheurs se sont déplacés et par conséquent ils ont commencé à utiliser la plongée et même le chalut (Anderson et *al.*, 2011).

Parmi les espèces les plus capturés on note *H. poli* et *H. tubulosa* se sont des espèces très communes sur nos côtes et qui peuplent les substrats meubles de ce fait il facilite leurs captures, mais l'exploitation des concombres de mer est multi-espèces comme la plupart des petites les pêcheries (Choo, 2008; Conand, 2008; Kinch et *al.*, 2008).

Les pêcheurs de concombre de mer des cotes algériennes est pratiqué principalement par les hommes, la présence des femmes et des enfants est très minime, alors que selon Purcell et *al.*, (2016), il est nécessaire de commencer à considérer les femmes comme un agent important dans la production de la pêche des concombres de mer.

Pour prévenir l'épuisement de la ressource, il est urgent de fixer une taille minimale autorisée de capture et de prévoir une fermeture saisonnière de la pêche adéquate au cycle de reproduction de chaque espèce. Nous devrions nous inspirer d'autres pays tels que l'Inde, où la pêche d'holothuries et l'offre de bêche-de-mer à la carte des restaurants sont interdites (Varma, 2010), ou encore de la région océanique, où moratoires, taille minimale autorisée de capture et fermeture saisonnière de la pêche sont autant de mesures fréquemment utilisées pour réglementer cette pêcherie (Kinch et *al.*, 2008).

Mais malgré les efforts de plusieurs pays Conand (2018) a signalé que les pêcheries illégales de concombres de mer sont maintenant mentionnées partout où les holothuries sont abondantes et exploitées dans différentes régions du monde.

D'après les entretiens avec les pêcheurs, le prix de vente des holothuries fraîches et séchées fluctue beaucoup d'une région à l'autre et d'un pêcheur à l'autre. Dans certains cas, il nous a été difficile de connaître le prix exact de vente aux producteurs.

De façon générale, on estime que les pêcheurs sont les acteurs de la chaîne logistique qui bénéficient le moins de la vente d'holothuries fraîchement pêchées. Le poids sec de la plupart des holothuries correctement transformées équivaut à 5–12 % de leur poids humide (Choo 2008). D'après les informations communiquées lors de notre enquête, le prix d'une holothurie transformée est généralement 17 à 24 fois supérieur au prix de l'holothurie fraîche.

Comme la majorité des pêcheurs ne maîtrisent pas les techniques de transformation en bêche de mer, alors leurs ventes du produit finale se résument à l'éviscération des animaux.

Les négociants de Tawau en Malysie annoncent leurs produits à des prix très élevés, allant parfois jusqu'à multiplier par 20 le prix d'une holothurie fraîche. Ainsi, dans un magasin, *Holothuria whitmaei* (holothurie noire à mamelles) est vendue 413 dollars le kilo, contre 16,50 dollars le kilo payé aux pêcheurs pour le produit frais. Cela veut dire que la vente de la bêche de mer est plus rentable que la vente de l'holothurie vrai.

La valeur de l'holothurie ne dépend pas principalement de l'espèce, mais la qualité du traitement ainsi que la taille et le poids final, couleur, odeur, texture et apparence (Purcell, 2014). Il existe peu d'informations sur ce type de pêche, sur le statut de la ressource et le commerce de l'holothurie en Amérique latine et dans le Caraïbes. Dans ces régions, la plupart des captures semblent provenir de captures illégales, non déclarées et non réglementées (Toral-Granda, 2008; Purcell et *al.*, 2013). Seuls quelques pays (par exemple, Cuba, le Pérou, le Chili, Mexique et Équateur) réglementent la pêche et fournissent une production donnée et informer les espèces exploitées (Toral-Granda, 2008).

Purcell et *al.*, (2013) indiquent pays qui n'ont aucun rapport sur cette pratique (par exemple, l'Argentine, Salvador, Honduras et Jamaïque) et des pays dans lesquels aucune information est disponible en ce qui concerne les pêcheries et le statut de la population de ressources (par exemple, Brésil, Belize, Haïti, Uruguay).

Les principaux pays qui explorent ces ressources en méditerranée sont la Turquie, l'Espagne, la Grèce, l'Italie et le Portugal. En Turquie, la pêche à l'holothurie a démarré en

1996 et atteint aujourd'hui une production annuelle totale de 550000 kg, avec 80% des captures correspondant à *H. poli* (González-Wangüemert et al., 2014, 2015) une espèce très présente sur les côtes algériennes et a de faible profondeurs.

L'Algérie peut s'inspirer de l'expérience turque pour préserver le stock naturel, Aydin (2017) explique que pour laisser les stocks d'holothuries se reconstituent La pêche à l'holothurie n'est autorisée que dans les régions nord de la Méditerranée par la réglementation turque Cette région est divisée en deux sous-régions, dont une reste en tant que zone de récupération (en alternance tous les quatre ans). L'utilisation de systèmes de zonage par rotation a été rapportée comme une méthode réussie dans la gestion des stocks d'holothuries.

Gestion des ressources

Le manque des données halieutiques et l'absence de contrôle sur les prises réelles compliquent la mise au point de modèles analytiques devant étayer la gestion des ressources en holothuries. Il importe d'adopter un plan de gestion bien défini afin de préserver ces ressources. L'imposition de méthodes de protection inadaptées pourrait aggraver les problèmes.

Pour gérer les ressources des holothuries, il faut prendre plusieurs mesures importantes. L'élaboration de directives de gestion des stocks naturels des holothuries et l'étude de leurs conservations sont une priorité afin de protéger ces espèces.

En Algérie, il est permis de récolter des holothuries par ramassage et par plongée (arrêté du 16 juillet 2008), mais pas pour les exploiter commercialement parce qu'ils ne sont pas énumérés dans le règlement sur les ressources biologiques marines texte qui définit les tailles minimales autorisées pour ressources commerciales exploitées. (Neghli et Mezali, 2018).

Le plan de gestion doit également contenir les mesures suivantes :

- 1) Interdire la collecte des holothuries pendant la saison de reproduction qui a lieu généralement en période estivale (Mezali et al., 2014 ; Slimane-Tamacha et al. 2019) ;
- 2) Introduire un système de quotas ;
- 3) Définir la taille minimale autorisée pour la pêche des différentes espèces ;
- 4) Créer des aires protégées permanents dans différentes régions tout au long du littoral algérien ;

- 5) Tenue obligatoire de fiches détaillées sur les données relatives aux captures qui seront délivré aux antennes et aux direction des pêches;
- 6) Délivrer des autorisations de pêche aux pêcheurs permanent aux concombres de mer ;
- 7) Former les producteurs de "bêche-de-mer" pour mettre à niveau leurs compétences;
- 8) Former et sensibiliser tous les acteurs qui participes à la protection de la ressources (gardes côtes, les douaniers, les agents de prélèvement des directions e pêches etc...) et
- 9) Effectuer un suivie des étapes de l'activité commerciale des concombres de mer.

Conclusion générale

Conclusion générale

Les holothuries appelés communément "concombres de mer" sont des invertébrés marins benthiques qui jouent un rôle essentiel dans le fonctionnement de l'écosystème marin benthique notamment l'écosystème à *Posidonia oceanica* de la mer méditerranée. Leurs contributions dans le recyclage de la matière organique et le processus de la bioturbation des sédiments n'est plus à démontrer.

La présente étude, a pour but de connaître les aspects relatifs à la biologie de la reproduction, la dynamique des populations, la croissance, l'exploitation ainsi que la pêche illicite des « concombres de mer" de la côte ouest algérienne.

Dans ce contexte, une synthèse bibliographique sur les espèces d'holothuries étudiées et leurs milieux a été établie en premier temps. Pour atteindre les objectifs signalés ci haut, un échantillonnage mensuel allant du mois d'octobre 2016 au mois de septembre 2017 a été établie dans la région occidentale de l'Algérie, plus précisément au niveau de la baie d'Oran à la station de Ain Franine. Environ 1073 holothurides ont été échantillonnées. Parmi les espèces recensées on a noté que *Holothuria (R.) poli* est la plus fréquente dans le site étudié avec un pourcentage de 69.05% suivie par *Holothuria (P.) sanctori* avec un pourcentage de 18.63%. Les deux autres espèces représentent seulement une proportion 8.20% pour *Holothuria (H)tubulosa* et 4.10% pour *Holothuria (R.) arguinensis*.

La partie biologie de la reproduction a été étudiée en détail pour *Holothuria (R.) poli* pour deux raisons : l'abondance de cette espèce dans le site étudié et la non disponibilité de données concernant cette espèce dans la région méditerranéenne et notamment dans la région ouest algérienne.

Cette étude montre que la sex-ratio est en faveur des femelles et que la taille de la première maturité sexuelle d'*H. (R.) poli* varie selon le sexe. Cette dernière est de 150 mm, ce paramètre est une donnée très importante pour la gestion de la pêche et la conservation des pêcheries des "concombres de mer" dans la région méditerranéenne, car les petits individus immatures ont une faible valeur commerciale et leur collection diminue la durabilité de la population.

L'évolution de la moyenne du rapport gonado somatique (RGS) et le coefficient K des deux sexes d'*H. (R.) poli* montre des modèles similaires. Les valeurs moyennes de RGS montrent que la période de frai de cette espèce est en été.

Les résultats de l'étude microscopique (histologique) ont confirmé les aspects macroscopiques des différents stades de maturité d'*Holothuria (R.) poli*: stade I de récupération, stade II de croissance, Stade III prés maturation, stade IV Gonade Mature, stade IV de maturation, et Stade V post ponte.

La croissance a été étudié seulement pour les deux espèces principales *Holothuria (R.) poli* et *Holothuria (P.) sanctori*. La longueur asymptotique est similaire chez ces deux espèces. La relation entre la longueur totale anesthésiée et le poids du corps éviscéré dépend essentiellement de deux facteurs importants (la disponibilité de la nourriture dans le site étudié et de l'Etat de la maturité sexuelle).

L'évolution du poids humide du corps en fonction de la longueur totale anesthésie indique que le poids des deux holothurides [*Holothuria (R.) poli* et *Holothuria (P.) sanctori*] évolue moins vite que la taille vue que la valeur du facteur b est inférieure à 3 ce qui reflète une allométrie minorante pour les deux espèces.

La structure démographique présente une distribution unimodale pour toutes les espèces échantillonnées, on n'a pas noté des fluctuations des groupes d'âge d'un mois à l'autre et d'une espèce à une autre.

Le calcul des coefficients de la mortalité a relevé une mortalité par pêche (F) élevée par rapport à la valeur de la mortalité naturelle (M), ce qui indique une position déséquilibrée dans le stock. Ainsi la valeur du taux d'exploitation ($E=0,64$) indique un état de surexploitation pour d'*Holothuria (R.) poli* et *Holothuria (P.) sanctori* dans la zone d'étude.

Le recrutement de jeunes individus se déroule en période printanière (mois de mars) pour *Holothuria (R.) poli*. Concernant *Holothuria (P.) sanctori* le recrutement se déroule en période printanière mais il est décalé dans le temps (en mois de mai).

On ne dispose que peu d'informations sur les espèces commercialisées et leur commercialisation, c'est pour cela, que dans cette étude, nous avons mis le point dans cette étude sur l'exploitation et la pêche de cette ressource marine en Algérie. Nous avons réalisé une enquête sur le ramassage des holothuries chose qui a révélé une pratique de pêche qui est ni

déclarée ni réglementée sur tout le littoral algérien. On a noté dans la présente étude une présence de plusieurs pêcheries illicites sur tout le littoral algérien qui vise toutes les espèces d'holothuries notamment les deux espèces [*H. (H.) tubulosa* et *H. (R.) areguinensis*] qui sont les plus prisées. La diminution de leurs densités dans le site prospecté de Ain-Franine témoigne de leurs surexploitations. Cette pêche illicite met en danger les populations sauvages d'holothuries plus précisément les plus côtières. Cette forte pression de pêche provoque des effets négatifs, tels que la réduction de la densité de population, qui peut même causer une extinction locale des espèces. En outre, le déclin de la ressource peut avoir un impact négatif sur le biotope en particulier et sur l'écosystème benthique côtier en générale. Même si la pêche des holothuries en Algérie est récente, il est par conséquent, nécessaire et urgent d'établir des stratégies de gestion pour protéger cette ressource marine quasiment importante en Algérie

Même si la pêche des holothuries en Algérie est récente, Il est par conséquent, nécessaire et urgent d'établir des stratégies de gestion pour protéger cette ressource marine quasiment importante en Algérie.

Il est important de souligner que les autorités locales devraient faire preuve de vigilance à l'égard de cette ressource qui est exploitée sans aucun type de gestion et d'inspection. Il faut établir mesures de gestion pour la protection des stocks, puisque cette ressource peut générer une source de revenus alternative pour les communautés littorales et participe à l'économie du pays par sa transformation en bêche de mer.

Références **bibliographiques**

- Abdel-Razek F.A., Abdel-Rahman S.H., El-Shimy N.A., and Omar H.A., 2005.** Reproductive biology of the tropical sea cucumber *Holothuria atra* (Echinodermata : Holothuroidea) in the red sea coast of Egypt. Egyptian J. Aqua. Res. 31(2):383-402.
- Abraham T.J., Nagarajan J., Shanmugam S.A., 2002.** Antimicrobial substances of potential biomedical importance from holothurian species. Indian J Mar Sci 31:161-164p.
- Ahmed Q., Bilgin S., Ali Q.M., 2019.** Seasonal effects on length-weight relationship and condition factor of *Holothuria pardalis* (Holothuroidea: Echinodermata) collected from Karachi coast-Northern Arabian sea. Cah. Biol. Mar. 60: 81-86.
- Al-Rashdi K.M., Claereboudt M.R., Al-busaidi S.S., 2007.** Density and size distribution of the sea cucumber *Holothuria scabra* (Jaeger, 1935), at six exploited sites in Mahout Bay, Sultanate of Oman. Agric. Mar. Sci. 12: 43–51p.
- Amon R.M.W., Herndl G.J., 1991.** Deposit feeding and sediment: I. Interrelationship between *Holothuria tubulosa* (Holothurioida, Echinodermata) and the sediment microbial community. Mar. Ecol. 12: 163–174p.
- Anderson S.C., Flemming J.M., Watson R., Lotze H.K., 2011.** Serial exploitation of global sea cucumber fisheries. *Fish and Fisheries*, 12: 317-339p.
- 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: 231-242p.
- Augier H., Gilles G., Ramonda G., 1979.** Recherche sur la pollution mercurielle du milieu maritime dans la région de Marseille (Méditerranée, France). Partie 3: degré de contamination par le mercure des échinodermes prélevés dans l'herbier de posidonies à proximité des ports et du rejet du grand collecteur d'égoût de la ville de Marseille. Environ Pollut 18:179-185p.
- Aumeeruddy R. & Conand C., 2007.** Seychelles' sea cucumber fishery: Data on processed products and other parameters. SPC Bêche-de-Mer Information Bulletin, 26: 19-25p.
- Avalos-Castillo C.G., J.R. Ortiz., A.J. Pacay Barahona & F.M. Polanco Vásquez., 2017.** Evaluación del estado poblacional del pepino de mar (Clase Holoturoidea) en el Caribe

- de Guatemala. Informe Final, Universidad de San Carlos de Guatemala Dirección General de Investigación Programa Universitario de Investigación en Recursos Naturales y Ambiente, 55 p.
- Aydın M., 2008.** The commercial sea cucumbers fishery in Turkey. SPC Beche-de-Mer Information Bulletin 28: 40–43p.
- Aydın M., 2009.** La pêche commerciale d'holothuries en Turquie. La bêche-de-mer - Bulletin de la CPS n°28.
- Aydın M., 2016.** Sea Cucumber (Holothuroidea) Species of Turkey. Journal of Maritime and Marine Sciences. 2 (1): 49-58p. (In Turkish).
- Aydın, M., 2017.** Present status of the sea cucumber fishery in Turkey. Beche-de-Mer Info. Bull. 37, 30-34.
- Aydın M., Erkan S., 2015.** Identification and some biological characteristics of commercial sea cucumber in the Turkey coast waters. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies 2015; 3(1): 260-265p.
- Aydın M., Sevgili H., Tufan B., Emre Y & Kose S., 2011.** Proximate composition and fatty acid profile of three different fresh and dried commercial sea cucumbers from Turkey. International Journal of Food Science and Technology 46: 500–508p.
- Bahiri D., 2013.** Etude préliminaire du cycle producteur et données biométriques d'*Holothuria tubulosa* (Gmelin, 1788) de Cap Blanc. Mém Mast en Science de la Mer et du Littoral. Univ Oran. 65p.
- Baker A.N., Rowe F.W.E., Clark H.E.S., 1986.** A new class of Echinodermata from New Zealand. *Nature*, 321 (6073): 862-864p.
- Bakus, G. J. 1973.** “The biology and ecology of tropical holothurina”. In *Biology and geology of coral reefs*, Edited by: Jones, O. A. and Endean, R. Vol. II, 325–367. New York: Academic Press. Biology 1.

- Barry J. P., et Tegner M. J., 1989.** Inferring demographic process from size-frequency distribution: simple models indicate specific patterns of growth and mortality. *Fish Bull.* US 88: 13 – 19 p.
- Baskar B.K. 1994.** Some observations on the biology of the holothurian *Holothuria (Metriatyla) scabra* (Jaeger). *Bull Cent Mar Fish Res Inst*(46): 39 - 43.
- Battaglione S. C., 1999.** Culture of tropical sea cucumbers for stock restoration and enhancement. *Naga* 22 : 4–11p.
- Battaglione, S. C., J. E. Seymour, and C. Ramofafia. 1999.** Survival and growth of cultured juvenile sea cucumbers, *Holothuria scabra*. *Aquaculture* 178:293–322.
- Battaglione S.C., Seymour J., Ramofafia C. and Lane I., 2002.** Spawning induction of three tropical sea cucumbers, *Holothuria scabra*, *H. fuscogilva* and *Actinopyga mauritiana*. *Aquaculture* 207:29–47p.
- Becker P., 2002.** La maladie de la tache blanche chez l'holothurie comestible commercialisée *Holothuria scabra*. Master thesis. Univ Mons-Hainaut, Belgique.
- Behrens., David W., Gosliner, Terrence M., Williams, Gary C., 1996.** Coral Reef Animals of Indo-Pacific, Sea Challengers PB. Monterey CA, USA.
- Belbachir N., Mezali K. 2018.** Préférences alimentaires de quatre espèces d'holothuries aspidochirotes (Holothuroidea: Echinodermata) inféodées aux herbiers de posidonies de la région de Mostaganem (Algérie) La bêche de- mer, Bulletin d'information de la CPS 38:25–30.
- Belbachir N., Mezali K. et Soualili D.L. 2014.** Comportement alimentaire sélectif de certaines espèces d'holothuries aspidochirotes (Echinodermata: Holothuroidea) à *Stidia*, dans la région de Mostaganem (Algérie). La bêche de- mer, Bulletin d'information de la CPS 34:34–37.
- Belhouar B., 2008.** Etude écotoxicologique du Mollusque Gastéropode *Monodonta turbinata* (Born, 1780) dans la côte oranaise est. Mémoire de Magister, Université d'Oran, 83p.

- Belkhedim 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.
- Ben Ismail H., Ben Souissi J., Mersni A., et Fattouch S., 2010.** Caractérisation biochimique de quelques espèces d'Holothuries des côtes tunisiennes. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 39, 448 p.
- Ben Ismail H., Ben Souissi J., Dridi S., et Fattouch S., 2013.** Composition en oligo- éléments et acides gras d'*Holothuria polii* et *Holothuria tubulosa* des côtes tunisiennes. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 40p.
- Benghali S.M.A., 2006.** Biosurveillances de la pollution marine au niveau de la côte occidentale algérienne par la mesure de l'activité de l'acétylcholine stérase chez la moule. *Mytilus galloprovincialis*, l'oursin *Paracentrotus lividus* et la patelle *Patella coerulea*. Mémoire de magistère : Science de l'Environnement, Univ. Oran, 89p.
- Benkabouche I., 2007.** Contribution à l'étude de la reproduction et de la dynamique des populations d'un Crustacé Décapode *Parapenaeus longirostris* (LUCAS, 1846) exploité dans la région Oranaise Mém. Mag, Univ Oran, 13 p.
- Benraho N. et Bouslama S., 2005.** Révision de la systématique de deux holothuries aspidochirotés : *Holothuria (Holothuria) tubulosa* (Gmelin, 1788) et *Holothuria (Holothuria) stellati* (Delle Chiaje, 1823) de la région de Stidia (Mostaganem). Mémoire Ingénieur en Agronomie Univ de Mostaganem. 88p+Annexes.
- Bertoncini A.A., Machado L.F., Barreiros J.P., Paulay G., Cardigos F. A.D., 2008.** Observation in situ de la reproduction sexuée de *Holothuria tubulosa* Gmelin, 1788 (Echinodermata : Holothuroidea) dans les Açores (Atlantique nord-est). La bêche-de-mer - Bull. CPS n°27.
- Billett, D. S. M., 1991.** Deep Sea Holothurians. *Oceanography and Marine Biology: An Animal Review*. (Oceanography and Marine Biology). 29: 259-317p.
- Bingham B. L., Braithwaite L. F., 1986.** Defence adaptations of the dendrochirote holothurian *Psolus chitonoides* Clark. *Journal of experimental marine biology and ecology* 98:311-322p.

- Bluhm H and Gebruk A., 1999.** “Holothuroidea (Echinodermata) of the Peru basin—ecological and taxonomic remarks based on underwater images,” *Marine Ecology*, vol. 20, no. 2, 167–195p.
- Boidron-Metairon I.F., 1995.** Larval nutrition. In: Mc Edward L (ed.), *Ecology of marine invertebrate larvae*. CRC Press, Marine Science Series, FL, 223-248p.
- Bond C. E. 1979.** *Biology of fishes. Saunders College Publ., Philadelphia.* 514p.
- Borrero-Pérez, G.H., Pérez-Ruzafa, A., Marcos, C., González-Wangüemert, M., 2009.** The taxonomic status of some Atlanto-Mediterranean species in the subgenus *Holothuria* (Echinodermata: Holothuroidea: Holothuriidae) based on molecular evidence. *Zool. J. Lin. Soc.* 157, 51–69
- Borrero-Pérez, G.H., Gómez-Zurita, J., González-Wangüemert, M., Marcos, C., Pérez-Ruzafa, A., 2010.** Molecular systematics of the genus *Holothuria* in the Mediterranean and Northeastern Atlantic and a molecular clock for the diversification of the Holothuriidae (Echinodermata: Holothuroidea). *Mol. Phyl. Evol.* 57, 899–906.
- Borrero-Pérez, G.H., González-Wangüemert, M., Marcos, C., Pérez-Ruzafa, A., 2011.** Phylogeography of the Atlanto-Mediterranean Sea cucumber *Holothuria (Holothuria) mammata*: the combined effects of historical processes and current oceanographical pattern. *Mol. Ecol.* 20, 1964–1975.
- 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.
- Boudouresque C.F. et Meinesz A., 1982.** Découverte de l'herbier de posidonie. Marseille, France: Parc Nat Port-Cros/ Parc Nat Rég Corse/GIS Posidonie Edit, 80 p.
- Boukaka E. T. R., 2013.** Etude préliminaire des indices physiologiques chez les holothuries aspidochirotes : cas d'*Holothuria tubulosa* (Gmelin, 1788). *Mém. Mast en Science de la Mer et du Littoral. Univ Oran*, 65p.

- Boukhelf K., 2012.** Données biométriques, indices physiologiques et dosage des métaux lourds chez l'oursin comestible *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) dans la région de Mostaganem (Algérie). Mém. Mag. Univ Oran, 166p.
- Bouras D., 2007.** Dynamique bioclimatique et morphologique de la zone côtière oranaise: approche éco-biologique (Algérie nord occidentale). Thèse doctorat, Univ. Es Sénia, Oran, Algérie, 200 p.
- Bouras D et Boutiba.Z., 2006.** Analyse et cartographie des risques littoraux (littoral oranais, Algérie Nord Occidental). Bull. Sci. Géogr. INCT, N° 17 : 45-50p.
- Bouroumi M. T., 2014.** Le littoral Algérien entre dégradation et protection du patrimoine, cas de la commune côtière d'Ain El Türck. Colloque Francophone International Cultures, Territoires Et Développement Durable, 23p.
- Bourjon1 P et Desvignes. T., 2018.** Reproduction asexuée dans une population de *Holothuria difficilis* (Echinodermata : Holothuroidea) à La Réunion. La bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS n° 38 : 17- 24.
- Boutiba. Z., 1992.** Les mammifères marins d'Algérie. Statut, Répartition, Biologie et Ecologie. Thèse Doctorat d'Etat en Science: 575 p.
- Boutiba Z , Taleb M.Z, et Abi -Ayed S .M., 2003.** Etat de la pollution marine de la côte oranaise. Edition: Dar El-Gharb. Oran, 69p.
- Bozinovic F & Mufwz-Pedrerros A., 1995.** Dieta mixta y energética nutricional de un roedor micófago en el sur de Chile: interacciones entre ítemes dietarios. Revista Chilena de Historia Natural 68: 383-389p.
- Bozinovic F & Martinez del Rio C., 1996.**Animais eat what they should not: why do they reject our foraging models? Revista Chilena de Historia Natural 69: 15-20.
- Brien P., Brachet, J., and King T. J.,1968.** “Blastogenesis and morphogenesis,” in *Advances in Morphogenesis*,M. Abercrombie. Eds., vol. 7, pp. 151–203, Academic Press,New York,NY, USA.
- Brookbanks E.O., 1968.** A note on dry cow therapy in the control of bovine mastitis. New. Z. Veter. J., 16 : 83-84p.

- Brusca, R. C. and Brusca, G. J. 2003.** *Invertebrates*, Sinauer Associates, Sunderland, Mass, USA, , Sinauer Associates,.
- Bulteel P., Jangoux M. et Coulon P., 1990.** Essai d'estimation de la croissance de l'holothurie *Holothuria tubulosa* (Echinodermata) en aquarium. In : C. De Ridder, Ph. Dubois, M.C. Lahaye and M. Jangoux (eds). *Echinoderm Research*. Balkema : Rotterdam, 155-158p.
- Bulteel P., Jangoux M., & Coulon P., 1992.** Biometry, bathymetric distribution, and reproductive cycle of the Holothuroid *Holothuriatubulosa* (Echinodermata) from Mediterranean seagrass beds. *Marine Ecology-Pubblicazion Della Stazione Zoologica di Napoli*. 13(1):53-62p.
- Bulteel P., M. Jangoux & P. Coulon., 1999.** Biometry, bathymetric distribution, and reproductive cycle of the holothuroid *Holothuria tubulosa* (Echinodermata) from the Mediterranean seagrass beds. *P.S.Z.N.I. Mar. Ecol.*, 13(1): 53-62 p.
- Byrne M., 1990.** Animal reproductive cycle of the commercial sea urchin *Paracentrotus lividus* from an exposed intertidal and a sheltered subtidal habitat on the west coast of Ireland. *Mar. Biol.*, 104: 275-289p.
- Byrne M., Rowe, F., Uthicke, S., 2010.** Molecular taxonomy, phylogeny and evolution in the family Stichopodidae (Aspidochirotida: Holothuroidea) based on COI and 16S mitochondrial DNA. *Mol. Phyl. Evol.* 56 : 1068–1081p.
- Calva L., 2002.** Hábitos Alimenticios de Algunos Equinodermos. Parte 2: Erizos de mar y Pepinos de mar. Laboratorio de Ecosistemas Costeros, Departamento de Hidrobiología. UAM-Iztapalapa.
- Cameron J.L., Fankboner P.V., 1986.** Reproductive biology of the commercial sea cucumber *Parastichopus californicus* (Stimpson) (Echinodermata: Holothuroidea). I. Reproduction periodicity and spawning behaviour. *Canad. J. of Zool.* 64: 168-175p.
- Campana, S. E et Thorrold, S. R. 2001.** Otoliths, increments, and elements: keys to a comprehensive understanding of fish populations? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 58(1), 30-38.

- Catsiki VA, Panayotidis P., 1993.** Copper, chromium and nickel in tissues of the Mediterranean seagrasses *Posidonia oceanica* and *Cymodocea nodosa* (Potamogetonaceae) from Greek coastal areas. *Chemosphere* 26:963-978p.
- Chahrour F., 2013.** Etude de la vitalité des herbiers à *Posidonia oceanica* (L.) Delile de la côte occidentale algérienne (Cap Carbon et Ain Franin). Thèse de Doctorat en Science de l'Environnement. Option : Ecologie marine. Univ. Oran, 245p.
- Chao S.M., Chen C.P, Alexander P.S., 1993.** Reproductive periodicity of a tropical dendrochirote holothurian, *Phyrella fragilis* (Echinodermata: Holothuroidea) in Taiwan. *Bull. Inst. Zool. Acad. Sin.* 32(2): 111-119p.
- Chao S. M., Chen C.P, Alexander P. S., 1994.** Reproduction and growth of *Holothuria atra* (Echinodermata: Holothuroidea) at two contrasting sites in southern Taiwan. *Mar. Biol.*, 119: 565-570p.
- Chao S.M., Chen C.P., Alexander P.S., 1995.** Reproductive cycles of tropical sea cucumbers (Echinodermata: Holothuroidea) in southern Taiwan. *Mar. Biol.* 122: 289-295p.
- Chen J., 2003.** Overview of sea cucumber farming and sea ranching practices in China. *SPC beche-de-mer Information Bulletin*, 18-23p.
- Chen J. 2004.** Present status and prospects of sea cucumber industry in China. p. 25–38. In: Lovatelli A., Conand C., Purcell S., Uthicke S., Hamel J.F. and Mercier A. (eds). *Advances in sea cucumber aquaculture and management*. Fisheries Technical Paper No. 463. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations
- Chia F.-S. and Bickell L.R. 1983.** Echinodermata. p. 545–620. In: K.G. Adiyondi and R.G. Adiyondi (eds). *Reproductive Biology of Invertebrates*, Vol 2. Spermatogenesis and sperm function. John Wiley and Sons.
- Chludil H.D, Muniain C.C, Seldes A.M, Maier M.S., 2002.** Cytotoxic and antifungal triterpene glycosides from the Patagonian sea cucumber *Hemoiedema spectabilis*. *J Nat Prod* 65:860–865p.
- Choo P.S., 2008.** Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in Asia. Technical Paper 516 In: *Sea Cucumbers: a Global Review of Fisheries and Trade*. Fisheries and

- Aquaculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 81–118p.
- Conand C., 1981.** Sexual cycle of three commercially important holothurian species (*Echinodermata*) from the lagoon of New Caledonia. *Bulletin of Marine Sciences* 31(3): 523–544p.
- Conand C., 1987.** Exploitation des Holothuries : historique en Nouvelle-Calédonie et marché mondial. *Bull. Soc. Sc. Nat. Ouest France, Suppl. H.S.* : 169-174p.
- Conand C., 1988.** Comparison between estimations of growth and mortality of two Stichopodid holothurians: *Thelenota ananas* and *Stochopus chloronotus* (*Echinodermata: Holothuroidea*). 6th International Coral Reef S. Townsville, Australia. (J.H. Choat & D. Barnes, eds) *MA. Bo. 2.* 661-665 p.
- Conand C., 1989.** Les Holothuries Aspidochirotes du lagon de Nouvelle-Calédonie : biologie, écologie et exploitation. *Etudes et Thèses, O.R.S.T.O.M., Paris*: 393 p.
- Conand C., 1990.** The fishery resources of Pacific island countries. Part 2: Holothurians. *FAO Fisheries Technical Paper, No. 272.2.* FAO, Rome.
- Conand C. 1991.** Long-term movements and mortality of some tropical sea-cucumbers monitored by tagging and recapture. p. 169–175. In: Yanagisawa, Yasumasu, Ogurao, Suzuki and Motokawa (eds). *Biology of Echinodermata.* Balkema, Rotterdam.
- Conand C., 1993a.** Ecology and reproductive biology of *Stichopus variegatus* an IndoPaciWc coral reef sea cucumber (*Echinodermata: Holothuroidea*). *Bull. Mar. Sci.* 52(3): 970-981p.
- Conand C., 1993b.** Reproductive biology of the holothurians from the major communities of the New Caledonian Lagoon. *Mar. Biol.* 116: 439-450p.
- Conand C., 1994.** Les holothuries : ressource halieutique des lagons. *Rapports Scientifiques Techniques Biologie Marine*, (65): 1-86p.
- Conand C., 1998.** Holothurians. In: Carpenter K. and Niem V. (eds). *FAO species identification guide. The marine living resources of the Western Central Pacific. Vol 2 Cephalopods, Crustaceans, Holothurians and Sharks.* 1157–1190p.

- Conand C., 2004.** Present status of world sea cucumber resources and utilisation: An international overview. In Lovatelli, A., C. Conand, S. Purcell, S. Uthicke, J. F. Hamel & A. Mercier (eds), *Advances in Sea Cucumber Aquaculture and Management*. FAO Fisheries Technical Paper, No. 463. FAO, Rome: 13–24p.
- Conand C 2006a.** Sea cucumber biology: Taxonomy, distribution, biology, conservation status. In: Bruckner AW (eds) *Proceedings of the CITES workshop on the conservation of sea cucumbers in the families Holothuridae and Stichopodidae*. NOAA Technical Memorandum NMFSOPR 34, Silver Spring. pp 30-46
- Conand C. 2008.** Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in Africa and the Indian Ocean. p. 143–193. In: Toral-Granda V., Lovatelli A., Vasconcellos M. and Conand C. (eds). *Sea cucumbers: A global review of fisheries and trade*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 516. Rome: Food and Agriculture Organization.
- Conand C. 2018.** Recent information on worldwide illegal fisheries for sea cucumbers. *SPC Bêche de- Mer Information Bulletin* 38:68–71.
- 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.
- Conand C. and Byrne M., 1993.** A review of recent developments in the world of sea cucumber fisheries. *Marine Fisheries Review* 55:1–13p.
- Conand, C., Shea, S., To, A., 2014a.** Beche-de-mer trade statistics for Hong Kong in 2012. *SPC Beche-de-mer Info. Bull.* 34, 43e46.
- Costelloe J., 1985.** The anual reproductive cycle of the holothurian *Aslia lefevrei* (Dendrochirota: Echinodermata). *Mar. Biol.*, 88: 155-165p.
- Coulon P., 1994.** Rôle du macrobenthos détritivore dans les écosystèmes littoraux: étude de l'holothurie *Holothuria tubulosa*, espèce commune des herbiers de posidonies en Méditerranée, PhD Thesis, Belgium Université Libre de Bruxelles, 1994. 93 p.

- Coulon P. et Jangoux M., 1993.** Feeding rate and sediment reworking by the holothuroid *Holothuria tubulosa* (Echinodermata) in a Mediterranean seagrass bed off Ischia Island, Italy. Marine Ecology Progress Series 92: 201–204p.
- Crise A., Allen J.I., Baretta J., Crispi G., Mosetti R. et Solidoro C., 1999.** The Mediterranean pelagic ecosystem response to physical forcing. Prog. Oceanogr. 44: 219-243p.
- Crozier W.J., 1917.** Multiplication by Fission in Holothurians. The American Naturalist 51(609): 560-566. Crump, M.L. 1971. Quantitative analysis of the ecological distribution of a tropical herpetofauna. Occ. Pap. Mus. Nat. Hist. Univ. Kansas, 3:1-62p.
- Grube, A.E. (1840).** *Actinien, Echinodermen und Würmer des Adriatischen- und Mittelmeers nach eigenen Sammlungen beschrieben.* Königsberg: J.H. Bon. 92 pp., 12 figs.
- Cuenot L., 1948.** Anatomie, éthologie et Systématique des Echinodermes. In traité de zoologie: Anatomie, Systématique, Biologie Vol Tome XI (ed. P-P Grassé), 3-272p, Paris (VI).
- Cutress B.M., 1996.** Changes in dermal ossicles during somatic growth in Caribbean littoral sea cucumbers (Echinoidea: Holothuroidea: Aspidochirotida). Bulletin of Marine Science 58(1):44–116p.
- Da silva J., Cameron J. L., Fankboner P.v., 1986.** Mouvement and orientation patterns in the commercial sea cucumber *Parastichopus californicus* (Stimpson) (Holothuroidea: Aspidochirotida). Mar. Behav. Physiol vol 12, pp 133-147.
- Dabbagh A.R., Sedaghat M.R., 2012.** Breeding and rearing of the sea cucumber *Holothuria scabra* in Iran. SPC Beche-de-mer- Information Bulletin n°32.
- Dagnelie P., 1975.** Théorie et méthodes statistiques. Applications agronomiques. II. Les méthodes de l'interférence statistique. Les Presses agronomiques de Gembloux. Belgique, 463p.
- Dalzell P., Adams T.J.H. and Polunin N.V.C., 1996.** Coastal fisheries in the Pacific Islands. Oceanography and Marine Biology Annual Review 34:395–531p.
- Dar A. M et Hamdy O. A., 2006.** Le comportement alimentaire sélectif et le rôle écologique des holothuries vivant dans les eaux peu profondes de la Mer Rouge. La bêche de mer, Bulletin de la CPS n° 24.

- De la Fuente-Betancourt, M. G., A. de Jesús-Navarrete, E. Sosa-Cordero, and M. D. Herrero-Perezrul. 2001.** Assessment of the sea cucumber (Echinodermata: Holothuroidea) as potential fishery resource in Banco Chinchorro, Quintana Roo, Mexico. *Bull. Mar. Sci.* 68:59–67.
- Demeuldre M. et Eeckhaut I. 2012.** Étude du développement gonadique chez l'holothurie *Holothuria scabra* Jaeger, 1833 La bêche de mer, Bulletin de la CPS n° 32.
- Despalatovic M., Grubelic I., Simunovic A., Antolic B., Zuljevic A., 2004.** Reproductive biology of the holothurian *Holothuria tubulosa* (Echinodermata) in the Adriatic Sea. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* 84, 409–414p.
- Dolmatov I. Y., 2014.** “New data on asexual reproduction, autotomy, and regeneration in holothurians of the order Dendrochirotrida,” *Russian Journal of Marine Biology*, vol. 40, pp. 228–232.
- Dong, Y., S. Dong, and T. Ji. 2008.** Effect of different thermal regimes on growth and physiological performance of the sea cucumber *Apostichopus japonicus* Selenka. *Aquaculture* 275:329–334.
- Drumm D, and Lonergan R., 2005.** Reproductive biology of *Holothuria leucospilota* in the Cook Islands and the implications of traditional fishing of gonads on the population. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 39:141–156p.
- Ebert T. A., 1968.** Growth rates of the sea urchin *Strongylocentrotus purpuratus* related to food availability and spine abrasion. *Ecology* 49:1075-1091p.
- Ebert T. A., 1978.** Growth and size of the tropical sea cucumber *Holothuria (Halodeima) atra* Jager at Enewetak Atoll, Marshall Islands. *Pac. Sci.* 32:183–191p.
- Eeckhaut, I., Parmentier, E, Becker, P., Da Silva, S. G., & Jangoux, M. 2004.** Parasites and biotic diseases in field and cultivated sea cucumbers. p. 311-325. *In: Lovatelli, A., Conand, C., Purcell, S., Uthicke, S., Hamel, J. F. & Mercier, A. (eds) Advances in sea cucumber aquaculture and management. Fisheries Technical Paper No. 463. FAO, Rome.*
- Eeckhaut I., Lavitra T., Rasoforinina R., Rabenevanana M.W., Gildas P. et Jangoux M., 2008.** Madagascar Holothurie SA : la première entreprise commerciale axée sur

- l'aquaculture des holothuries à Madagascar. La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 28:22–23p.
- Eeckhaut I, Lavitra, T., Rasoforinina, R., Rabenevanana, M.W., Gildas. P., Jangoux, M. . 2009.** Madagascar Holothurie SA : la première entreprise commerciale axée sur l'aquaculture des holothuries à Madagascar SPC, Bêche-de-mer Bulletin 28 : 22-23.
- Eriksson H., Robinson G., Slater M.J. and Troell M., 2011.** Sea cucumber aquaculture in the Western Indian Ocean: Challenges for sustainable livelihood and stock improvement. *AMBIO* 41:109–121p.
- Eriksson H., Torre Castro M & Olsson P., 2012.** Mobility, expansion and management of a multi-species scuba diving fishery in East Africa. *PLoS One* 7: e35504.
- Eriksson H., Österblom H., Crona B., Troell M., Neil A., Wilen J. and Folke C., 2015.** Contagious exploitation of marine resources, *Frontiers in Ecology and the Environment*. 13 435–440 p.
- Fajardo León M.C., Michel Guerrero E., Singh Cabanillas J., Vélez Barajas J.A., Massô Rojas A., 1995.** Estructura poblacional y ciclo reproductor del pepino de mar *Isostichopus fuscus* en Santa Rosalia, B.C.S., México. *Cien. Pesquer.* 11: 45–53p.
- Fenaux L., 1968.** Maturation des gonades et cycle saisonnier des larves chez *A.lixula*, *P.lividus* et *Psammechinus microtuberculatus* (Echinides) à Villefranche-sur-Mer. *Vie et milieu*, 19(1-A), 1-52p.
- Fenaux L., 1981.** Cycles saisonniers de reproduction et de croissance larvaire chez les échinodermes. *Oceanis.*, 6:277-307p.
- Fernandez Lozano J.A., 1993.** Production of potassium sulphate-magnesium sulphate double salt and magnesium-chloride-rich solution from seawater bitterns. *The Chemical Engineering Journal*, 52: 89-92. Fernandez.C., 1996. Croissance et nutrition de l'oursin *Paracentrotus lividus* dans le cadre d'un projet aquacole avec alimentation artificielle. Thèse. Doct., Oceanol., Univ. Corse, Corse, France., 1-200p.

- Fischer W., Schneider M. and Bauchot M.-L., 1987.** Méditerranée et Mer Noire (Zone de Pêche 37). Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Rev.1. (2 volumes).
- Flammang P, Jangoux M., 1992.** Functional morphology of the locomotory podia of *Holothuria forskali* (Echinodermata: Holothuroida) *Zoomorphology*.1992;111:167–178p.
- Flammang, P., Santos, R., and Haesaerts, D., 2005.** Echinoderm adhesive secretions: from experimental characterization to biotechnological applications. In: *Marine Molecular Biotechnology: Echinodermata*, ed. by Matranga, V. Berlin: Springer-Verlag, pp. 201–220.
- Foglietta L. M., Camejo M.I., Gallardo L, Herrera F.C., 2004.** A maturity index for holothurians exhibiting asynchronous development of gonad tubules. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 303: 19– 30p.
- Francour P., 1984.** Biomasse de l'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*: 1-72p.
- Francour P., 1990.** Dynamique de l'écosystème à *Posidonia oceanica* dans le parc national de Port-Cros. Analyse des compartiments matte, litière, faune vagile, échinodermes et poissons. Thèse de Doctorat Université Pierre et Marie Curie, Paris. 373 p.
- Francour P., 1991.** Dynamique de l'écosystème à *Posidonia oceanica* dans le parc national de Port-Cros. Analyse des comportements matte, litière, faune vagile, échinodermes et poissons. Thèse de Doctorat, Univ. P. et M. Curie, Paris: 1-373p.
- Francour P., 1997.** Predation on holothurians: a literature review. *Invertebrate Biology*, 116: 52-60p.
- Franklin S. E., 1980.** The reproductive biology and some aspects of the population ecology of the holothurians *Holothuria leucospilota* and *Stichopus chloronotus*. Ph. D. Thesis, University of Sydney: 253 p.

- Fuji A., 1960.** Studies on the biology of the sea urchin. III. Reproductive cycles of two sea urchins, *Strongylocentrotus nudus* and *strongylocentrotus intermedius*. Bull.Fac.Fish., Univ. Hokkaido, 11: 49-57p.
- Fuji A., 1962.** Studies on the biology of the sea urchin. V. Food consumption of *Strongylocentrotus intermedius*. Jap. J. Ecol. 12(5): 181-186p.
- Fuji A., 1967.** Ecological studies on the growth and food consumption of Japanese common littoral sea urchin *Strongylocentrotus intermedius* (Agassiz) Mém. Fac. Fish. Univ. Hokkaido, 15 (2): 83-160p.
- Gana A.E et Merca F.E., 2002.** Isolation and purification of a cytotoxic lectin from brown sea cucumber by affinity chromatography. Philipp Agric Sci 85: 236-247p.
- 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 51:19–31p.
- Gayanilo F.C. JR., Sparre, P., & Pauly, D., 2005.** FISAT II, FAO-ICLARM Stock Assessment Tool II. Revised version. User's Guide. *FAO Computerized Information Series (Fisheries). No. 8.* 168p.
- Ghodbani T., 2001.** Extension urbanistique dans le littoral d'Oran et ses effets sur l'environnement. Mém. Mag. Univ. Oran. Département de géographie et de l'aménagement du territoire.
- Giese A. C., 1957.** Photodynamic effect of *Blepharisma* pigment on nerve. Cell. Comp. Physiol. 49, 295-302. Giese AC and Pearse JS, 1974. Introduction: general principles. In: Giese AC, Pearse JS (eds) *Reproduction of marine invertebrates 1*. Academic Press, New York, 1–49p.
- Giese A.C., Pearse J.S. et Pearse V.I., 1974.** *Reproduction of marine invertebrates. Vol. III. The Mollusca.* Academic Press. 1-38 p.
- Giese A.C., Pearse J.S. et Pearse V.I., 1991.** *Reproduction of marine invertebrates. Vol. VI. Echinoderms and Lophophorates.* The Boxwood Press. 808 p.

- Gonor J.J., 1972.** Gonadal growth in the sea urchin, *Strongylocentrotus purpuratus* (Stimpson) (Echinodermata: Echinoidea) and the assumptions of the gonad index methods. J. exp. mar. Biol. Ecol. 10: 83-103p.
- Gonor J. J., 1973.** Reproductive cycles in Oregon populations of the echinoid, *Strongylocentrotus purpuratus* (Stimpson) I. Annual gonad growth and ovarian gametogenic cycles. J. exp. mar. Biol. Ecol. 12: 45-64p.
- Gonzalez-Wanguemert M. & Borrero-Perez G., 2012.** A new record of *Holothuria arguinensis* colonizing the Mediterranean Sea. Marine Biodiversity Records 5.
- Gonzalez-Wanguemert M., Conand C, Uthicke S, Borrero- Pérez G, Aydin M, Erzini K & Serraõ E., 2013a.** Sea cucumbers: the new resource for a hungry fishery (CUMFISH). SPC Beche-de-Mer Information Bulletin 33: 65–66p.
- Gonzalez-Wanguemert M., Braga T, Silva M, Valente S, Rodrigues F & Serraõ E., 2013b.** Volunteer programme assesses the *Holothuria arguinensis* populations in Ria Formosa (southern Portugal). SPC Beche-de-Mer Information Bulletin 33: 44–48p.
- Gonzalez-Wanguemert M., Aydin M., Conand C., 2014.** Assessment of sea cucumber populations from the Aegean Sea (Turkey): first insights to sustainable management of new fisheries. Ocean Coastal Manage. 92, 87–94p.
- González-Wangüemert M., Valente S., Aydin M., 2015.** Effects of fishery protection on biometry and genetic structure of two target sea cucumber species from the Mediterranean Sea. *Hydrobiologia*, 743: 65-74p.
- González-Wangüemert M., S. Valente., F. Henriques., J. A. Domínguez-Godino and E. A. Serrão., 2016.** Setting preliminary biometric baselines for new target sea cucumbers species of the NE Atlantic and Mediterranean fisheries. Fish. Res. 179:57–66 p.
- Göthel H., 1992.** Guide de la faune sous-marine: La Méditerranée. Invertébrés marins et poissons. Eygen Ulmer GmbH & Co. 318 p.
- Greenfield L., Giese A. C., Farmanfarmaian A., and Boolootian R. A., 1958.** Cyclic biochemical changes in several Echinoderms. J. Exptl. Zool. 139,507p.

- Grimes S., Boutiba Z., Bakalem A., Bouderbala M., Boudjellal B., Boumaza., Boutiba M., Guedioura A., Hafferssa A., Hamida F., Kaidi N., Khelifi H., Kerabi F., Merzoug A., Nouar A., Sellali B., SellaliMerabtine H., Semroyd R., Seridi H., Taleb M.Z et Touabria T., 2004.** Biodiversité marine et littorale-*Ed.Sonatrach Ed.Diwan,Alger-362p.*
- Guille A, Laboute P & Menou J-L 1986.** Guide des étoiles de mer, oursins et autres échinodermes du lagon de Nouvelle-Caledonie.
- Guillon M. Et Michel C., 1993.** Reproduction and growth of *Sphaerechinus granularis* (Echinodermata ; Echinoidea) in the Glenan Archipelago (Brittany). *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 73: 179-192p.
- Guzmán H.M., Guevara C.A., Hernández I.C., 2003.** Reproductive cycle of two commercial species of sea cucumber (Echinodermata: Holothuroidea) from Caribbean Panama. *Mar. Biol.* 142: 271-279p.
- Hadel F.V., Monteiro A.M.V., Ditadi A.S.F., Tiago C.G., Tommasi R., 1999.** Invertebrados Marinhos: Echinodermata. In: Joly, C.A., Bicudo, C.E.M. (Eds.), *Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese ao conhecimento ao final do século XX.* Workshop “Foundations for conservation of biodiversity of the State of Sao Paulo” held in Serra Negra, SP, Brazil, from July 30 to August 2, 1997.
- Hamel J.F. y A. Mercier., 1996.** Studies on the reproductive biology of the Atlantic sea cucumber *Cucumaria frondosa*. *SPS Beche-de-mer Info. Bull.*, 8: 22-33p.
- Hamel J.F. and Mercier A., 2004.** Synchronous gamete maturation and reliable spawning induction method in holothurians. In: Lovatelli A., Conand C., Purcell S., Uthicke S., 359–372p.
- Hamel J. H & Mercier A., 2008.** Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in temperate areas of the Northern Hemisphere. In Toral-Granda, V., A. Lovatelli & M. Vasconcellos (eds), *Sea cucumbers. A global review on fishery and trade.* FAO Fisheries Technical Paper No. 516. FAO, Rome.
- Hamel J., Himmelman J.H., Dufresne L., 1993 a.** Gametogenesis and spawning of the sea cucumber *Psolus fabricii* (Duben and Koren). *Biol. Bull.* 184: 125-143p.

- Hamel J.F., Hidalgo R.Y., Mercier A., 2003 b.** Développement larvaire et croissance des juveniles de l'holothurie des Galapagos, *Isostichopus fuscus*. La bêche-de-mer. Bulletin de la CPS n°18.
- Hammond L.S., 1982.** Patterns of feeding and activity in deposit-feeding holothurians and echinoids (Echinodermata) from a shallow back-reef lagoon, Discovery Bay, Jamaica. Bull. Mar.
- Hammondl. S., 1983.** Nutrition of deposit-feeding holothuroids and echinoids (echinodermata) from a shallow reef lagoon, discovery bay, Jamaica. Mar. E d . Prog. Ser., **10**: 297-305.
- Hanson H.G., 2001.** Echinodermata. In: Costello, M.J., Emblow, C., White, R. (Eds.), European Register of Marine Species a Check-list of the Marine Species in Europe and a Bibliography of Guides to Their Identification. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 336–351p.
- Harmelin J.G., Bouchon C., Hong J.S. 1981.** Impact de la pollution sur la distribution des échinodermes des substrats durs en Provence. Téthys, 10 :13-36p.
- Hamel, J. F. & Mercier, A. (eds)** Advances in sea cucumber aquaculture and management. Fisheries Technical Paper No. 463. FAO, Rome.
- Harriott V.J., 1985.** Reproductive biology of three congeneric sea cucumber species, *Holothuria atra*, *H. impatiens* and *H. edulis*, at Heron Reef, Great Barrier Reef. Aust. J. Mar. Freshw. Res. 36: 51-57p.
- Haug T, Kjuul AK, Styrvold OB, Sandsdalen E, Olsen OM, Stensvag K., 2002.** Antibacterial activity in *Strongylocentrotus droebachiensis* (Echinoidea), *Cucumaria frondosa* (Holothuroidea), and *Asterias rubens* (Asteroidea) J Invertebr Pathol 81(2):94–102p.
- Haukssone., 1979.** Feeding biology of *Srichopus tremulus* a deposit-feeding holothurian. Sarsia. 64: 155-160.
- Hawa, L., Zulaikah, M., Jamaludin, M., Zainal, A. A. A., Kaswandi, M.A. & Ridzwan, B. H. 1999.** The potential of the coelomic fluid in the sea cucumber as an antioxidant. Malaysian journal of Nutrition 5: 55-59.

- Hearn A. & Pinillos F., 2006.** Baseline information on the warty sea cucumber *Stichopus horrens* in Santa Cruz, Galapagos, prior to the commencement of an illegal fishery. SPC Beche-de-Mer Information Bulletin, 24: 3–10p.
- Hearn A., Martinez P., Toral-Granda M.V., Murillo J.C. and Polovina J. 2005.** Population dynamics of the exploited sea cucumber *Isostichopus fuscus* in the western Galapagos Islands, Ecuador. Fisheries and Oceanography 14(5):377–385.
- Hendler G., J. E. Miller D. L. Pawson & P. M. Kier., 1995 a.** Sea stars, sea urchins and allies: echinoderms of Florida and the Caribbean. Smithsonian Institution Press. Washington. 390 p.
- Hendler G., Miller J.E., Pawson D.L., Kier P. M., 1995 b.** Echinoderms of Florida and the Caribbean. Sea Stars, sea urchins and allies. *Smithsonian Institution Press*, Washington & London. 1-390p.
- Herrero-Pérezrul M. D., H. Reyes Bonilla F. García-domínguez and C. Cintra-Buenrostro., 1999.** Reproduction and growth of *Isostichopus fuscus* (Echinodermata:Holothuroidea) in the southern Gulf of California, México. Mar. Biol. 135:521–532 p.
- Herrero-Perezrul M.D., & H. Reyes-Bonilla., 2008.** Weight-length relationship and relative condition of the holothurian *Isostichopus fuscus* at Espíritu Santo Island, Gulf of California, México. Rev. Biol. Trop., 56(Suppl. 3): 273-280 p.
- Hickey, F. R. & Johannes, R. E. 2003.** L'évolution récente de la gestion communautaire des ressources marines à Vanuatu. SPC, Bêche-de-mer Bulletin 14 : 8-22.
- Hickman C.J., 1998.** A field guide to sea stars and other echinoderms of Galápagos. Sugar Spring Press, Lexington, VA, USA. 83 p.
- Higuchi R, Inagaki K, Natori T, Komori T, Kawajiri S., 1991.** Biologically-active glycosides from Asteroidea 25. Glycosphingolipids from the starfish *Asterina pectinifera*. 2. Structure of three ganglioside molecular-species and a homogeneous ganglioside, and biological-activity of the ganglioside. Liebigs Ann 1:1–10p.
- Higuchi R, Inukai K, Jhou JX, Honda M, Komori T, Tsuji S, Nagai Y., 1993.** Biologically-active glycosides from Asteroidea 31. Glycosphingolipids from the starfish *Asterias*

- amurensis versicolor Sladen. 2. Structure and biological-activity of ganglioside molecular-species Liebigs Ann 4:359–366p.
- Higuchi R, Matsumoto S, Fujita M, Komori T, Sasaki T. 1995.** Biologically-active glycosides from Asteroidea 32. Glycosphingolipids from the starfish *Astropecten latespinosus*. 2. Structure of two new ganglioside molecular-species and biological-activity of the ganglioside. Liebigs Ann 3:545–550p.
- Himelman J. H., 1975.** Phytoplankton as a stimulus for spawning in three marine invertebrates. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 20: 199–214p.
- Himelman J. H., 1978.** Reproduction cycle of the green sea urchin, *Strongylocentrotus droebachiensis*. Can J.Zool., 56: 1828-1836p.
- Himelman J.H., 1979.** Factors regulating the reproductive cycles of two northeast Pacific chitons, *Tonicella lineata* and *T. insignis*. Mar. Biol., 50:215-225p.
- Himelman, J.H., 1980.** The role of the green sea urchin, *Strongylocentrotus droebachiensis*, In the rocky subtidal region of Newfoundland. Can. Tech. Rept. Fish. Aquat. Sci. 954: 92-119p.
- Himelman J., Axelsen, F., et Lavergne, Y., 1979.** Etude des populations et du cycle sexuel de l'oursin vert au Québec. Gouvernement du Québec, Ministère de l'industrie, du commerce et du tourisme, Direction de la recherche in Québec.
- Hoenig, J. M., and R. C. Hanumara. 1982.** A statistical study of a seasonal growth model for fishes, 91 p. Tech. Rep., Dep. Comp. Sci. Stat., Univ. Rhode Isl., Narragansett, RI.
- Holland N.D., 1967.** Gametogenesis during the annual reproductive cycle in a cidaroid sea urchin (*Stylocidaris affinis*). Biol. Bull. 133:578-590p.
- Hoareau T. et Conand C., 2002.** Reproduction sexuée de *Stichopus chloronotus*, holothurie scissipare, à La Réunion (océan Indien). La Bêche-de-mer, Bulletin de la CPS 15:4–12p.
- Houari S., 2002.** Evaluation du niveau de contamination par les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAPs : Chrysène, Phénanthrène) d'un poisson: Rouget de vase (*Mullus barbatus*, L., 1758), pêché dans le golfe d'Arzew. Thèse de Magister, Univ Oran Es-Sénia. 123p.

- Howaida R.G., Ashraf A.I., Hanafy M.H., Lawrence J.A., Ahmed M.I. and El Etreby S.G., 2004.** Mariculture of sea cucumber in the Red Sea – the Egyptian experience. *Advances in sea cucumber aquaculture and management*.
- Hunter, J.R., Macewicz, B.J., Lo, N.C.H. and Kimbrell, C.A. (1992)** Fecundity spawning and maturity of female Dover sole *Microstomus pacificus*, with an evaluation of assumptions and precision. *Fish. Bull. U.S.* 90, 101–128.
- Hyman L.H., 1955.** Class Holothuroidea. In: *The invertebrates: Echinodermata. The coelomate bilateria*. Vol. IV. McGraw- Hill, New York, Toronto, London, 120-244p.
- Ivanova-Kazas, O. M, 1977.** *Asexual Reproduction of Animals*, LGU, Leningrad, Russia.
- James, D. B., Asha, P.S., Mohan, R. M. K. & Jaigenesh, P. 2003.** Culture of sea cucumbers in prawn farms- a take off in technology. *SPC, Bêche-de-mer Bulletin* 18 : 40-41.
- Jans D. et Jangoux M. 1990.** Structures fines des sphérulocytes de l'holothuride *Holothuria tubulosa*. p. 261–267. In : C. De Ridder, Ph. Dubois, M.C. Lahaye and M. Jangoux (eds). *Echinoderm Research*. Balkema : Rotterdam.
- Jangoux M., 1990.** Diseases of Echinodermata. In O. Kinne (ed.), *Diseases of Marine Animals*, Biol. Anstalt Helgoland, Hamburg: Germany. vol. 3: 439-567p.
- Jangoux M., Rasolofofinina R., Vaitilingon D., Ouin J.M., Seghers G., Mara E. et Conand C., 2001.** Un projet pilote d'écloserie et de mariculture d'holothuries à Tuléar (Madagascar). *La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS* 14:2–5p.
- Kadir B., 1987.** Contribution à l'étude au Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) en Algérie. Edt. O.P.U. Algérie, 200p.
- Kalinin VI, Prokofieva NG, Likhatskaya GN, Schentsova EB, Agafonova IG, Avilov SA, Droz-dova OA., 1996.** Hemolytic activities of triterpene glycosides from the holothurian order dendrochirotida: some trends in the evolution of this group of toxins. *Toxicon* 34(4): 475–483p.
- Kaneko M, Kisa F, Yamada K, Miyamoto T, Higuchi R. 2003.** Structure of a new neuritogenic-active ganglioside from the sea cucumber *Stichopus japonicus*. *Eur J Org Chem* 6:1004–1008p.

- Kartas F. and Quignard J. P. 1984.** La fécondité des poissons téléostéens, paris, Masson, 117 p.
- Kazanidis G., C. Antoniadou., A. P. Lolas, N. Neofitou D. Vafidis, C. Chintiroglou & C. Neofitou., 2010.** Population dynamics and reproduction of *Holothuria tubulosa* (Holothuroidea: Echinodermata) in the Aegean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 90: 895–901p.
- Keats D.W., D.H. Steele and G.R. South., 1984.** Depth-dependent reproductive output of the green sea urchin, *Strongylocentrotus droebachiensis* (OF Muller), in relation to the nature and availability of food. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 80: 77-91p.
- Kerfouf A., 2007.** Impact de la pollution, approche méthodologique pour l'élaboration d'une carte biosédimentaire. *Thèse de Doctorat. Université de Sidi Bel Abbes, Algérie*, 224p.
- Kerr A.M., Stoffel, E.M. & Yoon, R.L., 1993.** Abundance distribution of Holothuroids (Echinodermata: Holothuroidea) on a windward and leeward fringing coral reef, Guam, Mariana Islands. *Bulletin of Marine Science* 52: 780-791p.
- Kerr A., Clouse R., O'Loughlin M., O'hara T., Janies D., 2009.** Multiple ecological radiations of seacucumbers onto coralreefs. *La bêche-de-mer - Bulletin de la CPS n°28*. 58p.
- Kerstitch A., 1989.** Sea of cortez marine invertebrates. A guide for the Pacific Coast, Mexico to Ecuador. E.J.Brill. Leiden. New York. Kobenhavn. Koln.
- Kinch J., Purcell S., Uthicke S., Friedman K., 2008.** Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in the Western Central Pacific. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*. No. 516 In: Toral-Granda, V., Lovatelli, A., Vasconcellos, M. (Eds.), *Sea Cucumbers. A Global Review of Fisheries and Trade*. FAO, Rome, 7–55p.
- Koehler R., 1921.** Faune de France - 1 : Échinodermes, Paris, Librairie de la faculté des sciences, 216 p.
- Kohler S., Gaudron S., Conand C., 2009.** Reproductive biology of *Actinopyga echinites* and other sea cucumbers from Reunion Island (Western Indian Ocean): a contribution for a regional management of the fishery. *WIOJMS* 8 (1) 97-111p.

- Kropp R.K., 1982.** Response of five holothurian species to attacks by a predatory gastropod, *Tonna pernix*. *Pacific Sci.*, 36(4) : 445-452p.
- Laboy-Nieves E.N. y Conde J.E., 2006.** A new approach for measuring *Holothuria mexicana* and *Isostichopus badionotus* for stock assessments. *SPC Beche-de-mer information Bulletin*. Secretariat of the Pacific Community. 24: 39-44p.
- Lacombe H., and P. Tchernia, 1972.** Caractères hydrologiques et circulation des eaux en Méditerranée. In: Stanley, D. (Ed.), *Mediterranean Sea*. Dowden, Hutchinson and Ross, Stroudsburg, pp. 25–36.
- Lambert P., 1997.** ed. *Sea cucumbers of British Columbia, Southeast Alaska and Puget Sound*, Royal British Columbia Museum Handbook: UBC Press
- Langeron M., 1942.** Précis de microscopie : technique-expérimentation-diagnostic.
- Lappanen M. 1995.** The rule of feeding behaviour in bioaccumulation of organic chemicals in benthic organisms. *Annal Zoologique Feennici* 32:247–255.
- Lavitra T., Rachelle D, Rasolofonirina R., Jangoux M., et Eeckhaut I., 2009.** Traitement et commercialisation des holothuries dans la région de Toliara, au sud-ouest de Madagascar La Bêche-de-mer, *Bulletin d'information de la CPS* 28:24–33p.
- Lavitra T., Rasolofonirina R. & Eeckhaut L., 2010.** The effect of sediment quality and stocking density on survival and growth of the sea cucumber *Holothuria scabra* reared in nursery ponds and sea pens, *WIOMSA*, 9: 153-164p.
- Lawrence J.M., 1975.** On the relationships between marine plants and sea urchins. *Ocean. Mar. Biol. Annu. Rev.*, 13: 213-286p.
- Lawrence J.M., 1987.** A functional biology of echinoderms. Johns Hopkins University Press. Baltimore.
- Lawrence JM, Lane JM., 1982.** The utilization of nutrients by postmetamorphic echinoderms. In: Jangoux and Lawrence (eds) *Echinoderm Nutrition*. A.A. Balkema Press, Rotterdam, 331-371p.

- Lawrence J.M., Fenaux.L, Corre.M.C, et Lawrence.A., 1992.** The effect of quantity and quality of prepared diets on production in *Paracentrotus lividus* (Echinodermata: Echinoidea) In, Scalera-Liaci L., Canicatti C., (Eds), Echinoderm Research. Balkema, Rotterdam, 15-107-110.95p.
- Laxminarayana A., 2005.** Induction de la ponte et élevage des larves des holothuries *Bohadschia marmorata* et *Holothuria atra* à l'Île Maurice. La bêche-de-mer - Bulletin de la CPS n° 22.
- Leclaire L., 1972.** La sédimentation holocène sur le versant méridional du bassin Algéro-Baléares (pré-continent algérien). *Mém. Mus Natio. Hist. Nat.* n.s. c. Sci. de la Terre. 24 (1) Fasc. unique : 391p.
- Lee J., Byrne M. et Uthicke S., 2008.** Reproduction asexuée par scission d'une population d'*Holothuria hilla* (Lesson 1830) sur l'île One Tree Island, Grande Barrière de corail australienne. *La Bêche-de-mer, Bulletin de la CPS* 27:17–23p.
- Leighton D.P., 1968.** A comparative study of food selection and nutritio in the abalone *Haliotis rufescens* (Swainson) and the sea urchin *Strongylocentrotus purpuratus* (Stimpson). Ph.D. Thesis. Univ. California, San Diego.197p.
- Lohrer A.M., Thrush S.F., Gibbs M.M.,(2004).** Bioturbators enhance ecosystem function through complex biogeochemical interactions. *Nature*, **431**:1092-1095.
- López-Rocha J.A., 2011.** Distribución y abundancia del pepino de mar *Isostichopus badionotus* frente a la costa de Sisal, Yucatán. *Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst.*, 64: 153-160p.
- Louiz, I., Sellem, F., Tekitek, A, Langar, H. et El Abed, A., 2003.** Etude des saponines isolées d'une espèce d'Holothurie *Holothuria tubulosa* de la lagune de Bizerte. *Bulletin de L'Institut National des Sciences et Technologies de la Mer* (30) : 115-119.
- Lovatelli A., C. Conand, S. Purcell, S. Uthicke, J.-F. Hamel & A. Mercier., 2004.** Advances in Sea Cucumber Aquaculture and Management. FAO Fisheries Technical Paper No. 463. FAO, Rome.
- Luciano B., Lyman A., McMillan S., Nickels A., 1996.** The symbiotic relationship between Sea cucumbers (Holothuriidae) and Pearlfish (Carapidae) 201: 334-351p.

- Lumnigas W. L., 1994.** La plasticité chez l'oursin *Sphaerechinus granularis* en rade de Brest (Bretagne, France). PhD thesis, Univ Bretagne Occidentale.
- Lyskin, S. A. & Britaev, T. A. 2005.** Symbionts of holothurians from South Vietnam: Intra- and interspecific interactions. p. 116-119. *In: Nauka, M.(eds) Biomedical and Life Sciences. Vol 401, N 16.*
- Mactavish T., Stenton-Dozey, J., Vopel, K., Savage, C., 2012.** Deposit-feeding sea cucumbers enhance mineralization and nutrient cycling in organically-enriched coastal sediments. *PLoS One* 7, e50031.
- Maggi, C., González-Wangüemert, M., 2015.** Genetic differentiation among *Parastichopus regalis* populations from Western Mediterranean Sea: potential effects of its fishery and current connectivity. *Med. Mar. Sci.* 16, 489–501.
- Mahé K., Destombes A., Coppin F., Koubbi P., Vaz S., Le Roy D. & Carpentier A., 2005.** Le rouget barbet de roche *Mullus surmuletus* (L., 1758) en Manche orientale et mer du Nord. *Rapport de Contrat IFREMER/CRPMEM Nord-Pas-de-Calais*, 187 p.
- Mahmoud A. Dar y Hamdy O. Ahmed., 2006.** The feeding selectivity and ecological role of shallow water holothurians in the Red Sea. *SPC Beche-de-mer information Bulletin n°24-July 2006. Secretariat of the Pacific Community.* 11-21p.
- Maier MS, Roccatagliata AJ, Kuriss A, Chludil H, Seldes AM, Pujol CA, Damonte EB., 2001.** Two new cytotoxic and virucidal trisulfated triterpene glycosides from the Antarctic sea cucumber *Staurocucumis liouvillei*. *J Nat Prod* 64(6):732–736p.
- Malaval, C. 1994.** Le concombre de mer boit la tasse. *SPC, Bêche-de-mer Bulletin* 6 : 15-16.
- Marquet N., Conand C., Power D. M., Canário A. V. M. & González-Wangüemert M., 2017.** Sea cucumbers, *Holothuria arguinensis* and *H. mammata*, from the southern Iberian Peninsula: variation in reproductive activity between populations from different habitats. *Fish. Res* 191, 120–130p, <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2017.03.007>
- Massin C., 1982a.** Food and feeding mechanisms: Holothuroidea. *In: Echinoderm nutrition. Jangoux M et Lawrence J.M., Balkema A.A., Publ., Rotterdam, Netherlands, Netherlands: 43-55p.*

- Massin C., 1982b.** Effect of feeding on the environment: Holothuroidea. In: Echinoderm Irritation. Jangoux Met Lawrence J.M, Balkema A.A., Publ., Rotterdam, Netherlands: 139-197p.
- Maurin C., 1962.** Etude des fonds chalutables de la méditerranée occidentale (écologie et pêche). Résultats des campagnes des navires océanographiques « président-Théodore-Tissier » 1957 à 1960 et « Thalassa » 1960 et 1961. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 26, (2): 163-218p.
- MC Pherson B. F., 1965.** Contribution of the biology of the urchin *Triplonaster ventricosus* (Lamarck) *Bull.Mar. Sci.*, 18 : 400 – 443p.
- Mechta A., Mezali K., 2019.** A biometric study to determine the economic and nutritional value of sea cucumbers (Holothuroidea: Echinodermata) collected from Algeria's shallow water areas. *SPC Beche-de-mer Information Bulletin* 39 : 65-70.
- Mercier A., and J.-F. Hamel., 2009.** Endogenous and Exogenous Control of Gametogenesis and Spawning in Echinoderms. Academic Press, London.
- Mercier A., Battaglione S.C. and Hamel J.-F., 1999.** Daily burrowing cycle and feeding activity of juvenile sea cucumbers *Holothuria scabra* in response to environmental factors. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 239(1):125–156p.
- Mercier A., Battaglione S.C. and Hamel J.-F., 2000.** Periodic movement, recruitment and size related distribution of the sea cucumber *Holothuria scabra* in Solomon Islands. *Hydrobiologia* 440(1–3):81–100p.
- Mezali K., 1998.** Contribution à la systématique, la biologie, l'écologie et la dynamique de cinq espèces d'holothuries aspidochiotes (*Holothuria (H.) tubulosa*, *H. (L.) polii*, *H. (H.) stellati*, *H. (P.) forskali* and *H (P.) sanctori*) inféodées aux herbiers à *Posidonia oceanica* (L.) Delile de la péninsule de Sidi-Fredj. Mémoire de Magister. Ecole National des Sciences de la Mer et de L'aménagement du Littoral. Algier, 192p.
- Mezali K., 2001.** Biométrie des holothuries aspidochiotes (Holothuroidea: Echinodermata) de la presqu'île de Sidi-Fredj (Algérie). Communication poster, 36^{ème} congrès de la CIESM, Monaco, 24-28/09/2001

- Mezali K., 2004.** 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 Vol. 37. 534 p.
- Mezali K., 2008.** Phylogénie, Systématique, dynamique des populations et nutrition de quelques espèces d'holothuries aspidochirotés (Holothuroidea: Echinodermata) inféodées aux herbiers de Posidonies de la côte algéroise. Thèse de Doctorat d'état. Institut des Sciences Biologiques/ Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, Alger, Algérie. 208 p.
- MEZALI K., 2010.** Molecular taxonomy and phylogeny of Algerians shallow-water sea cucumbers (Holothuroidea: Aspidochirotida) based on 16S mitochondrial DNA. Communication orale, 2^{ème} *Colloque International sur la Biodiversité et écosystèmes littoraux, Oran - Algérie, 28-30 Novembre 2010.*
- 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., 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'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée : Dubrovnik, 35 (2) : 466-467p.
- Mezali K., Semroud R., 1998.** 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. Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée : Dubrovnik, 35 (2) : 466-467p.
- Mezali K. et Soualili D.L. 2013.** Capacité de sélection des particules sédimentaires et de la matière organique chez les holothuries. La bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 33:38–43.
- Mezali K., Soualili D. L., 2014.** Reproductive cycle of the sea cucumber *Holothuriatubulosa* (Holothuroidea: Echinodermata) in the southwestern mediterranean sea. Communication

- orale. Congrès International sur les "Les Estuaires et Aires Marines Côtières Protégées-ECPA 2014" Izmir-Turquie, 04-06 Novembre 2014.
- Mezali K., Thandar A.S., 2014.** First record of *Holothuria* (*Roweothuria*) *arguinensis* (Echinodermata: Holothuroidea: Aspidochirotida: Holothuriidae) from the Algerian coastal waters. *Mar. Biol.* 7, e40.
- Mezali K., Soualili D. L., 2015.** Reproductive cycle of the sea cucumber *Holothuria tubulosa* (Holothuroidea: Echinodermata) in the Southwestern Mediterranean Sea. Proceeding of the international congress on 'Estuaries and coastal protected areas' ECPA (Izmir – Turkey, 04 – 06 November 2014). Edited by M. ERGÜN; Ş. CİRİK; K. CHRISTOFER & K. KİNGUELEOUA, INOC, Izmir, Turkey, 88-94p.
- 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 [Feeding behavior of five aspidochirotid holothurians species (Holothuroidea: echinodermata) of the Sidi-Fredj peninsula - Algeria]. *Bulletin de la Société Zoologique de France.* 128:49–62p [in French].
- Mezali K., Francour p., Valerio Z., 2006.** Population dynamics of *Holothuria* (*H.*) *tubulosa* and *Holothuria* (*L.*) *polii* of an Algerian *Posidonia oceanica* meadow. Communication orale, "Mediterranean Sea grass Workshop 2006 – MSW06", Marsascala, Malta, 29 mai-3 juin 2006.
- 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. *Invertebr.Reprod. Dev.* 58, 179–189p, <http://dx.doi.org/10.1080/07924259.2014.883337>.
- Mezali K., Caulier G., Soualili D. L., Decroo C., Demeyer M., Eeckhaut I., Gerbaux P. and 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* 68:119–27.
- Michio K., Kengo K., Yasunori K., Hitoshi M., Takayuki Y., Hideaki Y., Hiroshi S., 2003.** Effects of deposit feeder *Stichopus japonicus* on algal bloom and organic matter contents of bottom sediments of the enclosed sea. *Marine Pollution Bulletin*, 47: 118-125p.

- Migas E.A, Klemenchenko E.G., 1990.** Pharmacological effects of the sea-cucumber *Stichopus japonicus* extract. *Biol Morya-Mar Biol* 5:72–76p.
- Millot, C., 1999.** Circulation in the western Mediterranean Sea. *J. Mar. Syst.* 20,423–442p.
- Mladenov, P.V., 1996.** Environmental factors influencing asexual reproductive processes in echinoderms. *Oceanologica Acta* 19(34):227-235p.
- Mohan, R. M. K. & James, D. B. 2005.** Incidence d'une infestation parasitaire dans *Holothuria atra* Jaeger. *SPC, Bêche-de-mer Bulletin* 22 : 38.
- Moosleitner , H, 2006.** Observation de la ponte d'*Holothuria tubulosa* en milieu naturel, La bêche-de-mer - Bulletin de la CPS n° 24
- Moreau, J., & Cuende, F.X., 1991.** On improving the resolution of the recruitment patterns of fishes. *ICLARM Fishbyte* 9, 45-46p.
- Moriarty, J. W., 1982.** Feeding of *Holothuria atra* and *Srichopus chluronotus* on bacteria, organic carbon and organic nitrogen in sediment of the great barrier reef. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.* 33: 255-263.
- 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: 255-263p.
- Moriarty, D. J. W., Pollard, P. C., Hunt, W. G., Moriarty, C. M. & Wassenberg, T. J. (1985).** Productivity of bacteria and microalgae and effect of grazing by holothurians in sediments on coral reef flat. *Marine Biology* 85p.
- Murray AP, Muniain C, Seldes AM, Maier MS., 2001.** Patagonicoside A: a novel antifungal disulfated triterpene glycoside from the sea cucumber *Psolus patagonicus*. *Tetrahedron* 57(47):9563–9568p.
- 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: 328 p.

- 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: 585–593p.
- Navarro, P.G., García-Sanz, S., Tuya, F., 2012.** Reproductive biology of the sea cucumber *Holothuria sanctori* (Echinodermata: Holothuroidea). *Sci. Mar.* 76,741–752.
- Nedelec H., 1982.** Ethologie alimentaire *Paracentrotislividus* dans la baie de Galoria (Corse) et son impact sur le peuplement benthique. Thèse Doct. 3ème cycle, Océanogr. Biol., Univ.P. Et M.Curie. Univ. Paris VI.Aix-Marseille II. France, 1-175p.
- Nedelec.H., Verlaque.M., et Dialopoulis .A., 1981.** Preliminary data on *Posidonia* consumption by *Paracentrotuslividus* in Corsica (France). *Rapp. Comm. int.MerMédit.*, 27 (2): 203-204p.
- Neghli L., 2013.** 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 stresses. Univ. Mostaganem, 88p.
- Neghli L. and Mezali K., 2019.** Algeria’s sea cucumber fishery: Challenges for a new fishery *SPC Bêche de- Mer Information Bulletin* 39:71–75p.
- Neghli L., Mezali K., Soualili D. L., 2013.** Contribution à l’étude de la reproduction de quelques espèces d’holothuries *aspidochirotés* inféodées aux herbiers de *Posidonies* de la côte algéroise. Poster, *Workshop international sur la Biodiversité et Ecosystèmes Littoraux*, 26-27-28 Novembre 2013,Oran (Algérie).
- Nichols.D. ,Bichop G. Et Sime A.A.T., 1985.** Reproductive and nutritional, peridiocities in population of European sea-urchin, *Echinus esculentus* (*Echinodermata*: *Echinoidea*) from the English channel *J.Mar.Biol. Ass. U.K.*, 65, 203-220p.
- Ocana, A., Tocino, L.S., 2005.** Spawning of *Holothuria tubulosa* (*Holothurioidea*,*Echinodermata*) in the Alborán Sea (Mediterranean Sea). *Zoo. Baetica* 16,147–150p.

- O'Connor, C.P., 1978.** Environmental influences on histological changes in the reproductive cycle of four New South Wales sea urchins, *Aquaculture* 15(1):1-17p.
- Ohta. S., 1985.** “Photographic observations of the swimming behavior of the deep-sea pelagothuriid holothurian *Enypniastes* (Elasipoda, Holothuroidea),” *Journal of the Oceanographical Society of Japan*, vol. 41, no. 2, 121–133p.
- Olaya-Restrepo, J., Erzini, K., Gonzalez-Wangüemert, M., 2018.** Estimation of growth parameters for the exploited sea cucumber *Holothuria arguinensis* from South Portugal. *Fish. Bull.* 116, 1- 8.
- Olney J.E. 2006.** Carapidae: Pearlfishes. p. 749-757. In: Richards W.J. (ed). *Early stages of Atlantic fishes: An identification guide for the western North Atlantic*, vol. I. CISC Press: Boca Raton, FL.
- Ong Che R.S., 1990.** Reproductive cycle of *Holothuria leucospilota* Brandt (Echinodermata: Holothuroidea) in Hong Kong and the role of body tissues in reproduction. *Asian Mar. Biol.* 7: 115-132p.
- Paltzat D.L., Pearce C.M., Barnes P.A., R.S., 2008.** Growth and production of California sea cucumbers (*Parastichopus californicus* Stimpson) co-cultured with suspended Pacific oysters (*Crassostrea gigas* Thunberg). *Aquaculture*, 275 : 124-137p.
- Pauly, D., 1987.** A review of the ELEFAN system for analysis of length frequency data in fish and invertebrates. In: *Length based Methods in Fisheries Research* (Ed. D. Pauly. G.R.Morgan). ICLARM. Manila. 7-34p.
- Pauly D. & Caddy J. F., 1985.** A modification of Bhattacharya's method for the analysis of mixtures of normal distribution. *FAO, Rome, FAO Fish. Cir* 781, 16p.
- Pawson D. L., 1983.** Holothuroidea from Chile. Report N° 46 of the Lund University Chile Expedition 1948- 1949. *Sarsia* 38:121-145p.
- Pawson, D. L., 2007.** Phylum Echinodermata. *Zootaxa*. 1668: 749-764p.
- 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: 1-48p.

- Pearse J.S., 1964.** Reproductive periodicities in several contrasting populations of *Odontaster validus* Kochler, a common Antarctic asteroid, Ph. D. dissertation, Stanford University.
- Pearse J.S., 1968.** Patterns of reproductive periodicity in four species of Indo Pacific echinoderms. *Proc. Indian Acad. Sci. Sect. B* 68:247–279p.
- Pearse, J. S., Gfese ,A., 1966.** Reproductive periodicities in several contrasting populations of *Odontaster vaiidus* Koehler, a common Antarctic Asteroid. *Antarctic Research Series* 5: 39-85. Australia (Pacific Ocean). *Invertebrate Reproduction and Development* 41(1–3): 35–242P.
- Pearse, J.S. et A.C. Giese., 1966.** Food, reproduction and organic constitution of the commun Antarctic echinoid *Sterachinus neumayeri* (Meissner). *Biol. Bull.*, 130:387-401p.
- Pérezrul-Herrero, M. D., H. Reyes Bonilla, F. García-Domínguez y C. E. CintraBuenrostro., 1999.** Reproduction and growth of *Isostichopus fuscus* (Echinodermata: Holothuroidea) in the southern Gulf of California, México. *Mar. Biol.*, 135: 521-532p.
- Pérez-Ruzafa A., 1984.** *Estudio sistemático, ecológico y biogeográfico de la Clase Holothuroidea en las Islas Canarias.* PhD dissertation, Universidad de La Laguna, Tenerife.
- Pérez-Ruzafa, A. & Marcos-Diego, C., 1985.** Técnicas de recolección y estudio en la Clase Holothuroidea. I. Generalidades, sistemática, ecología, biología y comportamiento. *Anales de Biología*, 3 (Biología Animal, 1): 13-35p. period and reflectance spectrum. *Planetary and Space Science* 51 (2003) 411 – 414p.
- Pérez-Ruzafa A., Marcos C., 1987.** Observaciones sobre la actividad diaria y la ecología de algunas holoturias (Echinodermata: Holothuroidea) litorales. *Anales de Biología* 12 (Biología Ambiental, 3): 79-89p.
- Pitt, R. & Duy, N. D. Q. 2004.** Breeding and rearing of the sea cucumber *Holothuria scabra* in Viet Nam. p. 333-346. *In:* Lovatelli, A., Conand, C., Purcell, S., Uthicke, S., Hamel, J. F. & Mercier, A. (eds) *Advances in sea cucumber aquaculture and management.* Fisheries Technical Paper No. 463. FAO, Rome.

- Poh-Sze, C., 2004.** Fisheries, trade and utilization of sea cucumbers in Malaysia. p. 57-68. *In:* Lovatelli, A., Conand, C., Purcell, S., Uthicke, S., Hamel, J. F. & Mercier, A. (eds) Advances in sea cucumber aquaculture and management. Fisheries Technical Paper No. 463. FAO, Rome.
- Poot-Salazar A., Á. Hernández-Flores & P.L. Ardisson., 2015.** Indicadores de sostenibilidad para la evaluación de las pesquerías de pepino de mar en la península de Yucatán, México. *Cienc. Pesq.*, 23(2): 11-24 p.
- Price A.R.G., Harris A., McGowa A., Venkatachalam A.J. and Sheppard C.R.C., 2010.** Chagos feels the pinch: Assessment of holothurian (sea cucumber) abundance, illegal harvesting and conservation prospects in British Indian Ocean Territory. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 20: 117–126p.
- Programme des Nations Unies pour l'environnement "PNUE"., 2001.** Plan Bleu. Les fascicules du Plan Bleu: La Démographie en Méditerranée. *Economica*, 249p.
- Programme des Nations Unies pour l'environnement /Plan d'Action pour la Méditerranée "UNEP/MAP"., 1997.** Transboundary Diagnostic Analysis for the Mediterranean Sea.
- Programme des Nations Unies pour l'environnement / Programme des Nations Unies pour l'environnement/Organisation mondiale de la santé "UNEP/WHO".,1999.** Identification of Priority Hot Spots and Sensitive Areas in the Mediterranean. MAP Technical Reports Series (UNEP, Athens), #124p.
- Programme des Nations Unies pour l'environnement / Programme des Nations Unies pour l'environnement/Organisation mondiale de la santé "UNEP/WHO" ., 2003.** Deuxième rapport sur les points chauds de pollution en Méditerranée: Partie II: Rapports par pays révisés. Réunion des Coordonnateurs nationaux pour le MED POL, Sangemini Italie, UNEP(DEC)MED WG., 231 p.
- Purcell S., 2004.** Rapid growth and bioturbation activity of the sea cucumber *Holothuria scabra* in earthen ponds. *Proceedings of Australasian Aquaculture*, Sydney: World Aquaculture Society 1, 244.
- Purcell, S. W., 2010.** Managing Sea Cucumber Fisheries with an Ecosystem Approach. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 520. FAO, Rome.

- Purcell S.W., 2014a.** Processing sea cucumbers into beche-de-mer: A manual for Pacific Island fishers. Southern Cross University (SCU) and the Secretariat of the Pacific Community (SPC).
- Purcell S.W., 2014b.** Value, Market Preferences and Trade of Beche-De-Mer from Pacific Island Sea Cucumbers. *PloS One* 9 (4), e95075.
- Purcell S., & Tekanene M., 2006.** Ontogenetic changes in coloration and morphology of white-teatfish, *Holothuria fuscogilva* juveniles in Kiribati. *SPC Bêche-de-Mer Information Bulletin*, 23: 29-30 p.
- Purcell S., Samyn S., Conand C., 2012.** Commercially important sea cucumbers of the world. *FAO Species Catalogue for Fishery Purposes no. 6*. Rome; 1–150p.
- Purcell S., Agudo N. and Gossuin H. 2008.** Mauvais pourcentage de rétention des marques à micropuce apposées sur des holothuries tropicales. *La bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS* 28:53-55.
- Purcell, S. W., A. Mercier, C. Conand, J. F. Hanel, V. Toral- Granda, A. Lovatelli & S. Uthicke., 2013.** Sea cucumber fisheries: global analysis of stocks, management measures and drivers of overfishing. *Fish and Fisheries* 14: 34–59p.
- Purcell S.W., Conand C., Uthicke S., Byrne M., 2016.** Ecological roles of exploited sea cucumbers. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 54: 367-386p.
- Purcell S.W., Williamson D.H. and Ngaluafe P., 2018.** Chinese market prices of beche-de-mer: Implications for fisheries and aquaculture. *Marine policy* 91, 58-56 p.
- 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.
- Purwati, P. and Luong-Van, J.T., 2003.** Sexual reproduction in a fissiparous holothurian species, *Holothuria leucospilota* Clark 1920 (Echinodermata: Holothuridea). *Bêche-de-mer Information Bull.*, 18 :33–38p.
- Quatre R., Polunin N.V.C., 2013.** Sea cucumbers in the seychelles: effects of marine protected areas on high-value species. *Aquat. Conserv. Mar. Fresh water Ecosyst.* 23: 418–428p.

- Ramirez-Llodra, E., 2002.** Fecundity and life-history strategies in marine invertebrates. *Adv. Mar. Biol.* 43:87-169p.
- Ramofafia C, Byrne M., 2001.** Assessment of the “tubule recruitment model” in three tropical aspidochirote holothurians. *S.P.C. Bêche-de-mer Information Bulletin.* 15:13–16p.
- Ramofafia C, Battaglione SC, Bell JD, Byrne M., 2000.** Reproductive biology of the commercial sea cucumber *Holothuria fuscogilva* in the Solomon Islands. *Mar Biol* 136:1045–1056p.
- Ramofafia C., Battaglione S.C., Byrne M. 2001.** Reproductive biology of *Actinopyga mauritiana* (Echinodermata: Holothuridae) in the Solomon Islands. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* 81: 523-531p.
- Rasolofonirina R., Vaïtilingon D., Eeckhaut I. and Jangoux M., 2005.** Reproductive cycle of edible echinoderms from the south-western Indian Ocean II: the sandfish *Holothuria scabra* (Jaëger, 1833). *Western Indian Ocean Journal Marine Science* 4(1):61–75p.
- Rasolofonirina, R. 1997.** Ecologie, Biologie et Pêche de deux Holothuries Aspidochirotés, *Bohadschia vitiensis* et *Holothuria scabra var versicolor* dans la Région de Tuléar, Madagascar. [DEA], IH.SM, Université de Tuléar. 84 p.
- Rasolofonirina R., Vaïtilingon D., Eeckhaut I. and Jangoux M. 2005.** Reproductive cycle of edible echinoderms from South-Western Indian ocean. *Western Indian Ocean Journal of Marine Science* 4(1):61–75.
- Regis, M. B., 1978.** Croissance de deux Echinoides du Golfe de Marseille (*Paracentrotus lividus* (Lmck) et *Arbacia lixula*, L) Aspects écologiques de la microstructure du squelette et de l'évolution des indices physiologiques. Thèse de Doctorat d'état, Univ. Aix-Marseille III, Marseille Fr., : 221 p+I-VI+12 pl.h.t.
- Régis M. B., 1979.** Analyse des Xuctuations des indices physiologiques chez deux échinoïdes, (*Paracentrotuslividus* (Lmk) et *Arbacialixula* (L.)) du Golfe de Marseille. *Tethys* 9(2):167–181p.
- Reise K., 2002.** Sediment mediated species interactions in coastal waters. *Journal of Sea Research*, 48: 127-141p.

- Reñones, O.,** Grau, A., Mas, X., Riera, F et Saborido-Rey, F. 2010. Reproductive pattern of an exploited dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe 1834) (Pisces: Serranidae) population in the western Mediterranean.
- Roberts D., 1979.** Deposit-feeding mechanisms and resource partitioning in tropical holothurians. *Journal of Experimental marine Biology and Ecology* 37:43-56p.
- Roberts D., Gebruk A., Levin V., Manship B.A.D., 2000.** Feeding and digestive strategies in depositfeeding Holothurians. *Oceanography and Marine biology: an Annual review*, 38: 257-310p.
- Rodrigues, F., Valente, S., González-Wangüemert, M., 2015.** Genetic diversity across geographical scales in marine coastal ecosystems: *Holothuria arguinensis* a model species. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 463, 158–167.
- Rodriguez J, Castro R, Riguera R., 1991.** Holothurinosides – new antitumor nonsulfated triterpenoid glycosides from the sea-cucumber *Holothuria forskalii*. *Tetrahedron* 47(26):4753–4762p.
- Rosfelder., 1955** - Carte provisoire au 1/500000 de la marge continentale algérienne. Note de présentation. *Publ. Serv. Carte. Geol. Algérie*, 5: 57-106p, 6 figs, 1 pl.
- A guide to the seashores of Eastern Africa and the Western Indian Ocean Islands: Echinodermata. p. 290-321. *In*: Matthew D. Richmond (Eds). Department for Research Cooperation, SAREC.
- Ruppert, E. E. y R. D. Barnes., 1996.** *Zoología de los Invertebrados*. McGraw-Hill Interamericana, México. 1114 p.
- Saada, L., 1997.** Présentation générale du littoral et aménagement des zones de baignade. Séminaire, Ain Témouchent (23 – 25.02.1997).
- Salgado C. L., 1994.** Propuesta de las opciones de manejo de las pesquerías de pepinos de mar en las costas oriental y occidental de Baja California, México. Febrero 1994. CRIP Ensenada. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).
- Sakthivel M., P. Swamy, K. Rengarajan, and D. e. James. 1994.** International trade in sea cucumbers. CMFRI, Cochin (India).

- Shepherd J.G. 1987a.** A weakly parametric method for the analysis of length composition data. p. 113–120 in Pauly D. and Morgan G.R. (eds). Length-based methods in fisheries research. ICLARM, Manila, Philippines and KISR, Safat, Kuwait. 468 p.
- Slater, M. J., and A. G. Jeffs. 2010.** Do benthic sediment characteristics explain the distribution of juveniles of the deposit-feeding sea cucumber *Australostichopus mollis*? J. Sea Res. 64:241–249
- Samyn Y., Vanden spiegel D., Massin C., 2006.** Taxonomie des holothuries des Comores. *ABC Taxa* Vol., 1: 1-130p.
- San Martin G.A., 1995-** Contribution à l'étude du comportement trophique de l'Echnoïde *Paracentrotus lividus* (Lmk) dans l'étang de thau (Hérault). Mem .D.E.A.Oceanol. Univ. Aix-Marseille II.France., 1-42p.
- Scherrer.B. 1984** - Biostatistique. Louiseville: Gaetan Morin éditeur. 850p.
- Schlacher-Hoenlinger MA, Schlacher TA., 1998.** Accumulation, contamination, and seasonal variability of trace metals in the coastal zone – patterns in a seagrass meadow from the Mediterranean. *Mar Biol* 131:401–410p.
- Schwartz D., 1983.** Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes, Ed. Flammarion Médecin Sciences (Paris), France, 1-318p.
- Schwartz D., 1992.** Méthode statistiques à l'usage des médecins et des biologistes, Ed(15ème). Flammarion Médecin Sciences (Paris), France, 1-301p.
- Sellem, F., 1990.** Données sur la biométrie de *Paracentrotus lividus*, *Arbacialix ula* et *Sphaerechinus grnularis* et sur la biologie de *Paracentrotus lividus* dans le golfe de Tunisie Rapp. D. E.A.Biol.mar. oceanol, Univ. Tunis II, Fac.Sci, Tunis., 158p + Annexes.
- Semroud R., 1993.** Contribution à la connaissance de l'écosystème à *Posidonia oceanica* (L).Delile dans la région d'Alger (Algérie: Etude de quelques compartiments. Thèse .Doct.Univ.Sci.Techno.(USTHB) Alger, 1- 129-219 p.
- Semroud R., Kada H., 1987.** Contribution à l'étude de l'oursin *Paracentrotus lividus* (LmK) dans la région d'Alger (Algérie : indice de réplétion et indice gonadique. Colloque international sur *Paracentrotus lividus* et les oursins comestibles, C.F. Boudouresque

- édit., GIS.Posidonis publ. Marseille, Fr., 117-124, **M.A., 1992**. Reproduction of the temperate aspidochirote *Stichopus mollis* (Echinodermata: Holothuroidea) in New Zealand. *Ophelia* 35, 103–121p.
- Sewell, M.A., Bergquist P.R., 1990**. Variability in the reproductive cycle of *Stichopus mollis* (Echinodermata: Holothuroidea). *Invertebr. Reprod. Dev.* 17: 1-7p.
- Sewell, M. A., P. A. Tyler, C. M. Young, C. Conand., 1997**. Ovarian Development in the Class Holothuroidea: a Reassessment of the "Tubule Recruitment Model". *Biol. Bull.* 192:17-26p.
- Sheppard CRC, Bellamy DJ., 1974**. Pollution of the Mediterranean around Naples. *Mar Pollut Bull* 5:42– 44p.
- Shiell G. and Uthicke S., 2006**. Reproduction of the commercial sea cucumber *Holothuria whitmaei* (Holothuroidea: Aspidochirotida) in the Indian and Pacific Ocean regions of Australia. *Marine Biology* 148(5):973–986p.
- Shipigel, M., MacBride, S. C., Marciano, S., Lupatsch, I., 2004**. The effect of photoperiod and temperature on the reproduction of European sea urchin, *Paracentrotus lividus*. *Aquaculture* 232, 343 -355.
- Siddique S., and Ayub Z., 2018**. To Estimate Growth Function by the Use of SLW Index in the Sea Cucumber *Holothuria arenicola* (Holothuroidea: Echinodermata) of Pakistan (Northern Arabian Sea). *Thalassas: An International Journal of Marine Sciences*.
- Siddique S., Ayub Z. & Siddiqui G., 2014**. Length-weight relationship and condition factor in *Holothuria arenicola* (Holothuroidea: Echinodermata) found on two rocky coasts of Karachi, Pakistan, *Pakistan Journal of Marine Sciences*, 23: 51-63 p.
- Siegenthaler, A., Cánovas, F., González-Wangüemert, M., 2015**. Spatial distribution patterns of *Holothuria arguinensis* in the Ria Formosa (Portugal). *J. Sea Res.* 102,33–40p.
- Skandrani, Y., Ghouaiel, S., Bouriga, N., Chalghaf, M. et Missaoui, H., 2013**. Etude de la composition biochimique de l'holothurie *Holothuria polii* de Tunisie. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, (40) : 895. Telahigue, K., Hajji, T., Rabe

- Slimane Tamacha F., Soualili D. L., et Mezali K., 2019.** Reproductive biology of *Holothuria(Roweothuria) poli* (Holothuroidea: Echinodermata) from Oran Bay, Algeria. SPC Beche de- Mer Information Bulletin 39:47–53 p.
- Smiley, S. 1988.** The Dynamics of Oogenesis and the Annual Ovarian Cycle of *Stichopus californicus* (Echinodermata:Holothuroidea). Biol. Bull. 175: 79-93p.
- Smiley S., 1994.** Holothuroidea. In: E W. Harrison (eds.). *Microscopic Anatomy of Invertebrates*,. Wilev. New York, 14: 401-471p.
- Smiley S., McEuen F.S., Chaffee C., Krishnan S., 1991.** Echinodermata: Holothuroidea. In: Giese A., Pearse J., Pearse V.B. (eds.), Reproduction of marine invertebrates, vol. VI. Echinoderms and lophophorates. Boxwood Press, Pacific Grove, CA, 663-750p.
- Smith, R.H., 1971.** Reproductive biology of a brooding sea star *Leptasterias pusi/fa*, in the Monterey Bay region. Ph.D. Dissertation, Stanford.
- Solan M., Cardinale B.J., Downing A.L., Engelhardt K.A.M., Ruesink J.L., Srivastava D.S., 2004.** Extinction and ecosystem function in the marine benthos. *Science*, 306: 1177-1180p.
- Soualili D. L., 2008.** Les populations naturelles d'oursins : un outil évaluateur de l'état de santé de la côte d'Alger. Thèse. Doct. Océan. Univ. U.S.T.H.B. 147p +annexes.
- Spare P., & Venema S.C., 1996.** Introduction à l'évaluation des stocks des poissons tropicaux. Première partie: Manuel. FAO *Doc.Tech.sur les Pêches*, 306(1), Rome.401p.
- Spirlet, C., P. Grosjean & M. Jangoux., 2000.** Optimization of gonad growth by manipulation of temperature and photoperiod in cultivated sea urchins, *Paracentrotus lividus* (Lamarck Echinodermata). *Aquaculture*, 185: 85–99p.
- Stabili L, Pagliara P., 1994.** Antibacterial protection in *Marthasterias glacialis* eggs - characterization of lysozyme-like activity. *Comp Biochem Physiol B* 109(4):709–713p.
- Stabili L, Pagliara P, Roch P., 1996.** Antibacterial activity in the coelomocytes of the sea urchin *Paracentrotus lividus*. *Comp Biochem Physiol B* 113:639–644p.

- Starr M, Himmelman H, Therriault JC., 1990.** Direct coupling of marine invertebrate spawning with phytoplankton blooms. *Science* 247-107p, 1-1074p.
- Starr M. Himrnelman H, Therriault JC., 1993.** Environmental control of green sea urchin, *Strongylocentrotus droebachiensis*, spawning in the St. Lawrence Estuary. *Can J Fish Aquat Sci* 50:894-901p.
- Sulardiono, B., S. B. Prayitno, and I. B. Hendrarto. 2012.** The growth analysis of *Stichopus vastus* (Echinodermata: Stichopodidae) in Karimunjawa waters. *J. Coast. Dev.* 15:315–323.
- Taghon G.L. 1982.** Optimal foraging by depositfeeding invertebrates: Roles of particle size and organic coating. *Oecologia* 52:295–297.
- Tanaka Y., 1958.** Seasonal changes occurring in the gonad of *Stichopus japonicus*. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido University*, 9: 29–36p.
- Thibaut, T.Y., 2001.** Etude fonctionnelle, contrôle et modélisation de l’invasion d’une algue introduite en Méditerranée: *Caulerpa caulerpa*, Thèse. *Doct. Ocea. Biol. Env. Mar. Univ. Paris.* 258p.
- Tinthoin R., 1952 -** L’Oranie: sa géographie, son histoire, ses centres vitaux /Oran : *Ed. L. Fouque*, 55p.
- Toral-Granda, M. V. y P. C. Martínez., 2007.** Reproductive biology and population structure of the sea cucumber *Isostichopus fuscus* (Ludwig, 1875) (Holothuroidea) in Caamano, Galápagos Islands, Ecuador. *Mar. Biol.*, 151: 2091–2098p.
- Toral-Granda, V., A. Lovatelli & M. Vasconcellos., 2008.** Sea Cucumbers. A Global Review on Fishery and Trade. *FAO Fisheries Technical Paper. No. 516.* FAO, Rome.
- Tortonese, E., 1965.** Fauna d’Italia. Echinodermata. Edizioni Calderini Bologna; Officine Grafiche Calderini. Bologna, Italy. 422 p.
- Tortnese E. et Vadon C., 1987.** Oursin et Holothuries (Echinodermes) in fiche FAO identification des espèces pour les besoins de pêche Révision I, Méditerranée, Mer noire zone de pêche 37 vol I, végétaux et invertébrés: 715 739p.

- Tuwo, A. and Conand, C., 1992.** Reproductive biology of the holothurian *Holothuria forskali* (Echinodermata). *Journal of Marine Biology Association, United Kingdom* 72:745–758p.
- Tuya F., Hernández J.C., Clemente S., 2006.** Is there a link between the type of habitat and the patterns of abundance of holothurians in shallow rocky reefs? *Hydrobiologia* 571: 191-199p.
- Uthicke S., 1999.** Sediment bioturbation and impact of feeding activity of *Holothuria* (*Halodeima*) *atra* and *Stichopus chloronotus*, two sediment feeding holothurians, at Lizard Island, Great Barrier Reef. *Bulletin of Marine Science* 64(1):129-141p.
- Uthicke S., 2001a.** Nutrient regeneration by abundant coral reef holothurians. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 265: 153-170p.
- Uthicke S., 2001b.** Interactions between sediment-feeders and microalgae on coral reefs: grazing losses versus production enhancement. *Marine Ecology Progress Series* 210:125–138p.
- Uthicke, S. 2001c.** Interactions between sediment-feeders and microalgae on coral reefs: Grazing losses versus production enhancement. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 210: 125-138(2001c).
- Uthicke S. and Karez R., 1999.** Sediment patch selectivity in tropical sea cucumbers (Holothurioidea: Aspidochirotida) analysed with multiple choice experiments. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 236, 69–87p.
- Uthicke, S., Benzie, J.A.H., 2000.** Effect of Beche-de-mer fishing on densities and size structure effect of *Holothuria nobilis* (Echinodermata: Holothuroidea) populations on the Great Barrier Reef. *Coral Reefs* 19, 271–276p.
- 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: 1395-1404p.
- Uthicke S. and C. Conand., 2005.** Local examples of beche-de-mer overfishing: An initial summary and request for information. *SPS Beche-de-mer. Info. Bull.*, 21: 9-14p.
- Vadas R.L., 1977.** Preferential feeding: An optimization strategy in sea urchins. *Ecological Monographs* 47: 337-371p.

- Varma G. 2010.** Sleuths find protected sea cucumber on five-star hotel's menu. Daily News and Analysis, Mumbai. 10 March 2010.
- Valente, S., Serrão, E.A., González-Wangüemert, M., 2015.** West versus EastMediterranean Sea: origin and genetic differentiation of the sea cucumber *Holothuria polii*. Mar. Ecol. 36, 485–495.
- Vergara-Chen, C., González-Wangüemert, M., Marcos, C., Pérez-Ruzafa, A., 2010.** Genetic diversity and connectivity remain high in *Holothuria polii* (Delle Chiaje 1823) across a coastal lagoon-open sea environmental gradient. Genetica 138, 895–906.
- Verlaque.M., et Nedelec H., 1983a.** Biologie de *Paracentrotus lividus* (Lmk) sur substrat rocheux en Corse Alimentation des adultes. Symbioses, 15(4):221-222p.
- Verlaque.M. et Nedelec H., 1983b.** Note préliminaire sur les relations biotiques *Paracentrotus lividus* (Lmk) et herbier de Posidonies. Rapp.Comm.Mer Medit., 28(3): 157-158p.
- Warnau M., 2002.** Bioaccumulation of heavy metals and radionuclides in the *Posidonia oceanica* meadow, an endemic Mediterranean ecosystem. In: Metal and radionuclide bioaccumulation in marine organisms. CIESM Workshop Monographs n°19.
- Warnau M, Teyslié JL, Fowler SW., 1996a.** Biokinetics of selected heavy metals and radionuclides in two marine macrophytes: the seagrass *Posidonia oceanica* and the alga *Caulerpa taxifolia*. Mar Environ Res 41:343–362p.
- Warnau M, Teyslié JL, Fowler SW., 1996b.** Biokinetics of selected heavy metals and radionuclides in the common Mediterranean echinoid *Paracentrotus lividus*: sea water and food exposures. Mar Ecol Prog Ser 141:83–94p.
- Warnau M, Teyslié JL, Fowler SW., 1996c.** Cadmium bioconcentration in the echinoid *Paracentrotus lividus*: influence of the cadmium concentration in seawater. Mar Environ Res 43:303–314p.
- Warnau M, Biondo R, Temara A, Bouquegneau JM, Jangoux M, Dubois P., 1998.** Distribution of heavy metals in the echinoid *Paracentrotus lividus* from the Mediterranean *Posidonia oceanica* ecosystem: seasonal and geographical variations. J Sea Res 39:267–280p.

- West G., 1990.** Methods of assessing ovarian development in fish: a review. *Australian Journal of marine and Freshwater research*, 41: 199 – 222p.
- Wiedemeyer W.L., 1992.** Feeding behaviour of two tropical holothurians, *Holothuria (Metriatyla) scabra* (Jaeger 1833) and *H. (Halodeima) atra* (Jaeger 1833), from Okinawa, Japan. In: Proceedings of the 7th International Coral Reef Symposium, Mangilao Guam. Richmond R.H. (ed). University of Guam Press, 853–860p.
- Wiedmeyer, W.L. 1995.** Ethology of two tropical sea cucumbers *Holothuria scabra* (Jager, 1833) and *Holothuria atra* (Jager, 1833) of Okinawa (Japan). SPC, Bêche-de-mer Bulletin 7: 32.
- Wolkenhauer S.M., Uthicke S., Burridge C., Skewes T., Pitcher R., 2010.** The ecological role of *Holothuria scabra* (Echinodermata: Holothuroidea) within subtropical seagrass beds. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 90: 215-223p.
- Xing J. and Chia F-S., 2000.** Oposonin-like molecule found in coelomic fluid of a sea cucumber, *Holothuria leucospilota*. *Marine Biology* 136: 979–986p.
- Xing Kun, Shilin Liu, Hongsheng Yang, Mingzhu Zhang¹ et Yi Zhou.¹, 2012** .Élevage en cages d'holothuries *Apostichopus japonicus* transférées en Chine méridionale (archipel de Shengsi) La Bêche-demer, Bulletin de la CPS N°32 : 33-38p.
- Yaacob H.B, Kim K.H, Mustapha M.S., 1994.** Antinociceptive effect of the water extract of Malaysian seacucumber. *Asia Pac J Pharmacol* 9(1):23–28p.
- Yamada K, Matsubara R, Kaneko M, Miyamoto T, Higuchi R., 2001.** Constituents of Holothuroidea. 10. Isolation and structure of a biologically active ganglioside molecular species from the sea cucumber *Holothuria leucospilota*. *Chem Pharm Bull* 49(4):447–452p.
- Yamanouchi T., 1939.** Ecological and physiological studies on the holothurians in the coral reefs of Palao Islands. *Stud. Palao Trop. Biol. Stu.* 4: 603-636p.
- Yang, H., X. Yuan, Y. Zhou, Y. Mao, T. Zhang, and Y. Liu. 2005.** Effects of body size and water temperature on food consumption and growth in the sea cucumber *Apostichopus japonicus* (Selenka) with special reference to aestivation. *Aquacult. Res.* 36:1085–1092.

Yanga B, Zhub J, Gaoc J, Zhanga H.T, Zhenga X.Z., 2003. Observations of 2000 DP 107 in NAOC: rotation.

Yaqing, C., Changqing, Y. & Song , X. 2004. Pond culture of Sea cucumbers (*Apostichopus japonicus*) in Dalian. p. 269-272.

Yingst J.Y., 1976. The utilization of organic matter in shallow marine sediments by an epibenthic deposit-feeding holothurian. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 23: 55-69p.

Zetina Moguel C., Ríos Lara G., Hernández Herrera I., Guevara Ortiz M., Ortiz Avilés E., Pool Gómez J., 2002. Catálogo de especies de pepino de mar comercializables del Estado de Yucatán. Editorial Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán.

Zhong, Y., Khan, M. A., and Shahidi, F. 2007. Compositional characteristics and antioxidant properties of fresh and processed sea cucumber (*Cucumaria frondosa*). *J. Agric. Food Chem.* 55(4): 1188–1192.

Zou ZR, Yi YH, Wu HM, Wu JH, Liaw CC, Lee KH., 2003. Intercedensides A–C, three new cytotoxic triterpene glycosides from the sea cucumber *Mensamaria intercedens* Lampert.

LOGICIEL UTILISÉ:

FISAT II (2000-2004). - The FAO-ICLARM Fish Stock Assessment Tools (FISAT II, user's guide) 2000-2004 FAO, Rome, Italie. Version 1.1.2.

ANNEXE A

Annexe 1 : Fiche d'échantonnage mensuelle

Date : Heure :

Espèce :

N°	Lt	PHC	Sexe	PG
01				
02				
03				

Annexe 2 : Fiche de stade de maturité.

N Tube	Stade I	Stade II	Stade III	Stade IV	Stade V	Remarques
01						
02						
03						
04						

Annexe 3 : Hématoxyline (100mL)

Solution	Volume et quantité	Conservation
Solution (a) :		
Hématoxyline	0,5 g	
Ethanol absolu	5 ml	
Solution (b) :		
Alun de K	10 g	
Eau distillée	100 ml	
Oxyde de mercure	0,25 g	
Acide acétique	2 ml	
Solution (a) +(b)		Ajout de 2 % d'acide Acétique pour conserver

Annexe 4 : Eosine B (100 mL)

Solution	Volume et quantité
Eosine B	1g
Ethanol 70°	100 ml

Annexe 5 : Solution albumineuse

Composants	Quantités
Albumine d'oeuf	1g
Eau distillée	100ml

Annexe 6: Questionnaire pour les pêcheurs des concombres de mer :

Chers Monsieur, Madame

Le questionnaire suivant est réalisé dans le cadre d'un travail de recherche visant à mener une enquête sur la collecte des concombres de mer sur les côtes algériennes et son utilisation dans la pêche.

Merci d'avance pour votre aimable coopération.

1. Etes-vous un : pêcheur

Chasseur

Plongeur

Amateur de la pêche

Autre

2. Connaissez-vous le concombre de mer :

Oui

Non

3. Avez-vous ramassé les concombres de mer :

Oui

Non

Si oui pour qu'elle raison ?

Pêche à la ligne

Vente

ANNEXE B

Participation aux séminaires et colloques

- **SLIMANE TAMACHA F, MAZOUZ M .,** 2017. « Les statistiques de la pêche chez les sardiniens au niveau du port d'Oran » VI^{ème} Rencontre Tuniso-Française d'Ichtyologie, 18 au 20 mars 2017.
- **SLIMANE TAMACHA F, LARDJA A, MAZOUZ M.,** 2017. « Contribution au suivi de la croissance de la moule de méditerranée *Mytilus galloprovincialis* élevée en suspension dans la baie d'Oran » dix Septièmes Journées Tunisiennes des Sciences de la Mer, Tunisie, du 18 au 21 Décembre 2017.
- **SLIMANE TAMACHA F, MEZALI K .,** 2017« Contribution à l'étude de la structure de taille et de la croissance du concombre de mer *Holothuria (Roweothuria) poli* de la baie d'Oran » VII^{ème} Journées Scientifiques de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de Mostaganem, 26 et 27 Avril 2017.
- **SLIMANE TAMACHA F, BENDAOU S.,** 2018. « L'aquaporine : une association vertueuse des poissons et des végétaux en eau douce » 1^{er} forum de l'entrepreneuriat vert, 12 au 14 Avril 2018 à Oran.
- **SLIMANE TAMACHA F, MEZALI K.,** 2019. Etude du développement macroscopique des gonades du "concombre de mer" *Holothuria (Platyperona) sanctori* (Holothuroidea: Echinodermata) dans la baie d'Oran VII^{ème} Journées Nationales des Sciences de la Nature et de la Vie de Mostaganem, 09 et 10 mai 2018.
- **SLIMANE TAMACHA F, MEZALI K.,** 2019. Etude du développement macroscopique des gonades du "concombre de mer" *Holothuria (Platyperona) sanctori* (Holothuroidea: Echinodermata) dans la baie d'Oran. Journée d'Etude sur l'Evaluation et la Valorisation des Ressources Marines Littorales à Mostaganem, le 09 juin 2019.