

République Algérienne Démocratique et Populaire

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



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة والحياة

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MER ET DE L'AQUACULTURE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

Tabet Ikram & Latreche Radhia

Pour l'obtention du diplôme de

**MASTER EN HYDROBIOLOGIE MARINE ET
CONTINENTALE**

Spécialité : Ressources Halieutiques

THÈME

**Statistique de pêche et étude biométrique de quelques
espèces d'Échinoderme des fonds chalutables de la côte
de Mostaganem.**

Soutenue publiquement le /09/2020

DEVANT LE JURY

Président	M. BELBACHIR N	MCB	U. Mostaganem
Encadreur	M. MEZALI Karim	MAB	U. Mostaganem
Examineur	M. BOUZAZA Z	MCB	U. Mostaganem

Thème réalisé au Laboratoire de protection, valorisation des ressources marines et littorales et systématique moléculaire PVRMLSM (Université de Mostaganem)

Année universitaire 2019/2020.

Avant-propos

La thématique de ce modeste travail rentre dans le cadre d'un axe de recherche du laboratoire (LPVRMLSM) qui était sous la supervision de l'informateur monsieur Karim Mezali qui nous a fourni toutes les possibilités de travail de cette étude qui était sur la connaissance et la valorisation des échinodermes de la côte ouest algérienne.

Remerciements

- ❖ *La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui nous voudrions témoigner toute notre gratitude.*
- ❖ *Nous voudrions tout d'abord adresser toute notre reconnaissance au directeur de ce mémoire Monsieur **Mezali Karim** qui fut le premier à nous faire découvrir le sujet qui a guidé notre mémoire et surtout pour nous avoir donné l'occasion extraordinaire de réaliser notre travail de terrain et pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter notre réflexion.*
- ❖ *Nous adressons nos sincères remerciements à toutes les équipes de laboratoire qui étaient toujours présentes pour nous guider dans notre travail spécifiquement chef de laboratoire et notre encadreur monsieur **Mezali Karime** qui a fourni tous les moyens de travail.*
- ❖ *Un grand merci à notre cher prof monsieur **Toufik Mansori** qui était toujours présent pour donner un coup de main et pour ses conseils précieux qui nous a apporté son soutien moral et intellectuel tout au long de notre démarche.*

- ❖ *Nous désirons aussi à remercier spécialement notre enseignant et président du jury M. BELBACHIR NOUREDDINE qui nous a apporté le soutien moral et intellectuel tout au long de notre parcours.*
- ❖ *Nous remercions en particulier notre examinateur Monsieur BOUZAZA ZOUHEIR qui a pris le temps de discuter de notre sujet. À tous ces intervenants, nous présentons nos remerciements notre respect et notre gratitude.*
- ❖ *Nous tenons également à remercier d'une façon toute particulière tous les pêcheurs locaux de deux ports "Mostaganem et de la Salamandre" pour leurs précieuses aides durant l'échantillonnage. Notre remerciement s'adresse également à notre collègue Beldjilali Mohamed et à M. Benzait Hocine et madame Ihcen Khoudja.*

Enfin, nos remerciements les plus intenses vont à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce mémoire

À mes chers parents ma mère et mon père

Pour leurs patiences, leur soutien et leurs encouragements

À ma sœur CHAIMAE

À mon frère DJILALI

À toute ma famille sans exception

À mes proches amies BELKACEM NOOR EL HOUDA et

BELHOUARI SOUAD

À mon binôme et mon amie LATRECHE RADHIA

Sans oublier tous les professeurs que ce soit du primaire, du moyen, du secondaire, ou de l'enseignement supérieur.

TABET IKRAM

*À mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leurs
amours, leurs tendresses, leur soutien et leurs prières tout au
long de mes études*

*À mes chères sœurs IMENE et NAFISSA pour leurs
encouragements permanents, et leur soutien moral.*

*À mon chers frère MAHFOD pour son appui et son
encouragement*

*À mon fiancé LARBAOUI MAHFOD pour son générosité
son aide précieuse et son soutien morale*

*À ma partenaire de mémoire TABET IKRAM mon binôme
mon amie qui rien n'aurait été pareil avec laquelle j'ai
pris beaucoup de plaisir à travailler.*

*À toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon
parcours universitaire, Que ce travail soit l'accomplissement
de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien
infaillible.*

Merci d'être toujours là pour moi.

LATRECHE RADHIA

Sommaire

Sommaire

Introduction.....	1
-------------------	---

Chapitre 01 : Revue Bibliographique

I. Présentation générale de la mer Méditerranée	3
I.1. Le bassin occidental.....	3
I.1.1. Le bassin algérien	4
I.2. Contexte océanographique général.....	4
II. Secteur de la pêche en Algérie	6
II.1. La frange littorale Algérienne	6
II.1.1. Structures sédimentologiques.....	9
II.1.3. Physico-chimie des eaux de fond	12
II.2. Étendue de la pêche en Algérie	13
II.2.1. Les ports de pêche et sites de débarquement	13
II.2.2. Cadre réglementaire appliqué au secteur de la pêche	14
II.2.3. Protection des ressources halieutiques et limitation de l'effort de pêche en méditerranée	14
II.3. Les prises accessoires	15
II.3.1. Politiques et la gestion des prises accessoires	16
II.3.2. Impacts des prises accessoires.....	16
III. Les échinodermes	16
III.1. Phylogénie des échinodermes	17
III.2. Caractères généraux des Échinodermes	18
III.3. Classe des Astrides (étoiles de mer).....	18
III.3.1. Classification des astérides (étoiles de mer)	18
III.3.2. Anatomie des astérides	19
III.3.2.1. Anatomie externe	19
III.3.2.2. Anatomie Interne	22
III.3.3. Principaux prédateurs	27
III.3.4. Rôle écologique, biologique des "étoiles de mer"	27
III.3.4.1. Rôle écologique.....	27
III.3.4.2. Rôle biologique	28
III.3.5. Pêche, commercialisation et consommation	28
III.4. Les holothuries "Concombres de mer"	28

III.4.1. Classification des holothuries	30
III.4.2. Morphologies des holothuries	30
III.4.3. Morphologie externe	30
III.4.4. Morphologie interne	31
III.4.5. Reproduction et cycle de vie	32
III.4.5. Valeur économique des holothuries	34
III.4.5.1. Pêche et commercialisation (Bêche-de-mer)	34
III.4.5.2. Valeur pharmaceutique	34
III.4.6. Aquaculture	35

Chapitre 02 : Matériels et Méthodes

I. Objectifs de l'étude	37
II. Connaissance et valorisation de quelques espèces d'Échinodermes épibenthiques des fonds chalutables de la côte de Mostaganem	37
II.1. Description des fonds de la côte de Mostaganem	37
II.2. Stations d'échantillonnage	37
II.3. Traitement des échantillons	39
II.4. Relation Taille- Poids (relation d'allométrie)	40
III.5. Traitement statistique des données	41

Chapitre 03 : Résultats et Discussions

I. Résultats et discussions	42
I.1. Statistiques de pêche	42
I.2. Caractéristiques des espèces d'Échinodermes des fonds chalutables de la côte de Mostaganem	43
I.3. Contenu stomacal de <i>Astropecten aranciacus</i>	52
Conclusion	53

Liste des figures

Liste des figures

N° figure	Titre des figures	Page
01	Situation du bassin méditerranéen occidental et position des différents lieux cités. Schéma tracé à l'aide de Generic Mapping Tools (Wessel et Smith, 1995).	03
02	Circulation globale en Méditerranée (Millot, 1999).	05
03	Circulation de surface et vitesse des courants (source : INGV, 2008).	06
04	Localisation et morphologie du littoral algérien.	07
05	Variation moyenne des paramètres température (C°), salinité, oxygène dissous (mg/l) et pH des eaux de fonds des principaux golfes et Baies algériennes (Grimes, 2010).	12
06	Variation moyenne des paramètres température (C°), salinité, oxygène dissous (mg/l) et pH des eaux de fond des principaux ports algériens (Grimes, 2010).	12
07	Arbre phylogénétique et innovations évolutives des 5 classes des échinodermes actuels (modifiée d'après "tree of life project")	17
08	L'anatomie externe d'une astérie	19
09	Représentation du madrépore d'une astérie (Khanna, 2005)	21
10	Anatomie interne d'un astéride	22
11	L'appareil digestif d'une étoile de mer	23
12	L'appareil reproducteur d'une étoile de mer	24
13	Système circulatoire et nerveux d'une étoile de mers	25
14	Une astérie se nourrissant d'une moule (Khanna, 2005).	26
15	Sclérites de <i>Holothuria (Lessonothuria) lineata</i> (Samyn et al., 2019).	29
16	Anatomie externe d'une holothurie	31
17	Anatomie interne d'une holothurie	32
18	Reproduction sexuée chez <i>H. (H.) tubulosa</i> (Bertoncini et al., 2008)	33
19	les différents stades larvaires chez <i>H. (H.) scabra</i> (Bell et al., 2007)	33
20	Aquaculture des holothuries à Madagascar	36
21	Carte bathymétrique de la côte de Mostaganem et du golf d'Arzew (Mansouri, 2012).	38
22	Un lot d'étoiles de mer récupéré d'un pêcheur local.	39
23	Individu de <i>Marthastrias glacialis</i>	44
24	Individu d' <i>Echinaster sepositus</i> .	44
25	Individu d' <i>Astropecten aranciacus</i> .	45
26	Individu de <i>Tethyaster subinermis</i> .	45
27	Individu de <i>Chaetaster longipes</i> .	46
28	Morphologie externe et sclérites de <i>P. regalis</i> .	46
29	Relation taille-poids chez l'espèce <i>M. glacialis</i> .	48
30	Relation taille-poids chez l'espèce <i>E. sepositus</i> .	48
31	Relation taille-poids chez l'espèce <i>A. aranciacus</i> .	49

32	Relation taille-poids chez l'espèce <i>T. subinermis</i> .	49
33	Contenu stomacal d'un individu de <i>Astropecten aranciacus</i> .	52

Liste des tableaux

Liste des Tableaux

N° tableau	Titre des tableaux	Page
01	Principales caractéristiques sédimentologiques de la côte Algérienne	09
02	Répartition des wilayas maritimes par région	14
03	Classification des astéries	19
04	Les principaux prédateurs des étoiles de mer	27
05	Classification des holothuries	30
06	Effectifs et stations s'échantillonnages d'Astéries et de concombres de mer capturés durant la période d'échantillonnage.	42
07	Taxinomie et morphologie externe des étoiles de mer et d'holothuries des fonds chalutables de la côte de Mostaganem.	43
08	Caractéristiques biométriques des espèces d'Échinodermes étudiées. SD = Écart-type.	47
09	Analyse des régressions linéaires des paramètres biométriques des étoiles de mer étudiées et détermination de la nature de la croissance.	50

La présente étude rentre dans le cadre de l'évaluation des ressources halieutiques de la côte Algérienne et elle contribue à la connaissance et à la valorisation de quelques espèces d'Échinodermes pêchées comme prises accessoires au niveau de quelques stations des fonds chalutables de la côte de Mostaganem. Concernant les prises accessoires, le présent travail nous a permis d'identifier 6 espèces d'Échinodermes (5 Astérides et 1 holothuride de la famille des Stichopodidae). Des mensurations ont été réalisées sur les individus de chaque type d'espèce. Pour les étoiles de mer, nous avons adopté les mesures biométriques proposées par (Gianguzza et al., 2015). Les résultats de l'étude de paramètres métriques ont montré que les individus d'Astéries sont caractérisés par une allométrie minorante (relation taille-poids), alors que pour l'accroissement linéaire la nature de la croissance change avec les mesures biométriques considérées. De même, nous avons constaté que les nouveaux paramètres biométriques [Hauteur des Bras : HB & Largeur des bras : LARB] du protocole de (Gianguzza et al., 2015) présentent des corrélations beaucoup plus importantes avec les poids des étoiles de mer étudiées. Cela constitue un résultat prometteur pour l'utilisation de ce protocole dans d'autres études et de contribuer à la standardisation des mesures des différentes parties du corps des espèces de la classe des Astérides. De même, cette étude nous a permis de signaler pour la première fois la présence d'une étoile de mer qui n'a jamais été enregistrée dans les études antérieures sur les Astéries du bassin Ouest de la côte Algérienne. Il s'agit de deux individus de *Chaetaster longipes* (Retzius, 1805). En outre, l'inspection du contenu stomacal de *Astropecten aranciacus* nous a permis de confirmer la voracité de cette espèce. Nous avons constaté que l'ingestion est intraorale et il paraît que cette espèce a la capacité de sélectionner ses proies en fonction des tailles de leurs tests.

Mots clés : Ressources halieutiques, Prises accessoires, Epi-benthiques, Fonds chalutables, Etoile de mer, Holothuride.

Abstract

The present study is part of the fishery resource assessment of the Algerian coast and it contributes to the knowledge and the valuation of some species of Echinoderms fished as bycatches at the level of some stations of the trawlable bottom of the coast of Mostaganem.. Regarding bycatch, this work has enabled us to identify 6 species of Echinoderms (5 Asterids and 1 holothurid of the Stichopodidae family). Measurements were taken on individuals of each type of species. For starfish, we adopted the biometric measures proposed by (Gianguzza et al., 2015). The results of the study of metric parameters showed that starfish individuals are characterized by a negative allometry (length-weight relationship), while for linear evolution the nature of growth changes with the biometric measurements considered. Similarly, we found that the new biometric parameters [Arm Height: HB & Arm Width: LARB] of the (Gianguzza et al., 2015) protocol show much greater correlations with the weights of the studied starfish. This is a promising result for the use of this protocol in other studies and it help to standardize the measurements of different body parts of species of the Asteroid class. In addition, this study allowed us to report for the first time the presence of a starfish which has never been recorded in previous studies on Asteroid species in the western basin of the Algerian coast. These are two individuals of *Chaetaster longipes* (Retzius, 1805). In addition, inspection of the stomach contents of *Astropecten aranciacus* allowed us to confirm the voracity of this species. We have found that ingestion is intraoral and it appears that this species has the ability to select its prey based on the sizes of their tests.

Key words: Fish Resources, Bycatch, Epi-Benthic, Trawl funds, Starfish, Holothurid.

ملخص

تندرج هذه الدراسة في إطار تقييم الموارد السمكية للسواحل الجزائرية وتسهم في معرفة وتقييم بعض أنواع شووكيات الأوجه التي تم التقاطها بشكل عرضي على مستوى بعض المحطات في قاع البحر باستعمال شبك الجر في سواحل مستغانم. فيما يتعلق بالصيد العرضي، فقد مكنا هذا العمل من التعرف على 6 أنواع من شووكيات الأوجه (5 أصناف من نجوم البحر وصنف واحد من خيار البحر من عائلة Stichopodidae). تم إجراء القياسات على الأفراد من كل صنف من الأصناف. بالنسبة لنجم البحر، اعتمدنا القياسات البيومترية التي اقترحتها (Gianguzza et al., 2015). أظهرت نتائج دراسة القياسات المترية أن أفراد نجوم البحر يتميزون بقياس سالب (علاقة الطول بالوزن)، بينما بالنسبة للزيادة الخطية فإن طبيعة تغيرات النمو تتغير حسب القياسات البيومترية المأخوذة. وبالمثل، وجدنا أن القياسات البيومترية الجديدة [ارتفاع الذراع وعرضه المقدمة من طرف بروتوكول Gianguzza et al., 2015] تظهر نسبة ارتباط أكبر بكثير مع أوزان نجم البحر المدروس. هذه نتيجة واعدة لاستخدام هذا البروتوكول في دراسات أخرى والمساهمة في توحيد القياسات لأجزاء الجسم لمختلف أنواع نجوم البحر. بالإضافة إلى ذلك، سمحت لنا هذه الدراسة بالإبلاغ لأول مرة عن وجود صنف من نجوم البحر لم يتم تسجيله في دراسات سابقة عن هذا الصنف من شووكيات الأوجه في الحوض الغربي للساحل الجزائري. إنهما فردان من *Astropecten Chaetaster longipes* (Retzius, 1805) بالإضافة إلى ذلك، سمح لنا فحص محتويات المعدة من *aranciacus* بتأكيد شراهة هذا النوع. لقد وجدنا أن الهضم يكون داخل الفم ويبدو أن هذا النوع لديه القدرة على اختيار فريسته بناءً على أحجام صدفياتهم.

كلمات مفتاحية: مصادر سمكية، صيد عرضي، أصناف القاع، أعماق شبك الجر، نجوم البحر، خيار البحر.

Introduction

La mer Méditerranée est riche en ressources marines. Son écosystème marin caractérisé par une biodiversité exceptionnelle (Caddy, 1993), il est habituellement divisé en deux secteurs principaux, la Méditerranée occidentale et la Méditerranée orientale.

Et comme l'Algérie occupe une posture particulière de la Méditerranée La marge continentale de l'Algérie recèle des ressources halieutiques non négligeables, il est impératif d'entamer un état des lieux sur l'activité de la pêche et ses statistiques au niveau des ports algériens.

Et pour cela la gestion et la valorisation de quelques espèces épi benthiques échantillonnées comme prise accessoires ou accidentelles par les différents engins de pêche est nécessaires pour le cadre général de la reconnaissance de différentes populations des macro-invertébrés notamment celles de la classe des Échinodermes.

Notre travail est une contribution à l'étude de quelques espèces épi benthiques échantillonnées comme prise accessoires ou accidentelles qui appartiennent au groupe d'échinodermes.

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

Ce sont des êtres marins qui vivent exclusivement dans l'eau salée, ils sont présents à toutes les profondeurs et sont presque sur les mers du globe. Il existe 5 classes d'échinodermes : les astérides (les étoiles de mer), les échinides (les oursins), les holothuries (les concombres de mer), les crinoïdes (lys de mer), les ophiures.

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

Parmi les objectifs majeurs de cette partie du présent travail est la constitution d'un inventaire faunistique de quelques espèces d'échinodermes prélevées accidentellement au niveau de certains sites des fonds chaluquables de nos côtes algériennes spécifiquement de la côte de Mostaganem.

Pour montrer sa véritable valeur dans la recherche scientifique et à différents domaines de notre vie tel que la médecine, à travers cette étude nous avons reconnu différentes populations et c'est grâce à ces recherches qu'on a pu s'inspirer de sa magnifique morphologie

et de sa diversité écologiques finalement on avait une grande chance et l'honneur de travailler sur ce précieux thème qui va être une clé de plusieurs future recherche scientifiques .

Chapitre 01 :
Revue
bibliographique

I. Présentation générale de la mer Méditerranée

La mer Méditerranée est comprise entre l'Europe, l'Asie et l'Afrique, reliée à l'océan Atlantique par le détroit de Gibraltar. Elle doit son nom au latin "mare Mediterraneum", qui désigne une "mer au milieu des terres" (Goffredo et Dubinsky, 2013). La Méditerranée est presque entièrement fermée par les terres. Faisant communiquer des entités culturelles, politiques et religieuses elle constitue aujourd'hui un immense axe économique. La Méditerranée couvre une superficie d'environ 2510000 km², sa longueur d'Est en Ouest est d'environ 3860 km et sa largeur maximale de près de 1600 km. Sa profondeur moyenne est de 1500 m et elle atteint au maximum 5150 m au large de la côte méridionale de la Grèce (Darques, 2016). Elle est habituellement divisée en deux secteurs principaux, la Méditerranée occidentale et la Méditerranée orientale.

I.1. Le bassin occidental

Il se compose au sud de l'Espagne de la mer d'Alboran, qui représente le début de la grande plaine abyssale qui occupe tout le centre de la mer méditerranée et de la mer Tyrrhénienne, dont les fonds-en certains points, dépassent 3500 mètres. C'est la présence de grandes profondeurs qui caractérisent le bassin occidental, souvent supérieur à 2500 mètres, très proches des côtes, comme le long des côtes algériennes, provençales, Alpes-Maritimes et le long de la Corse (Figure 01).

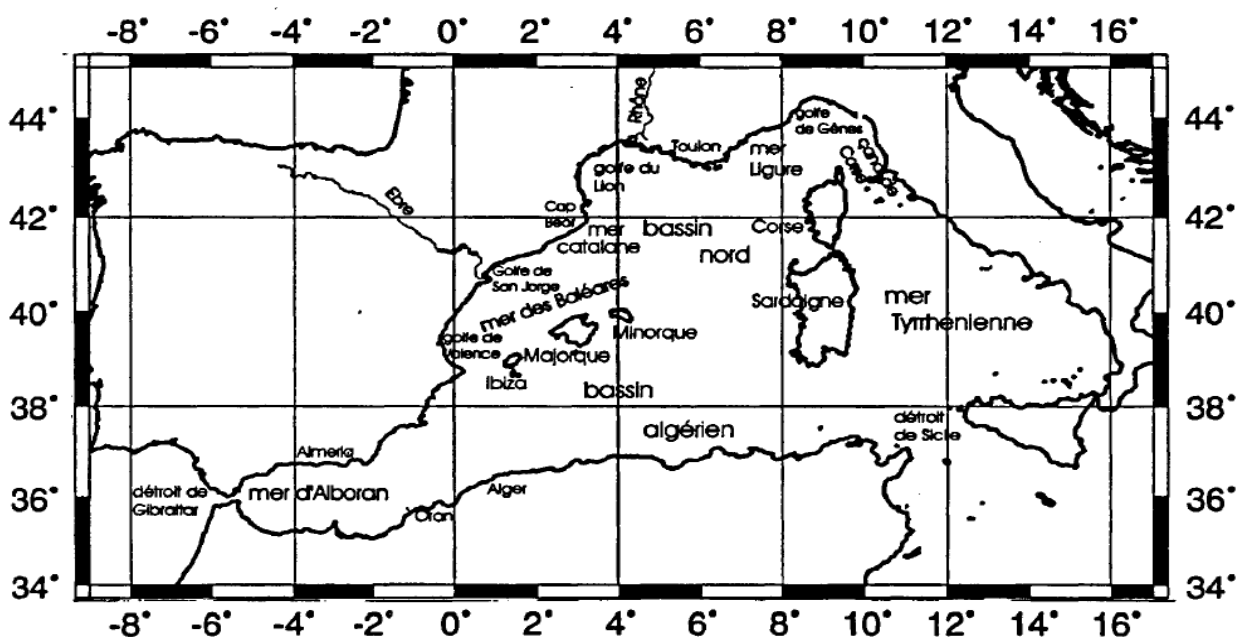


Figure 01 : Situation du bassin méditerranéen occidental et position des différents lieux cités.

Schéma tracé à l'aide de "Generic Mapping Tools" (Wessel et Smith, 1995).

I.1.1. Le bassin algérien

Le bassin algérien occupe la majeure partie du sud de la Méditerranée occidentale (**Figure 01**). Grâce à ses caractéristiques géographiques, ce bassin est un élément clé de la zone pour la circulation générale des masses d'eau dans la Méditerranée occidentale (Millot, 1999). Le bassin algérien dépassant les 2600 m de profondeur est décrit selon (Millot, 1987) comme une zone d'accumulation de mélange, et de transformation des eaux atlantiques, et sans cette couche superficielle, des veines d'eau intermédiaire s'écoulent vers le milieu du bassin Algéro-provençal. Le bassin est considéré comme un réservoir tampon pour l'eau atlantique modifiée entre les détroits de Gibraltar et de Sicile. Sa dynamique est dominée par l'interaction entre les eaux Atlantique d'origine récente et les eaux plus denses résidentes. Selon (Pinaridi et Navarra, 1993), la circulation dans le bassin algérien, est cyclonique en hiver et anticyclonique durant l'été.

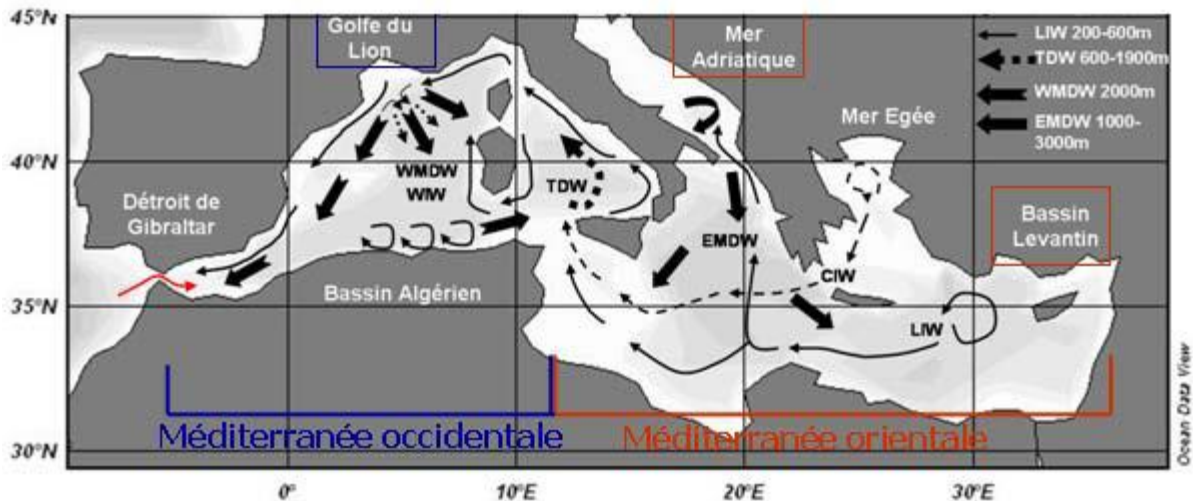
I.2. Contexte océanographique général

La circulation du courant atlantique, du détroit de Gibraltar au canal de Sicile, présente de fortes différences. À l'Ouest, elle est relativement stable et étroitement liée à la géographie du détroit de Gibraltar et de la mer d'Alboran. Les eaux y forment à la surface une couche d'eau atlantique modifiée (MAW) qui circule d'Ouest en Est le long des côtes africaines en formant de vastes tourbillons anticycloniques (Millot, 1999). À la sortie de cette mer, la circulation est pratiquement permanente, dirigée des côtes espagnoles (2°W) vers les côtes algériennes (1°W) ; cette circulation prend ensuite la forme d'une veine de courant qui coule vers l'Est le long de la côte africaine et devient généralement instable à partir de 1-2°E (Millot, 1985). Arrivé aux côtes algériennes, le courant porte le nom de « Courant algérien ».

Des méandres puis des tourbillons cycloniques et anticycloniques se développent ; les tourbillons dérivent vers l'Est à des vitesses de quelques cm.s-1, mais seuls les anticycloniques peuvent atteindre 100 km de diamètre (**Figure 02**), puis s'éloignent de la côte, ils peuvent atteindre des dimensions de plus de 200 km et revenir vers la côte interagir avec la veine de courant (Millot, 1987). Cette eau est soumise à l'évaporation et au mélange avec les eaux méditerranéennes sous-jacentes ; elle peut atteindre une salinité de 38,3 au détroit de Sicile.

Au détroit de Sicile l'Eau levantine intermédiaire « LIW » contribue aux flux sortant du bassin oriental et pénètre dans le bassin occidental par la mer Tyrrhénienne (Millot, 1999). Elle circule sous les eaux atlantiques modifiées de surface et participe activement à la formation des eaux profondes du bassin occidental (**Figure 02**).

Le mélange de l'eau superficielle Atlantique et la LIW forment l'eau profonde du bassin ouest méditerranéen « WMDW, *West Mediterranean Deep Water* », qui plonge dans la zone centrale du golfe du Lion pour tapisser le fond du bassin occidental. L'eau intermédiaire d'hiver « WIW, *Winter Intermediate Water* », prend naissance sur le plateau continental du golfe du Lion et dans la mer Ligurie, et forme une veine d'eau entre la MAW et la LIW, qui se retrouve jusque dans le bassin algérien (Benzohra et Millot, 1995) [Figure 02].




 Eau Atlantique modifiée de surface (MAW)

Figure 02 : Circulation globale en Méditerranée. LIW (eau levantine intermédiaire), TDW (eau dense Tyrrhénienne), WMDW (eau profonde du bassin Ouest Méditerranéen), EMDW (eau profonde du bassin Est Méditerranéen) (Millot, 1999).

Des mesures récentes ont montré qu'une masse d'eau plus salée, plus chaude et plus vieille que la WMDW, s'étend entre 600 et 1900 m dans le bassin algérien (Rhein et al., 1999), appelée Eau Tyrrhénienne Profonde « TDW », elle suit le même trajet que la LIW et contribuerait aux flux sortants au détroit de Gibraltar (Millot et al., 2006). La figure 03 illustre la circulation globale dans la Méditerranée. Les tourbillons du bassin algérien sont probablement un facteur déterminant dans la distribution des sels nutritifs, de la biomasse phytoplanctonique et zooplanctonique le long des côtes algériennes. En outre, ils perturbent la circulation de l'Eau levantine intermédiaire (Millot, 1987) et entraînent l'eau d'origine atlantique des côtes algériennes vers le large, leur influence peut se faire sentir loin vers le Nord.

Ces tourbillons joueraient aussi un rôle important dans le transfert des polluants d'un site à un autre. Il est observé dans les baies des courants locaux avec des vitesses de l'ordre de 0.3 m/s (Grimes, 2005).

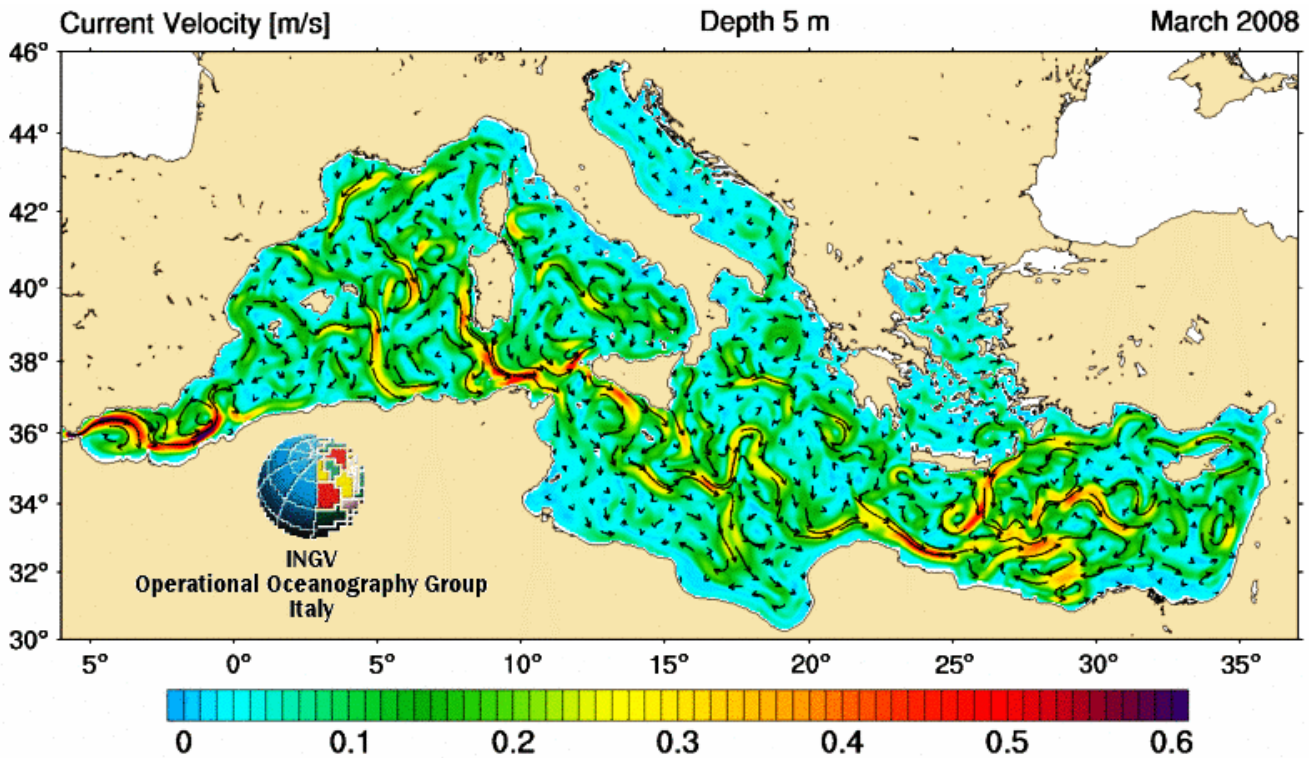


Figure 03 : Circulation de surface et vitesse des courants (source : INGV, 2008).

II. Secteur de la pêche en Algérie

II.1. La frange littorale Algérienne

La côte algérienne est de direction générale SO-NE, elle s'étend de Marsat Ben M'Hidi à l'Ouest au Cap Roux à l'Est sur 1624 km (**Figure 04**). Elle se présente comme une succession de baies et de golfes plus au moins ouverts séparés par des régions très escarpées. Les hautes falaises qui bordent en général cette côte sont naturellement soumises à des érosions marines et éoliennes. Le réseau hydrographique aboutissant en mer compte 31 oueds, dont les plus importants sont les oueds le cas d'oued Tafna qui alimente le milieu marin en apports terrigènes. Les oueds constituent des collecteurs de tous les polluants issus des activités humaines, agricoles et industrielles.

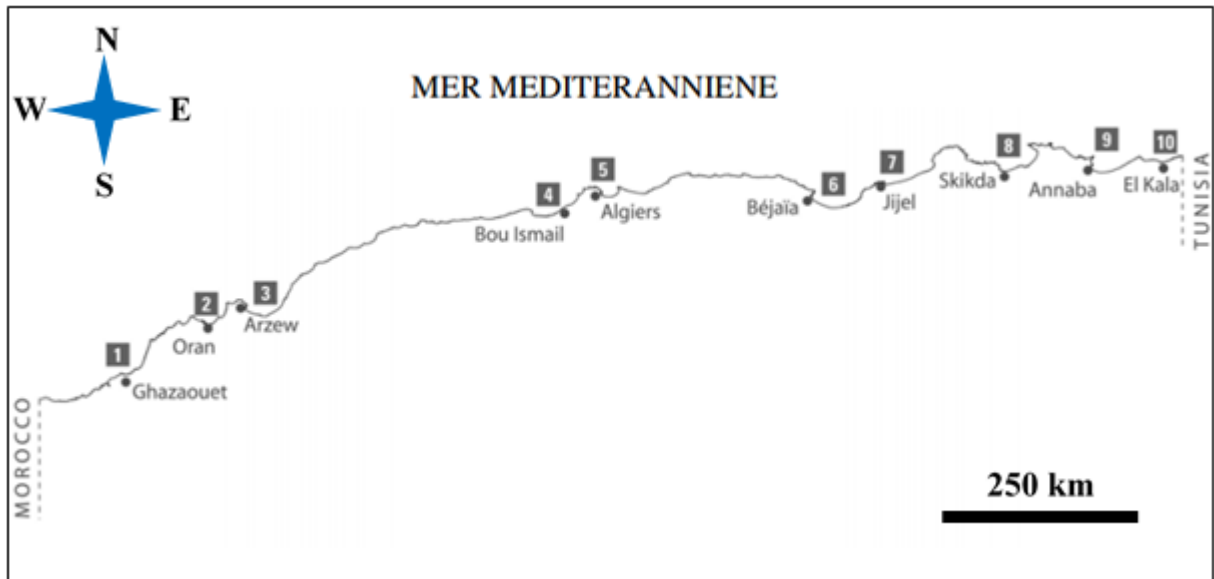


Figure 04 : Localisation et morphologie du littoral algérien.

Le secteur allant de la frontière algéro-tunisienne à Bejaia est dans l'ensemble très diversifié avec des avancées de la chaîne tellienne externe qui gagnent sur la mer. Ce secteur est caractérisé par un ensemble de falaises plus au moins élevées (<40 m) taillées dans les roches dures ignées et métamorphiques, dont les versants sont escarpés et couverts de sol et de végétation et dont la partie inférieure est battue par la mer. La structure géologique individualise des massifs rocheux, séparés par des vallées où coulent des oueds qui débouchent en mer. Les lagunes littorales entre El-Kala et Annaba confèrent une originalité à ce secteur de la côte algérienne. Les plages s'étendent au fond des baies, d'une largeur de quelques mètres à quelques dizaines de mètres, sont presque exclusivement sableuses. Les apports en éléments sableux sont le fait des oueds Seybouse, Kébir Est et Ouest. De Dellys à Ras Bouak, la côte est très homogène, elle est taillée dans une épaisse série détritique formée de schiste et de grès crétacé et paléogène. Ces formations géologiques sont à l'origine d'une indentation du littoral (cap Tedles, Sigli) (Boutiba, 2004). Dans sa partie Est, la côte est élevée et essentiellement rocheuse. Ces rivages sont taillés dans les affleurements de roches calcaires jurassiques présentant des falaises très escarpées et des échancrures occupées par de petites criques sableuses et de grèves. De Dellys à cap Matifou, la morphologie littorale est commandée par deux bassins néogènes : ceux de l'oued Sebaou et de l'oued Isser. La bande côtière est recouverte de formations du quaternaire. Entre cap Matifou et le massif cristallophyllien d'Alger, la baie d'Alger s'inscrit en creux. De Sidi-Fredj vers le mont Chenoua (baie de Bou-Ismaïl), se rencontre une succession de plages. Douaouda marine marque le début des falaises plus ou moins abruptes taillées dans des grès quaternaires. Du mont Chenoua à Cherchell se

disséminent des falaises et zones rocheuses ainsi que des grèves et des plages à sédiments fournis par l'érosion des roches schisteuses du Dévonien. Oued Mousselmoun (Ouest de Cherchell) termine cette succession de falaises. De là cap Ténès, c'est le domaine de très hautes falaises atteignant parfois 300 m de dénivelés et plongeant à des profondeurs importantes. C'est le secteur en Algérie où le talus continental est très réduit (Boutiba, 2004). Entre Ténès et l'embouchure du Chelif, les falaises dominent, et sont essentiellement formées dans les grès et les argiles du Miocène ou du Quaternaire. Plus à l'Ouest, les formations de roches dures du Jurassique, du Crétacé sont mises en relief dans tout le secteur du Cap Carbon dans la région d'Arzew. Seul le secteur de la Tafna, les îles Habibas et l'île Rachgoun compose un ensemble de roches volcaniques dures. Dans la basse Tafna (Rachgoun à Bled El Haouaria), la prédominance des plages localisées au débouché des oueds ou au pied des falaises est notée, et des falaises qui terminent la partie aval d'un plateau. Ces falaises sont soit des falaises vives (El Guedime) ou des falaises mortes (au Nord de l'embouchure d'oued El Hallouf). De Sidna Youchaâ à Sidi Med El Ouardini le littoral se caractérise par le passage brutal des versants vers la mer. À l'extrême Ouest, le littoral des Traras est une façade maritime qui s'étend sur une centaine de km. Elle débute à Rachgoun (embouchure de la Tafna) près de Beni Saf à l'Est et se termine à l'Ouest près de Foug Kiss à la frontière algéro-marocaine. Ce tracé présente un dessin très sinueux et suit presque régulièrement l'orientation générale de la côte algérienne qui est en respect avec les grandes lignes structurales telloatlasique. Entre Cap Tarsa à l'Est et le Cap Milona à l'Ouest, on distingue deux types morphologiques : des falaises qui forment l'essentiel de ce secteur et des plages ponctuelles et se localisant souvent aux embouchures des oueds ; les exemples les plus frappants sont ceux de Ghazaouet, oued Abdellah, plage de Sel et Marsa Ben-M'hidi (Boutiba, 2004).

II.1.1. Structures sédimentologiques

Tableau 01 : principales caractéristiques sédimentologiques de la côte Algérienne

Régions	Faciès sédimentaires dominants
Secteur Ouest Algérien	<p>Golfe de Ghazaouet</p> <p>Les sédiments calcaires arénitiques très peu importants dans le golfe de Ghazaouet, les sédiments calcaires pélitiques et les vases calcairo-argileuses sont très développés et plus abondants ;</p> <p>La frange littorale sableuse est très réduite, elle est localisée au Cap Figalo à Ghazaouet et prend progressivement une extension importante à partir du Cap Milona (Leclaire, 1972).</p>
	<p>Une zone de graviers fins sableux située dans la partie Est du golfe (de -49 à -100 m), au large du port et à la pointe et au large de la pointe de l'Escargot (-60 m) ;</p> <p>Une zone de sables graveleux envasés située près de la côte, au centre du golfe et se prolonge vers le large, près du port de Mers-El Kebir et à la pointe de Kristel ;</p> <p>Une zone de sables graviers légèrement envasés située au large du port de Mers-El Kebir (de -61 à -90 m), et dans la partie Ouest du golfe (face à la pointe de Mers-El Kebir) et s'étendant vers le large (de -80 à -102 m) ;</p> <p>Zone de sables fins envasés au prolongement de la pointe de Mers-El Kebir, près de la côte (46 m) ;</p> <p>Une zone de sables graveleux en face des falaises de Canastel (-39 m) ;</p> <p>Une zone de vase noire réduite située à proximité de la passe du port d'Oran (près du principal émissaire d'eaux usées de la ville d'Oran) (Kherfouf, 1997).</p>
	<p>Golf d'Oran</p> <p>Les sédiments calcaires nettement pélitiques représentés par les vases calcairo-argileuse recouvrent une superficie importante du golfe ;</p> <p>Les boues argilo-silicieuses au rebord continental tapissant ainsi le golfe d'une grande vase ;</p> <p>Une alternance de sable terrigène et de sédiments mixtes ou purement organogènes sur la bordure littorale à partir du cap Carbon jusqu'à Mostaganem (Caulet, 1972).</p>
<p>Golf d'Arzew</p>	<p>Les sédiments calcaires nettement pélitiques représentés par les vases calcairo-argileuse recouvrent une superficie importante du golfe ;</p> <p>Les boues argilo-silicieuses au rebord continental tapissant ainsi le golfe d'une grande vase ;</p> <p>Une alternance de sable terrigène et de sédiments mixtes ou purement organogènes sur la bordure littorale à partir du cap Carbon jusqu'à Mostaganem (Caulet, 1972).</p>

Secteur Centre Algérien	Baie de Bou-Ismaïl	<p>Le sable envasé (Sv) occupe une très grande partie de la baie, de la ville de Bou-Ismaïl (-88m) jusqu'au Ras Acrata (-32 m) à l'Est et de Chenoua (-44 m) jusqu'au large en face de Bou-Ismaïl (-96 m) ;</p> <p>La vase sableuse (Vs) recouvre le centre du secteur Ouest de la baie (de -49 à -90 m) et l'Est de Sidi Fredj (-34 m) ;</p> <p>Le sable vaso-graveleux (Svg) occupe une grande partie du large du secteur Ouest de la baie de Tipaza à Ain Tagourait Ex. Berard), de la côte (-47 m) au large (-86 m) sur la quasi-totalité du front Est de la baie et à l'Est de Sidi Fredj ;</p> <p>Le sable grossier occupe une petite partie de la baie à proximité d'Oued Mazafran (côte et Large) et de Ras Acrata (côte) ;</p> <p>Le sable couvre une fine partie de la côte située entre Oued Mazafran et la ville de Bou- Ismaïl.</p>
	Port d'Alger	<p>La vase sablo-graveleuse est retrouvée exclusivement dans les bassins du port, occupe toutes les darses du port à l'exception de deux darses du bassin Mustapha ;</p> <p>Le sable vaso-graveleux s'étend du bassin de vieux port vers le bassin Mustapha avec une grande superficie vers la passe Sud ;</p> <p>La vase, la vase sableuse et le sable envasé occupent la majeure partie de la petite rade, une grande partie du bassin Mustapha et quelques parcelles au niveau du bassin de l'Agha (à proximité de la jetée) et du vieux port (à proximité de la passe nord).</p>
Secteur Est Algérien	Golf de Bejaïa	<p>Les sédiments calcaires (sables, graviers et vases calcaréo-siliceuses) jalonnent la bordure rocheuse du golfe de Béjaïa,</p> <p>Les sédiments siliceux (63 à 64% du plateau continental et son rebord) représentés par les Vases silico-calcaires et les vases silico-argileuses ;</p> <p>Les sédiments argileux représentés par les boues argilo-siliceuses ;</p> <p>Les sédiments sableux et graveleux sont représentés de façon secondaire (Leclair, 1972).</p>
	Jijel Port de Djendjen	<p>Sable fin moyen près du rivage à la périphérie du port ;</p> <p>Vase sableuse à l'intérieur du port influencé par les opérations de dragage (Laribi <i>et al</i>, 1997).</p>

**Golf
d'Annaba**

Une boue argilo-siliceuses s'étendent du large d'oued Bou Alallah au Ras El Hamra ;

Les sables et sablons calcaréo-siliceux s'étendent sur la quasi-totalité de la côte du golfe (de Ras Rosa à Ras El Hamra) ;

Les vases silico-argileuses s'étendent près de la côte d'oued Bou Alallah au Ras Rosa ;

Les vases calcaréo-silicieuses recouvrent le large du centre du golfe, Les sables et graviers calcaires couvrent essentiellement le large de Ras Rosa ;

Les vases calcaires couvrent une fine partie du centre du golfe (Leclaire, 1972).

**Port
d'Annaba**

La vase sableuse (Vs) occupe le fond de la petite darse, la grande darse et une partie de l'avant-port ;

La vase graveleuse (Vg) occupe la zone de transition entre la petite et la grande darse ;

La vase pure occupe tout le bassin de l'avant-port et se prolonge dans l'extrémité Est de la grande darse.

II.1.3. Physico-chimie des eaux de fond

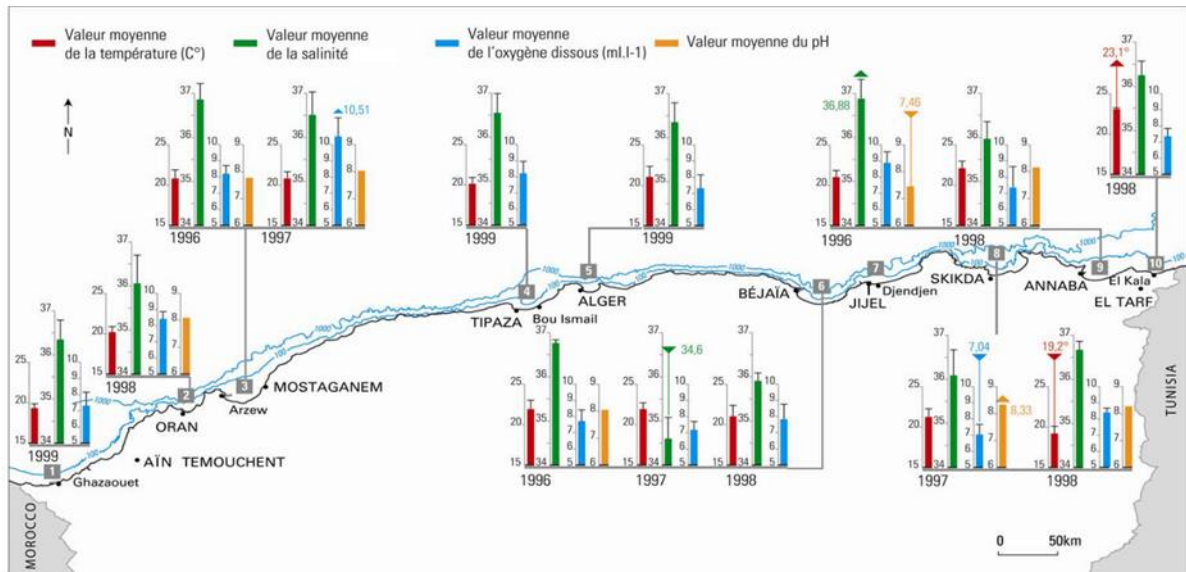


Figure 05 : Variation moyenne des paramètres température (C°), salinité, oxygène dissous (mg/l) et pH des eaux de fonds des principaux golfes et Baies algériennes (Grimes, 2010).

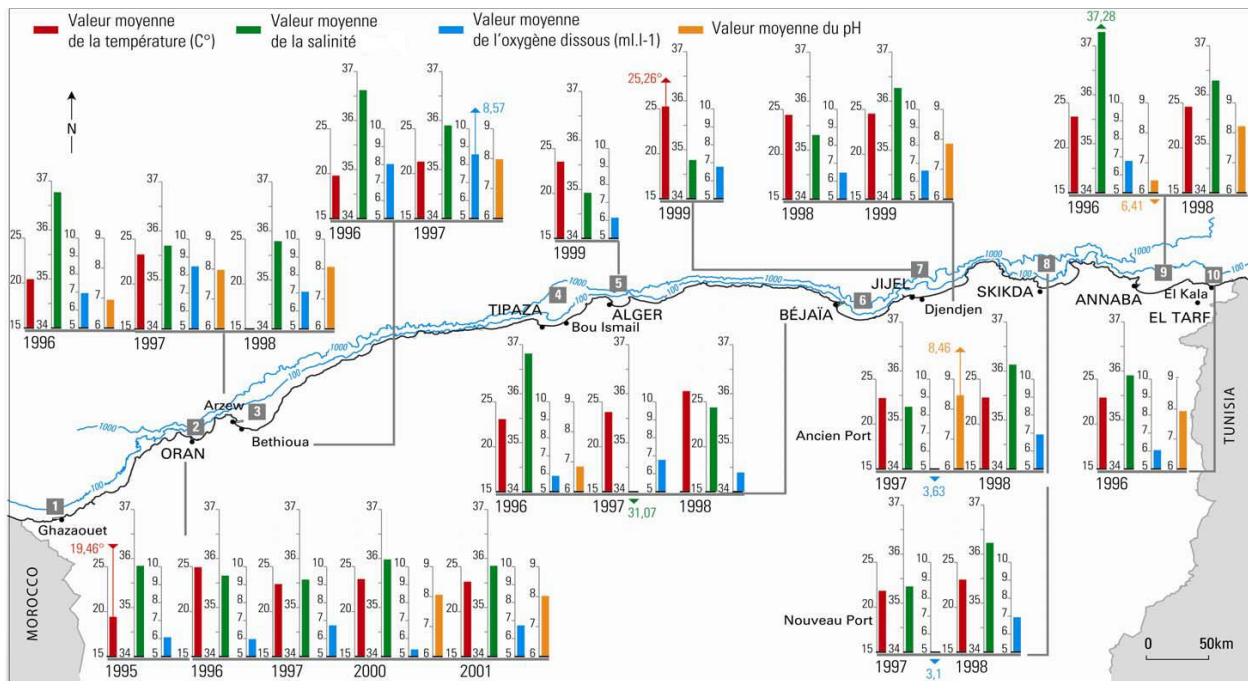


Figure 06 : Variation moyenne des paramètres température (C°), salinité, oxygène dissous (mg/l) et pH des eaux de fonds des principaux ports algériens (Grimes, 2010).

II.2. Étendue de la pêche en Algérie

Le littoral Algérien s'étend sur environ 1624 km, sa géomorphologie ainsi que ses ressources marines présentent des aspects très diversifiés. Le courant atlantique qui longe la côte nord-africaine depuis Détroit de Gibraltar crée des conditions hydrologiques très favorables. En revanche, l'étendue du plateau continental algérien, dont les fonds de 500m sont distants d'environ 3 milles de la côte sur près de la moitié de la longueur du littoral (et qui, de plus, n'est chalutable que sur le tiers de sa surface), ne favorise pas le développement de la pêche aux arts trainants. Ce n'est que dans quelques golfs (Oran, Mostaganem, Bou-Ismaïl, Bejaïa), et dans l'ouest du pays aux environs de la mer d'Alborant, que la plate-forme continentale atteint une extension relativement importante, d'une façon générale l'aire chalutable est évaluée à 3500km² entre le rivage et l'isobathe 200m, et à 7000km² entre les isobathes 200 et 300m. (Rapport FAO sur les pêches n° 227).

Ce littoral est caractérisé par un plateau continental réduit, à l'exception de la région de Ghazaouet (wilaya de Tlemcen), à l'extrême ouest de la région d'El Kala (wilaya d'El teref), à l'extrême est. La superficie maritime sous juridiction nationale algérienne offre près de 9,5 millions d'hectares pour l'exercice de la pêche. (Ministère de la Pêche et de Ressources Halieutiques : M.P.R.H, 2003). Du fait de l'absence des études permanentes sur l'évaluation des stocks en Algérie, on s'est limité pour présenter la situation des ressources halieutiques relative aux campagnes d'évaluations réalisées dans le cadre de coopérations avec des pays étrangers. En général, du point de vue richesse biologique, la marge continentale de l'Algérie recèle des ressources halieutiques non négligeables. Les ressources pélagiques ont été estimées à 191.468 tonnes lors de la campagne acoustique réalisée par le navire océanographique « Thalassa » au mois d'octobre 1982 (Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes ; 1982). Cette biomasse pélagique totale est très proche de celle estimée lors d'une campagne acoustique antérieure « Ichtyus Jouamis » (187,191 tonnes) effectuée au mois d'avril et mai 1974 (Jungmann et al, 1974). Elle est également, très proche de celle effectuée (187 milles tonnes) pendant le mois de février 2003, par le navire océanographique Espagnol Vizconde de Eza.

II.2.1. Les ports de pêche et sites de débarquement

La côte Algérienne est divisée en quatorze wilayas maritimes, chaque wilaya renferme un certain nombre de ports, d'abris de pêche et de plages d'échouage. Au total soixante-quatre (64) sites de débarquements longent la côte algérienne dépendant de 14 directions de pêche et

d'aquaculture relevant du ministère de l'Agriculture, du Développement rural et de la Pêche au niveau de chaque wilaya maritime. À chaque direction sont rattachées des antennes de pêche :

- 32 ports ;
- 23 plages d'échouage ;
- 04 sites d'abris aménagés ;
- 05 sites d'abris naturels ;

Les principaux sites de débarquements sont des ports et sont au nombre de quatorze (M.P.R.H, 2003).

Tableau 02 : Répartition des wilayas maritimes par région

Région	Direction de wilayas
Ouest	Tlemcen, Ain Témouchent, Oran, Mostaganem
Centre	Chlef, Tipaza, Alger, Boumerdés, Tizi-Ouzou
Est	Bejaia, Jijel, Skikda, Annaba, El Taref

II.2.2. Cadre réglementaire appliqué au secteur de la pêche

Le secteur de la pêche en Algérie a inscrit sa politique de gestion et de développement dans un cadre réglementaire juridique pour une exploitation responsable et durable. L'application rigoureuse de cette vision et stratégie est nécessaire au regard de la problématique alimentaire et de la ressource halieutique. (M.P.R.H, 2004). Dans ce contexte, la loi n° 01-11 du 03 juillet 2001 relative à la pêche et l'aquaculture a consacré un ensemble de principes et de dispositions devant permettre une meilleure gestion de la pêche et l'aquaculture.

II.2.3. Protection des ressources halieutiques et limitation de l'effort de pêche en méditerranée

La mer Méditerranée est l'une des mers les plus importantes de la planète. Pourtant c'est aussi la mer la plus surpêchée au monde, avec 90% des stocks pêchés au-dessus des niveaux durables (c'est à dire, supérieur au Rendement Maximal Durable ou RMD). En ne tenant compte que de la Méditerranée occidentale, 80% des stocks halieutiques démersaux, ceux vivants et se nourrissants sur ou près du fond marin, sont surpêchés. Cette situation critique présente des forts risques d'effondrement biologique des stocks, qui mettrait directement en péril les pêcheurs et les secteurs associés ainsi que les moyens d'existence des communautés côtières

dépendantes de ces ressources naturelles. La mer est considérée depuis toujours comme un garde-manger aux ressources inépuisables, la pêche pratique ancestrale liée à une connaissance empirique, n'est plus exercée en harmonie avec la nature. L'évolution technologique des moyens de capture a créé un déséquilibre biologique. (M.P.R.H, 2003). C'est pourquoi un nombre croissant de pays prend aujourd'hui conscience de la nécessité impérieuse de limiter l'effort de pêche. Ainsi que les pays méditerranéens ont dans leur ensemble, pris conscience des limites réelles des ressources exploitées. (M.P.R.H, 2003). À cet égard, l'Algérie, le Maroc et la Tunisie ont pris des positions fermes de nature à stabiliser leurs flottilles de pêche, signalons aussi la décision prise conjointement par l'Algérie et le Maroc de gérer les investissements sur l'exploitation des stocks commun pélagiques (Trois fermetures saisonnières et par zone de pêche). Par ailleurs, l'Algérie a interdit la pêche au chalut en de ça de 50 mètres de profondeur, et la Tunisie a une réglementation similaire dans le golfe de Gabès. Bien avant, et parallèlement à certaines mesures d'encouragement à la pêche, les trois pays du Maghreb se préoccupent du devenir des ressources biologiques de la mer, et luttant contre leur exploitation abusive, les législations nationales contiennent en effet, des mesures restrictives dont le but est sans conteste la protection des ressources halieutiques. (M.P.R.H, 2003).

II.3. Les prises accessoires

Les prises accessoires sont la partie indésirable ou non ciblée des captures des pêcheurs. Elles sont rejetées en mer ou utilisées pour la consommation humaine ou animale. La capture de ces prises accessoires peut constituer une menace pour la diversité des espèces et la santé de l'écosystème, car cette partie des captures n'est généralement pas réglementée. Dans les pêcheries chalutières de crevettes tropicales, les prises accessoires sont souvent constituées d'espèces de poissons juvéniles destinés à l'alimentation, si bien qu'elles menacent la sécurité alimentaire et la production durable des pêches (Eayrs, 2009). Le problème des prises accessoires intéresse l'ensemble de la planète et doit être résolu. Parallèlement, les marchés demandent davantage de preuves que les produits de la mer proviennent de sources durables, ce qui attire davantage l'attention sur la gestion des prises accessoires dans les grandes pêches. La pêche génère des prises accidentelles ou accessoires, c'est-à-dire la capture d'espèces non ciblées, comme les tortues, les requins, les dauphins ou certains oiseaux marins (Eayrs, 2009). La FAO a estimé entre 17,9 et 39,5 millions de tonnes de captures accessoires chaque année. Ce sont principalement les chalutiers visant la crevette, suivis du chalut de fond et des palangres (hameçons pour la pêche en eaux profondes) qui capturent le plus d'espèces non ciblées. Ces

prises contribuent à fragiliser les stocks et représentent un manque à gagner pour les populations, car la plupart ne sont pas commercialisées, mais directement rejetées à la mer (Eayrs, 2009).

II.3.1. Politiques et la gestion des prises accessoires

En règle générale, les méthodes et les engins de pêche ne permettent pas de faire une sélection parfaite des poissons et des invertébrés. Dans de nombreuses pêches, il est impossible de cibler une espèce sans en capturer d'autres accidentellement notamment des poissons et des invertébrés, des mammifères marins, des oiseaux migrateurs et des tortues de mer ni d'éviter complètement la capture de juvéniles ou d'autres individus non désirés de l'espèce ciblée (MPO, 2019). Dans certains cas, ces prises accidentelles, ou prises accessoires sont gardées par les pêcheurs. Dans bien des cas, elles sont remises à l'eau et leur taux de survie varie (MPO, 2019).

II.3.2. Impacts des prises accessoires

En moyenne, les captures accessoires représentent 27 millions de tonnes de poissons par an, selon la FAO (sur 94 millions de tonnes de poissons pêchés). Le manque de sélectivité et une mauvaise utilisation des engins de pêche sont des facteurs qui décuplent la prise d'espèces non ciblées (Davies, 2016). Toute pêche entraîne des prises accessoires. La majorité des engins de pêche sont non-sélectifs. Ceux qui utilisent des filets sont ceux qui capturent le plus d'espèces non ciblées, qu'il s'agisse de poissons juvéniles, de requins, de tortues, d'oiseaux marins, y compris des espèces menacées. Environ 300 000 cétacés meurent chaque année, essentiellement des dauphins, étranglés par les filets. Le chalut exploitant la crevette est la technique de pêche qui entraîne le plus de captures accessoires au monde (Davies, 2016). Les tortues en sont les premières victimes, et pour une espèce cible (la crevette), on remonte parfois dix espèces accessoires. Le chalut de fond est aussi une technique qui détériore fortement les écosystèmes marins. Son filet racle les fonds marins et capture des espèces sensibles dont la reproductivité est faible, des requins, des éponges et des coraux, en plus de détruire leurs écosystèmes. La palangre est très utilisée dans les pêcheries thonières. Elle est constituée d'une ligne où sont accrochés des centaines ou des milliers d'hameçons appâtés (Davies, 2016). En plus du thon, ces hameçons capturent des tortues, des thons juvéniles et des requins qui pour la plupart ne survivent pas

III. Les échinodermes

Les échinodermes (Echinodermata) forment un embranchement d'animaux marins benthiques présents à toutes les profondeurs océaniques, et dont les premières traces fossiles remontent au

Cambrien. Ils regroupent actuellement cinq classes : les étoiles de mer (Astérides), les oursins (Echinides), les concombres de mer (Holothuries), les Crinoïdes et les Ophiures. Toutes les espèces sont exclusivement marines (Féral et Cherbonnier, 1986).

III.1. Phylogénie des échinodermes

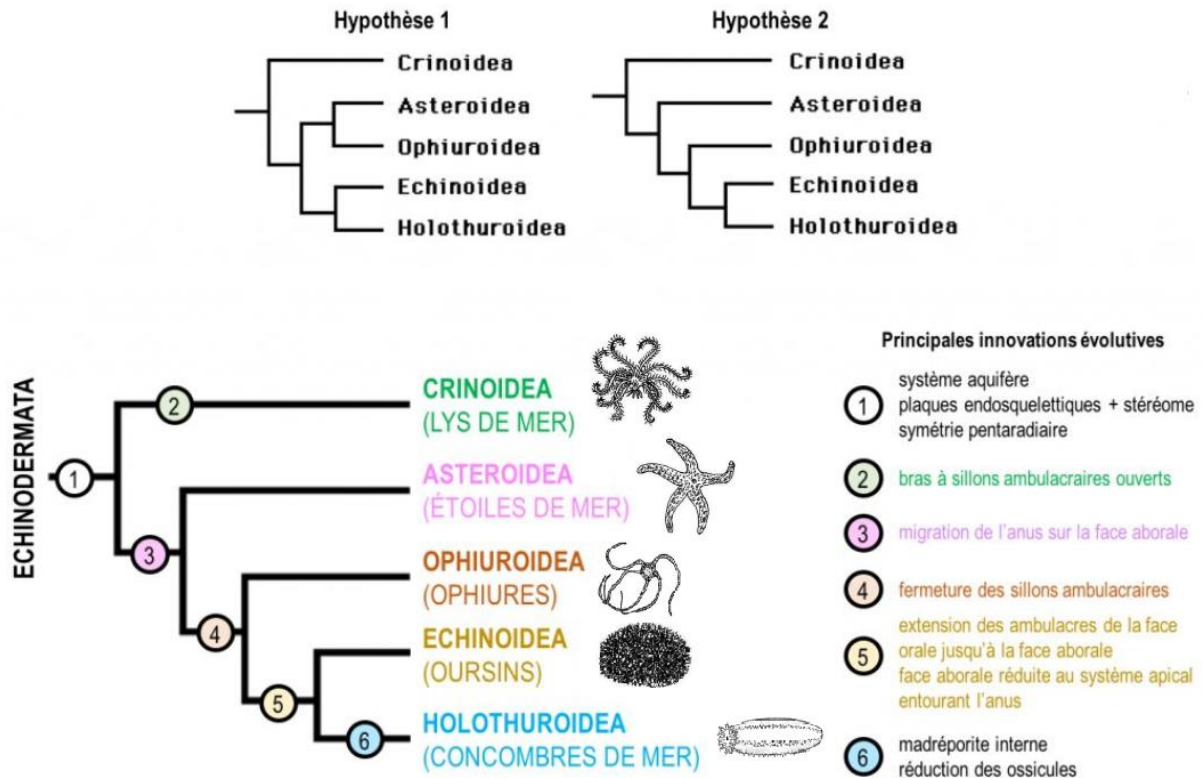


Figure 07 : arbre phylogénétique et innovations évolutives des 5 classes des échinodermes actuels (modifiée d'après "tree of life project")

La phylogénie des échinodermes n'est toujours pas clairement établie (**Figure 07**), notamment pour les clades éteints et certaines formes très spécialisées, voire étranges, du Paléozoïque. Pour ne considérer que les 5 classes actuelles d'échinodermes, deux hypothèses prévalent (**Figure 07**). Dans la première, deux groupes frères monophylétiques sont à prendre en compte : Asteroidea et Ophiuroidea formant les Asterozoa, d'une part et Holothuroidea et Echinoidea constituant les Echinozoa, d'autre part. La deuxième hypothèse envisage chaque classe d'échinodermes comme autant de groupes monophylétiques. Tous ces groupes se distinguent de celui des Crinoïdes qui semblent conserver des caractères ancestraux : bouche orientée vers le haut, système aquifère et bras dédiés à la fonction de nutrition et à un régime suspensivore. Le mode de vie plus actif des autres clades actuels d'échinodermes est en lien avec l'apparition de caractères dérivés tels que la migration de la bouche vers le bas, au contact du substrat, et un

système aquifère dont les fonctions évoluent vers la locomotion (Lecointre et Le guyader, 2001).

III.2. Caractères généraux des Échinodermes

Les espèces de la classe des échinodermes sont caractérisées par quatre caractères uniques (Hyman, 1955):

- Une symétrie pentaradiée (d'ordre 5) parfois masquée par une symétrie bilatérale
- Un squelette intradermique formé de nombreuses sclértites calcaires ;
- Un système ambulacraire. Celui-ci est formé d'un système de canaux internes connectés à des extensions externes. Cet appareil particulier n'existe dans aucun autre groupe du règne animal. Il assure principalement le mouvement et la nutrition des animaux ;
- Des tissus très flexibles appelés tissu conjonctif variable qui leur permet de changer volontairement et rapidement leur rigidité.

III.3. Classe des Astrides (étoiles de mer)

L'étoile de mer est une espèce d'Échinoderme qui a habituellement cinq bras à partir d'un centre. Elle peut atteindre 45 cm de largeur. Il existe au moins 1600 espèces réparties en plus de 30 familles dans tous les océans. On la retrouve jusqu'à 200m de profondeur, et l'espèce la plus grande, *Midgardia xandaras*, peut dépasser 1.30m de diamètre. Elle n'a pas de squelette déplaçable, mais des pseudopodes, petits tubes présents également chez les oursins, qui peuvent projeter de l'eau depuis la face ventrale et qui servent pour la locomotion et l'alimentation. (Haddadi, 2017). Certaines espèces ont la possibilité de régénérer, c'est-à-dire, la capacité de faire repousser un ou plusieurs de leurs bras si elles en sont détachées. Un bras perdu peut être régénéré en moins d'un mois. Un genre en particulier, *Linckia*, nommé d'après le naturaliste J.H. Linck, est même capable, à partir d'un bras, de reconstituer l'étoile de mer en entier, et utilise cette capacité comme moyen de multiplication asexuée.

III.3.1. Classification des astérides (étoiles de mer)

Tableau 03 : classification des astéries

Règne	Animalia
Sous-règne	Bilateria
Infra-règne	Deuterostomia
Embranchement	Echinodermata
Sous-embranchement	Asterozoa
Classe	Asteroidea de Blainville, 1830

III.3.2. Anatomie des astérides

III.3.2.1. Anatomie externe

L'astéride possède deux faces comme indiqué sur la photo ci-dessous, l'une reposant sur le fond c'est la face orale, ambulacraire, actinale ou ventrale, et l'autre partie visible de l'animal qui est dite aborale, anti-ambulacraire, abactinale ou dorsale (**Figure 08**). La face aborale est caractérisée par la présence de l'anus et la plaque madréporique (Birk et al., 2018). Quant à la première face (orale), elle porte à partir de la bouche jusqu'aux extrémités des bras des rainures bien marquées surnommées "sillons ambulacraires" ces derniers renferment deux rangées de podia ou pieds ambulacraires pourvus de ventouses et ayant dans leur grande majorité une fonction locomotrice. Il existe aussi de part et d'autre de chaque sillon ambulacraire une bordure dite ambulacraire sous forme de plaque armée de piquants (Guille et al., 1986).

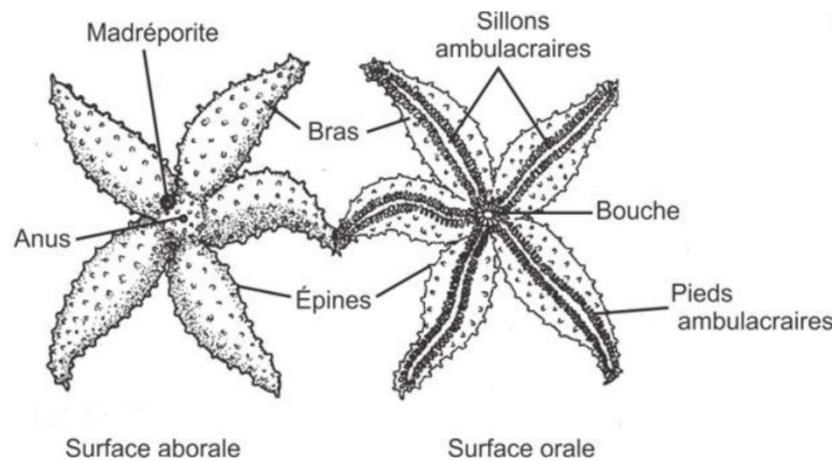


Figure 08 : L'anatomie externe d'une astérie.

- **Bouche**

Il existe au milieu du disque central une ouverture appelée actinosome ou bouche, c'est une ouverture pentagonale possédant cinq angles chacun dirigé vers un bras, elle est entourée d'une membrane délicate appelée membrane péristomiale et est munie de cinq groupes d'épines orales ou de papilles (Khanna, 2005).

- **Sillons ambulacraires**

Ce sont des structures spécifiques à la face orale, ils se localisent au milieu de chaque bras partant de l'actinosome et s'étendant jusqu'à son extrémité, chaque sillon est bordé par deux rangées d'épines ambulacraires (Khanna, 2005), ce sont des cylindres creux avec des parois

épaisses qui se redressent et se déplacent quand l'étoile de mer injecte de l'eau dans certaines vésicules dans son corps. Les sillons ambulacraires se terminent par des ventouses que l'animal utilise pour adhérer au substrat, leurs pieds ambulacraires ou podia se rétractent en se cachant derrière la rangée d'épines rigides si l'animal subit un assaut extérieur (Britannica, 2008).

- **Pieds tubulaires (Podia)**

Les pieds tubulaires sont souples, extensibles et disposés en quatre rangées radiales dans chaque sillon ambulacraire. Ils sont munis de ventouses permettant la fixation sur le substrat, ce sont des organes polyvalents, car ils assurent notamment la locomotion, la nutrition la respiration et font même office d'organes sensoriels (Khanna, 2005).

- **Organes sensoriels**

Les pieds tubulaires sont les principaux organes sensoriels, ils reçoivent des fibres nerveuses des cordons nerveux radiaux, ces derniers se terminent par des masses pigmentaires de couleur rouge appelées "yeux" étant donné leur sensibilité à la lumière, les papules peuvent également être considérées comme des organes de sens (Hegner et Engemann, 1968).

La face aborale est dirigée vers l'extérieur, elle est généralement de couleur orange ou violacée, elle comporte les structures suivantes :

- **Anus**

L'anus est situé près du centre du disque, mais peut être absent chez certains astérides. C'est une petite ouverture invisible à l'œil nu se situant dans un inter radius à côté de celui occupé par le madrépore (Khanna, 2005).

- **Plaque madréporique**

Il existe une plaque squelettique spéciale de couleur claire appelée le madrépore ou plaque de tamisage, elle est située au centre de la surface aborale sur un inter-radius. Le madrépore est perforé et profondément sillonné (Brusca et Brusca, 2003) [Figure 09]. Chaque sillon s'ouvre dans une ampoule en forme de sac à travers les canaux de pores minuscules, le nombre de pores peut être de 250 unités, les ampoules débouchent dans un canal appelé canal du sable et qui est en forme de S, ce dernier rejoint l'anneau ambulacraire entourant la bouche (Khanna, 2005).

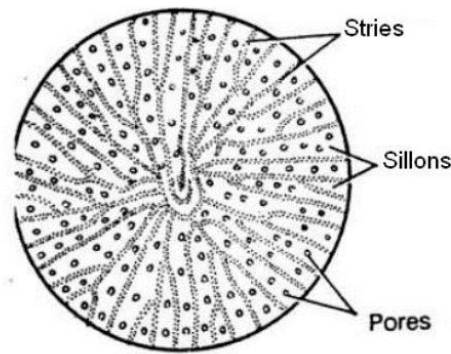


Figure 09 : Représentation du madrépore d'une astérie (Khanna, 2005).

- **Pédicellaires**

Ces structures se trouvent en protubérance entre les ossicules et sont en contact direct avec la cavité générale (Pechenik, 2010). Elles sont petites, blanchâtres avec une structure similaire à celle d'une mâchoire ou d'un piquant (Khanna, 2005). Les pédicellaires sont capables de répondre aux stimuli externes indépendamment du système nerveux principal et possèdent leurs propres composants neuromusculaires, elles ont pour rôle le nettoyage du tégument ainsi que la défense de l'animal (Brusca et Brusca, 2003).

- **Papules**

Les papules sont des structures minces semblables à des filaments présents sur des pores minuscules se trouvant entre les ossicules de la surface aborale, ce sont des extensions du coelome qui peuvent aussi se retrouver complètement retranchées dans le corps, leur fonction est non seulement respiratoire ce qui en fait des structures respiratoires supplémentaires essentielles étant donné le niveau d'activité des étoiles de mer, mais aussi excrétrice (Harper, 1999; Khanna, 2005).

- **Endosquelette**

L'endosquelette des astérides est une structure complexe, il consiste en des plaques calcaires pouvant être détachées ou unies se chevaucher ou s'unir de manière réticulée et qui sont appelé : les ossicules, ces dernières varient en taille, en forme et en fonction et peuvent être ornées de granules, d'épines ou d'autres structures caractéristiques, cet ensemble est recouvert d'un tégument coriace et d'un tissu musculaire. Les plaques calcaires ont entre elles des articulations multiples. Deux rangées parallèles de plaques ambulacraires limitent le toit des sillons ambulacraires ces rangées sont disposées obliquement par paires et laissent entre elles, dans chaque rangée, des trous par lesquels passent les podia (Twenhofel et Shrock, 1935; Mutschke

et Mah, 2009). Malgré le fait qu'il soit développé, il ne constitue pas pour autant un test rigide comme chez les oursins. L'endosquelette confère aux astérides une certaine souplesse qui les rend capables de se mouler dans les anfractuosités du substrat (Twenhofel et Shrock, 1935; Guille et al., 1986; Mutschke et Mah, 2009).

III.3.2.2. Anatomie Interne

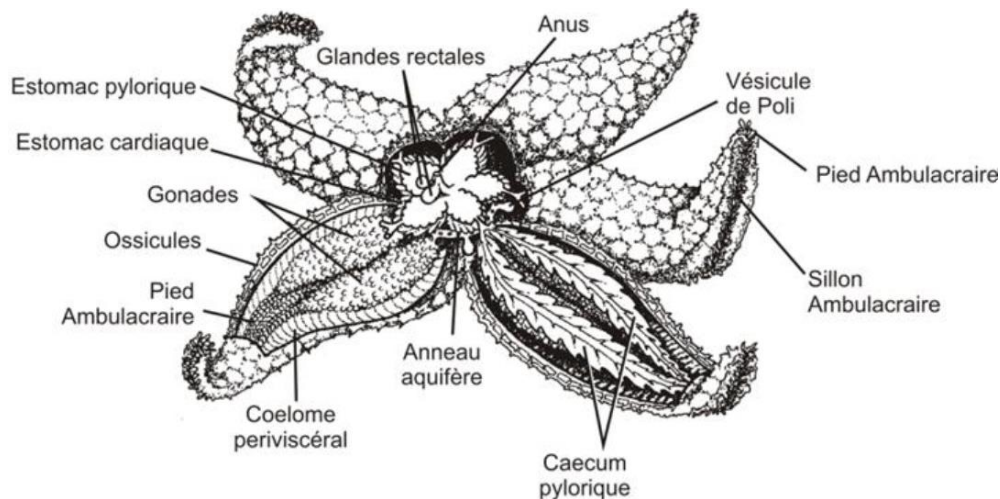


Figure 10 : anatomie interne d'un astéride.

L'étoile de mer en général, présente une anatomie interne qui comprend les éléments ci-dessous d'une étoile de mer

- **Appareil digestif**

L'une des parties les plus apparentes de l'appareil digestif est formée des estomacs qui remplissent le disque central (**Figure 11**). Ceux-ci sont plus faciles à voir lorsqu'ils flottent dans l'eau qui submerge le spécimen. Les estomacs sont au nombre de deux, l'estomac pylorique et l'estomac cardiaque. Comme l'animal a été ouvert sur sa face aborale, l'estomac pylorique est au-dessus de l'estomac cardiaque relié à la bouche par un court œsophage. L'autre composante remarquable de l'appareil digestif est formée des deux cæcums pyloriques (glandes digestives) présents dans chacun des bras. Ces cæcums constituent le site de la digestion finale, et leur emplacement dans la cavité corporelle assure qu'il y aura un approvisionnement adéquat de nutriments qui diffusent à partir de ces grosses glandes dans le liquide coelomique. L'estomac pylorique est relié par un court intestin au petit anus observé précédemment. Vous ne pourrez

probablement pas voir cet intestin. Vous devriez par contre pouvoir repérer les glandes rectales reliées à l'intestin.

Les étoiles de mer se nourrissent de presque tous les matériaux organiques qu'elles peuvent trouver. Lorsque l'estomac cardiaque est tourné vers l'extérieur, la bouche s'agrandit et couvre la surface sur laquelle l'animal se nourrit. Dans le cas d'une palourde, la bouche et l'estomac tourné vers l'extérieur s'insèrent entre les deux valves de la coquille. Cela crée un espace fermé dans lequel les enzymes digestives sont libérées. Le matériau organique de la surface couverte est décomposé avant d'être amené par les cils qui tapissent le système dans le tube alimentaire en vue de la digestion finale (Razali, 2017).

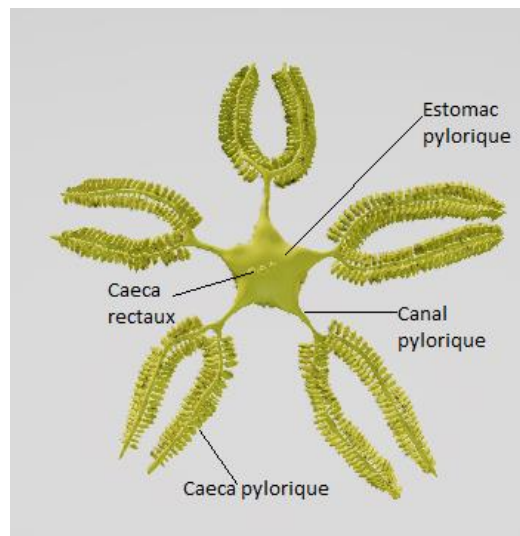


Figure 11 : l'appareil digestif d'une étoile de mer.

- **Appareil reproducteur**

La taille des gonades dépend du stade de reproduction de l'animal au moment de sa capture. Un conduit génital (spermiducte chez les mâles et oviducte chez les femelles) est issu de chaque gonade. Les conduits génitaux des deux gonades de chaque bras se rejoignent pour former un conduit commun qui débouche sur l'extérieur par le gonopore situé dans l'inter ambulacre sur le disque central (**Figure 12**). Vous ne pourrez pas voir les gonopores. Les étoiles de mer sont sexuellement dimorphes, mais les sexes sont difficiles à distinguer (Razali, 2017).

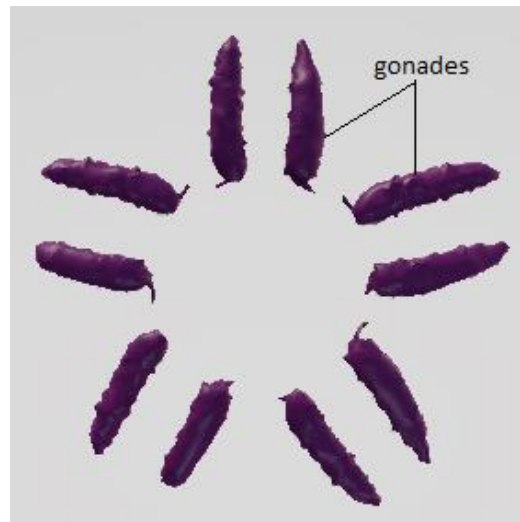


Figure 12 : l'appareil reproducteur d'une étoile de mer.

- **Système aquifère**

Les principaux éléments du système aquifère sont la madréporite, le canal hydrophore et l'anneau aquifère, qui sont reliés aux cinq canaux radiaires et aux courts canaux transversaux (latéraux) qui leur sont associés. Les pieds ambulacraires sont reliés aux canaux transversaux. L'anneau aquifère porte neuf corps de Tiedemann, la place du dixième étant occupée par la jonction du canal hydrophore. Les vésicules de Poli présentes chez les Échinodermes sont absentes de certaines espèces disponibles en laboratoire, et il se pourrait donc que vous ne puissiez pas voir cette structure du système aquifère. L'ampoule de chaque pied ambulacraire est visible sur la face interne du sillon ambulacraire, entre les plaques ambulacraires. Combien d'ampoules y a-t-il sur chaque canal transversal ? Faites une coupe transversale d'un bras pour voir les liens entre les pieds ambulacraires, les ampoules et le squelette ambulacraire (Razali, 2017)

- **Systèmes nerveux et circulatoire**

Le système nerveux est composé principalement d'un réseau de nerfs sur la surface du corps (**Figure 13 ; B**). Si vous enlevez les pieds ambulacraires de l'un des sillons ambulacraires, vous pourrez voir en repliant le sillon une fine crête d'un brun jaunâtre qui court sur toute la longueur du sillon ambulacraire. C'est le cordon nerveux radiaire, qui est relié à un anneau nerveux circumoral. Le système circulatoire est pratiquement absent. Il y a un ensemble de tissus et de vaisseaux associés au canal hydrophore (**Figure 13 ; A**), mais vous ne pourrez pas les voir dans votre spécimen disséqué (Razali, 2017).

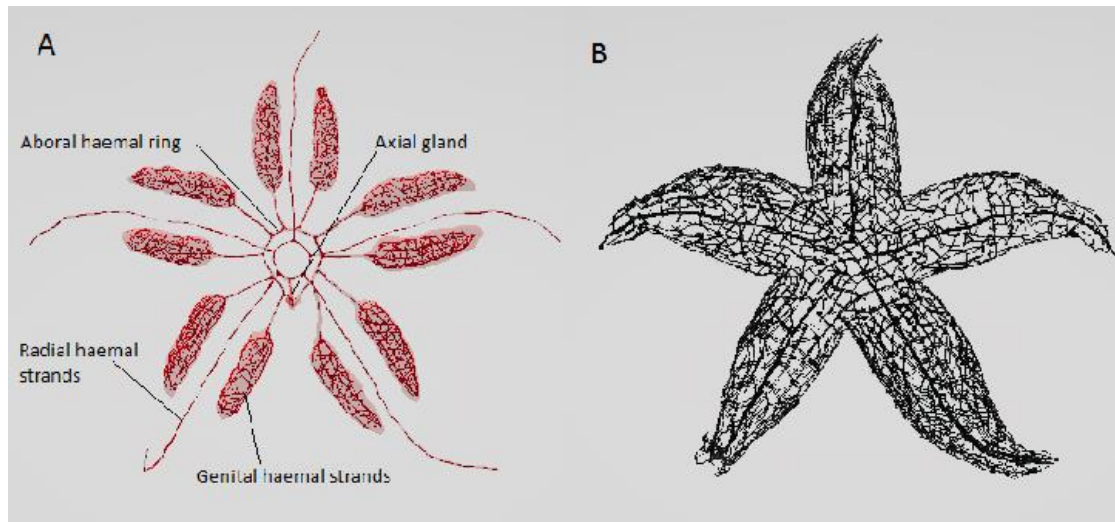


Figure 13 : (A) système circulatoire, (B) système nerveux d'une étoile de mer.

- **Respiration**

La diffusion joue un rôle important dans la respiration des Échinodermes. L'épiderme porte des branchies dermiques ciliées, où a lieu un échange à contre-courant permettant une plus grande diffusion. Les pieds ambulacraires forment également une surface d'échange. Les tissus internes, toutefois, ne sont pas en contact direct avec l'eau de mer. Le système aquifère dont la surface interne est ciliée, sert de système circulatoire, permettant à l'oxygène, aux éléments nutritifs, et aux déchets de passer de l'épiderme aux tissus internes ou vice-versa (Razali, 2017).

- **Excrétion et osmorégulation**

Les Échinodermes n'ont pas de système excréteur et rejettent leurs déchets azotés directement sous forme d'ammoniac. Ce sont des animaux exclusivement marins, et on explique leur distribution par l'absence de système assurant l'osmorégulation (Razali, 2017).

- **Nutrition**

De nombreuses astérides se nourrissent en dévaginant l'estomac cardiaque par la bouche pour englober leurs proies ou en insérant l'estomac rabattu à travers l'ouverture étroite des bivalves pour digérer l'animal (**Figure 14**) (Lewbart, 2006), et lorsqu'elles finissent de s'alimenter l'estomac revient de nouveau à l'intérieur des étoiles de mer, il est à noter qu'elles sont par la suite capables de rester plusieurs mois sans nourriture sans que cela ait un effet négatif (Harper, 1999). Les astéries sont connues pour leur appétit ainsi que leurs différentes stratégies

d'alimentation, la plupart d'entre elles sont omnivores opportunistes, certaines pratiquent la prédation se nourrissant sur un large éventail d'invertébrés, d'éponges de corail ou d'autres échinodermes, quelques-unes pratiquent le cannibalisme d'autres se nourrissent du sédiment en remplissant leurs estomacs de boue d'où elles extraient des organismes microscopiques ainsi que de la matière organique. Une certaine partie est-elle suspensivore et trouve son alimentation en forme de particules dans l'eau de mer (Dirk, 1970; Mutschke et Mah, 2009).

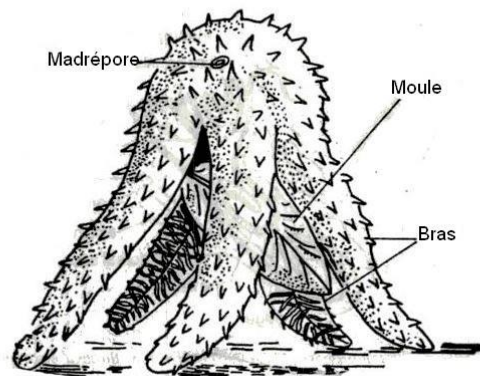


Figure 14 : Une astérie se nourrissant d'une moule (Khanna, 2005).

- **Régénération, reproduction et développement**

Les étoiles de mer sont bien connues pour leur pouvoir de régénération. Elles peuvent régénérer n'importe quelle partie d'un bras cassé. Chez quelques espèces, un organisme complet peut être reconstitué à partir d'un bras et d'une portion de disque central. La régénération est un processus lent qui, dans le cas où elle est complète, peut réclamer un délai d'un an. La reproduction asexuée est possible chez quelques astérides et s'effectue par division du disque central suivie de la régénération de chaque moitié. La plupart des étoiles de mer sont dioïques sans différenciation externe des sexes. Deux gonades sont présentes dans chaque bras et, durant les périodes de reproduction, se développent et remplissent tout le bras. Les gonopores s'ouvrent généralement à la base de chaque bras (Razali, 2017).

III.3.3. Principaux prédateurs

Tableau 04 décrit les principaux prédateurs des étoiles de mer

Tableau 04 : les principaux prédateurs des étoiles de mer

Prédateur	Exemple
Gros animal marin (aux mâchoires suffisamment puissantes pour broyer le squelette de calcite)	Les loutres de mer
Gros mollusques carnivores	« Tritons » du genre <i>Charonia</i> , friands de grosses étoiles tropicales
Certains crustacés	La crevette arlequin mangeuse d'étoiles <i>Hymenocera picta</i> , des crabes
D'autres espèces d'étoiles de mer	Les étoiles carnivores par cannibalisme
Certains oiseaux marins dans les zones intertidales	Les goélands

III.3.4. Rôle écologique, biologique des "étoiles de mer"

III.3.4.1. Rôle écologique

La diversité énorme des astérides contribue à leurs rôles écologiques de grande envergure (Gale, 2013). Elles sont généralement considérées comme des ravageuses surtout vis-à-vis des moules et des huîtres, et servent donc d'importants indicateurs de la structure des communautés dans certains écosystèmes (Lewbart, 2006). Cela additionné à un nombre de caractéristiques importantes qui viennent appuyer leur importance, notamment leurs nombres, leurs croissances indéterminées, leurs systèmes digestifs généralisés leur permettant de se nourrir sur plusieurs tailles de proies soit en interne ou en externe comme chez aucun autre phylum d'invertébrés, leurs modes de locomotion et leur morphologie qui leur permet d'occuper pratiquement tous les types de substrats et débits de courants, bien que d'autres taxons de consommateurs possèdent cette caractéristique, peu peuvent le faire avec autant de succès que les étoiles de mer (Lawrence, 2013).

III.3.4.2. Rôle biologique

Les étoiles de mer sont impliquées dans plusieurs relations interspécifiques, notamment de symbiose et de parasitisme, par exemple avec la "crevette arlequin" qui s'alimente d'un des bras abimés d'une étoile de mer pour l'en débarrasser afin qu'elle puisse le régénérer ou alors la crevette nettoyeuse *Periclimenes soror* qui se nourrit sur les débris ou les micro-organismes qui s'accroche au tégument des étoiles de mer, l'annélide polychète *Pherecardia striata* est un parasite de l'étoile de mer *Achanasther planci* qui s'infiltré dans les blessures de l'étoile pour la dévorer de l'intérieur.

III.3.5. Pêche, commercialisation et consommation

De par leur aspect attrayant et le fait qu'elles soient considérées comme des créatures marines charismatiques et symboliques de la vie marine, les pressions mondiales sur la collecte des étoiles de mer et plus largement des échinodermes ne cessent de croître (Micael et al., 2009). Cette pression se manifeste notamment par le biais de la pêche commerciale, par la consommation humaine par quelques pays asiatiques, par la vente comme espèces d'aquarium, mais aussi comme objets souvenirs pour les touristes. Certains pêcheurs utilisent même les astérides comme appâts (Alvarado et Solís-Marín, 2013).

III.4. Les holothuries "Concombres de mer"

Les holothuries sont des organismes communs de la faune benthique de tous les milieux marins (Hendler et al., 1995; Luciano et al., 2002) peuvent constituer jusqu'à 90% de la biomasse dans les écosystèmes des fonds marins (Hendler et al., 1995). Les concombres de mer vivent de la zone intertidale à l'océan profond. Dominer dans les communautés marines, à la fois en nombre d'individus et de la biomasse (Billett, 1991). Elles sont couramment trouvées sur des aires de sables ou de débris coralliens et notamment inféodées avec l'herbier de Posidonies au niveau de la mer méditerranée (Mezali, 2008). Sur ces différents substrats, les holothuries ingèrent le sédiment et le biofilm, retiennent les particules organiques (diatomées, protozoaires, détritus) et rejettent les éléments minéraux comme le sable (Gosliner et al., 1996). De même il a été démontré que les holothuries sélectionnent le substrat d'une manière préférentielle. Cette sélectivité vis-à-vis la richesse du substrat en termes de la matière organique corrobore avec la "théorie de la stratégie optimale de recherche alimentaire" (Belbachir, 2012; Belbachir et al., 2014). Les holothuries se distinguent des autres classes d'Échinodermes par l'existence d'un endosquelette constitué par des sclérites (**Figure 15**). 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 (Mezali, 2008). La morphologie, la taille et la distribution des sclérites dans les différents tissus constituent des caractères clefs dans la détermination et la classification des holothuries (Samyn et al., 2006). Cependant l'identification de certaines espèces d'holothuries est beaucoup plus complexe notamment celles du genre *Holothuria*. Car ce genre ne possède pas des caractères morphologiques taxonomiquement informatif en plus d'une diversité phénotypique intraspécifique élevée rencontrée entre ses espèces (Mansouri, 2015; Mansouri et al., 2016; Mansouri et Mezali, 2017, 2018b).

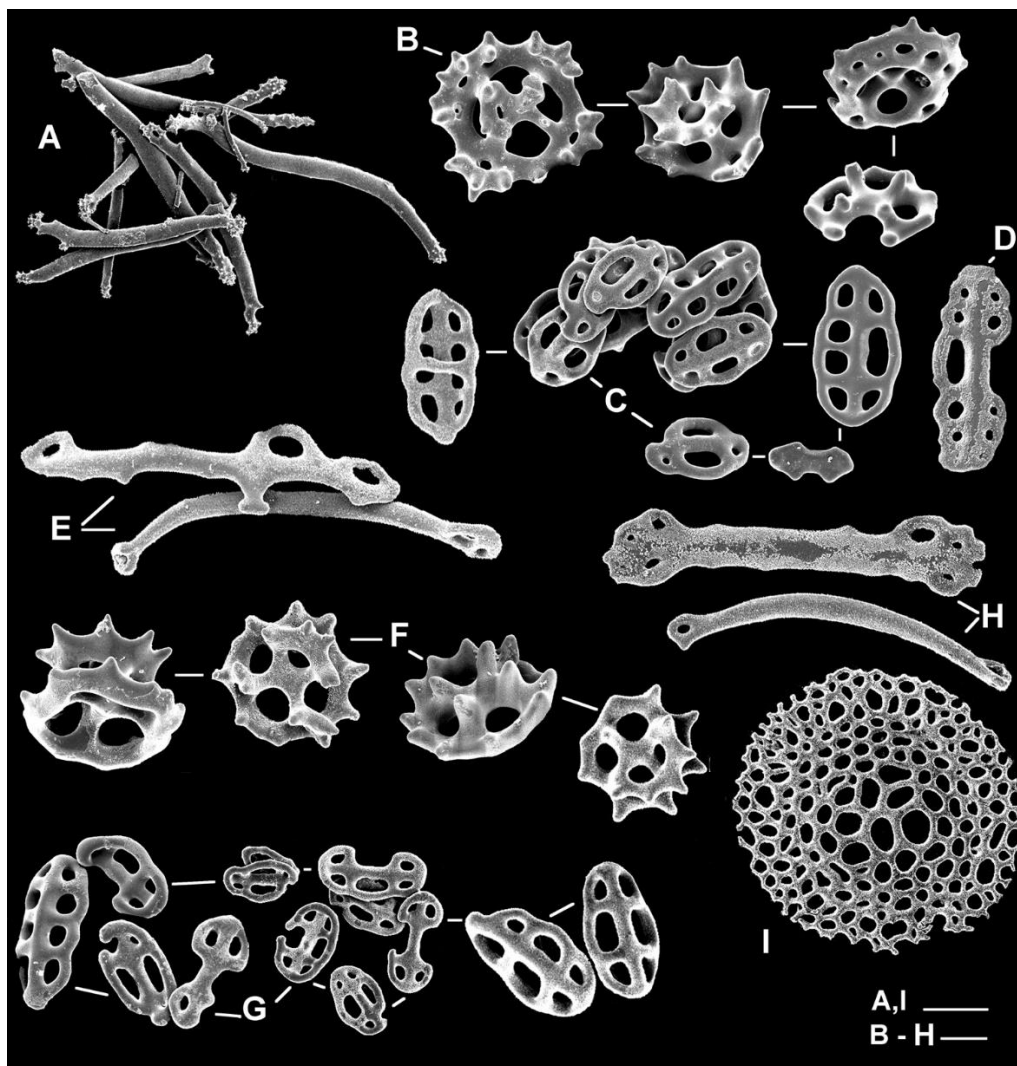


Figure 15 : Sclérites de *Holothuria (Lessonothuria) lineata*. À : bâtonnets des tentacules ; B et F : tourelles ; C et G : boucles ; D : pseudo-boucles ; E et H : plaques perforées et I : disque perforé. (Samyn et al., 2019).

III.4.1. Classification des holothuries

Tableau 05 : Classification des holothuries

Phylum (Embranchement)	Echinodermata Klein (1734)
Sous-Phylum	Eleutherozoa Bather (1900)
Super-Classe	Cryptosyringida Smith (1984)
Classe	Holothuroidea De Blainville (1834)
Famille	Holothuriidea Ludwig (1894)
Genre	<i>Holothuria</i> Linnaeus (1758)

III.4.2. Morphologies des holothuries

III.4.3. Morphologie externe

Le corps des Holothuries peut être cylindrique, prismatique, déprimé, ovoïde ou vermiforme, mais sa forme varie suivant qu'il est contracté ou non (**Figure 16**). La symétrie bilatérale qui se traduit extérieurement par la présence de pôles antérieur (oral) et postérieur (aboral) est masquée par la disposition de 5 zones radiaires ou ambulacraires alternant avec 5 zones interradiaires ou inter ambulacraires qui s'étendent longitudinalement de la bouche à l'anus (Tortonese et Vadon, 1987) [**Figure 16**]. Les zones ambulacraires sont aussi appelées radius. Trois de ces radius (trivium) sont situés sur la face ventrale qui peut être légèrement aplatie et former une sole, tandis que les deux autres (bivium) sont situés sur la face dorsale. Bouche et anus sont terminaux ou subterminaux sur la face dorsale ou ventrale (Tortonese et Vadon, 1987). Une couronne de 10 à 30 tentacules buccaux, de taille égale, est disposée en un seul cercle autour de la bouche (**Figure 16**). Ils ont une forme de bouclier ou de parapluie (avec une rosette de lobes à leur extrémité), arborescente (avec des ramifications primaires et secondaires), plumeuse (avec des prolongements des deux côtés) ou digitée (avec un petit nombre de prolongements en forme de doigt à leur extrémité). Les tentacules sont des tubes ambulacraires ou podia modifiés et peuvent donc être plus ou moins dilatés. Les podia sont soit éparpillés sur toute la surface de l'animal, soit disposés en rangées plus ou moins régulières le long des radius ; ils peuvent manquer chez quelques espèces (**Figure 16**). Les podia dorsaux sont souvent coniques, sans ventouse, et sont alors appelés papilles (Tortonese et Vadon, 1987) [**Figure 16**]. Le tégument est souvent épais et dur. La forme des spicules dermiques est très variable et peut être utilisée comme caractère de détermination spécifique (Tortonese et Vadon, 1987).

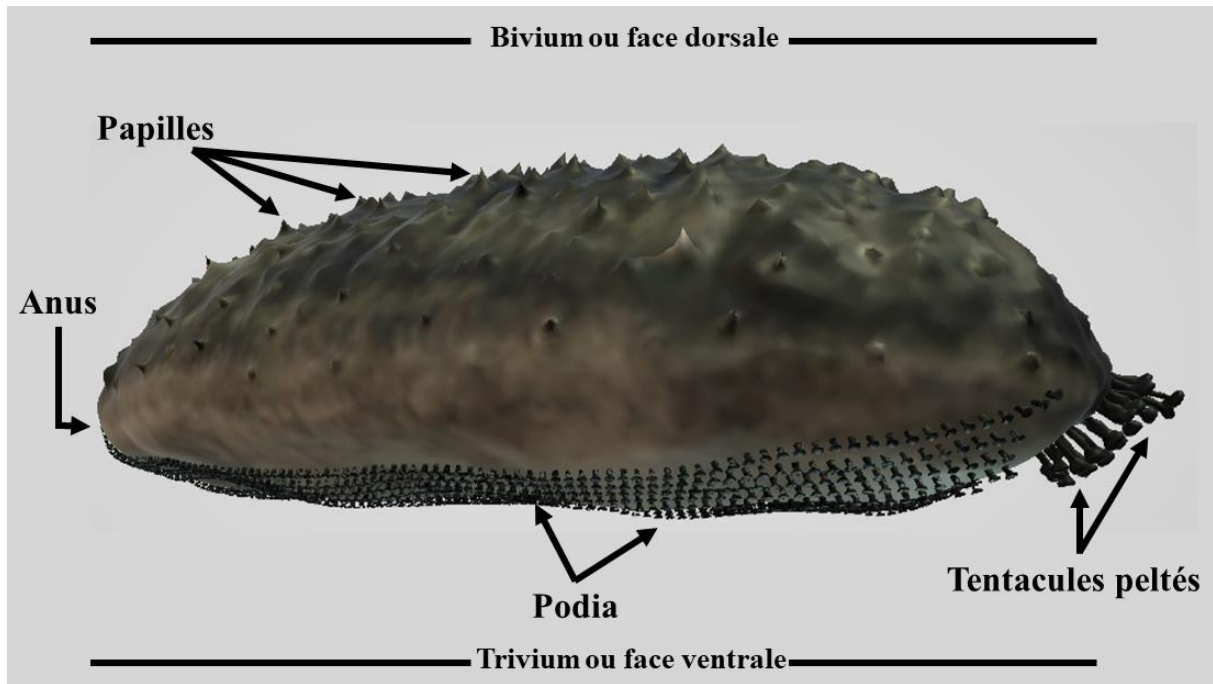


Figure 16 : Anatomie externe d'une holothurie.

III.4.4. Morphologie interne

- **Système digestif**

Le système digestif est classique chez l'ordre Holothuriida, il commence dans les tentacules, et se continue par la bouche, puis l'œsophage, ensuite la région stomacale (**Figure 17**). Tout de suite il y a un rétrécissement de l'intestin. De tout le système, l'organe le plus illustre est l'intestin qui trouve s'enroulé à l'intérieur du coelome. Cela montre une boucle définie, puisque d'abord il descend à la partie postérieure (un intestin mince), en parcourant la région moyenne dorsale, tout de suite il se courbe et monte à la partie antérieure ; il descend le long de la région ventrale moyenne et la partie finale de l'intestin poursuit dans un droit de taille considérable qui débouche à un ample cloaque et finalement l'anus (**Figure 17**). Fréquemment l'intestin et le rectal contiennent des grains de sable (Hernández-Sámano, 2010).

- **Appareil reproducteur**

Une seule gonade existe fixée à la paroi arrière du corps et formée par un ou deux touffes de nombreux tubes, ramifiés ou non. Un simple gonoducto, géré par le mésentère dorsal à la gonopore, situé sur la ligne médiane dorsale avant l'anneau tentaculaire immédiatement (Hendler et al., 1995) [**Figure 17**]. Comme la maturation progresse, la couche germinative de la gonade subit des changements marqués et épais qui permettent une augmentation

significative de la surface pour le développement des gamètes (Costelloe, 1985; Cameron et Fankboner, 1986). La morphologie de la gonade ramifiée présente des modifications entre les familles, et des espèces de la même famille et même entre les populations dans la forme (tubules, des nodules, sacs), la longueur, le degré de ramification, l'épaisseur et même le stade de développement (Hamel et Mercier, 1996).

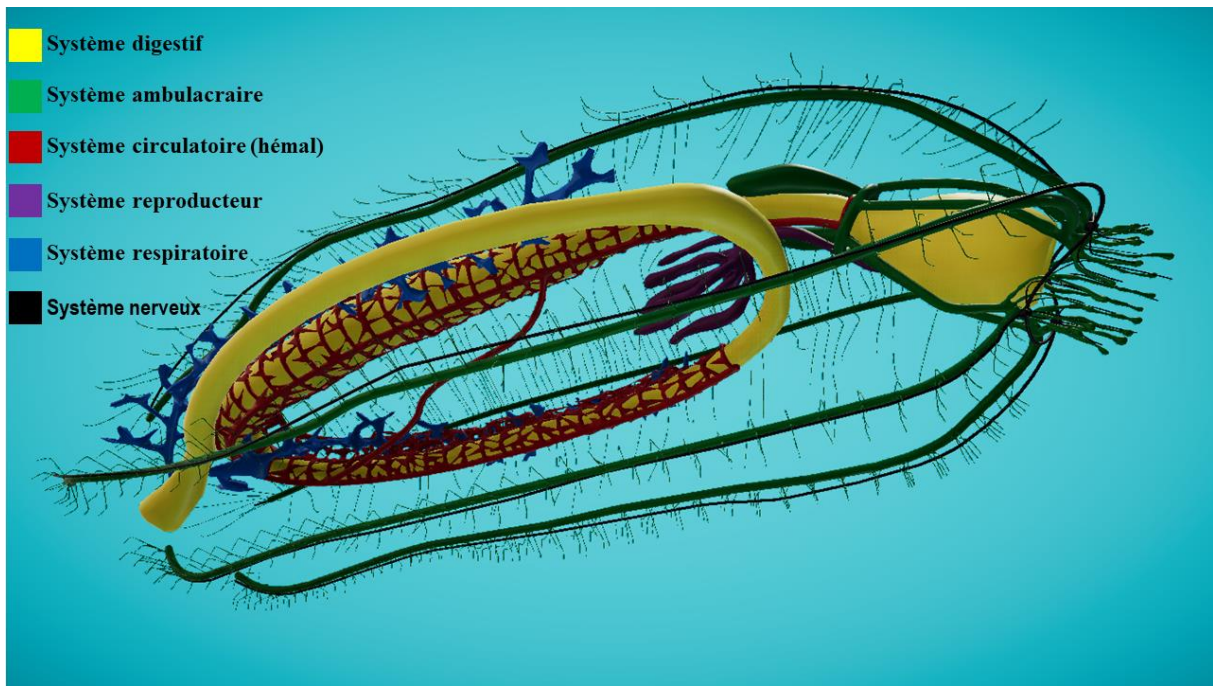


Figure 17 : Anatomie interne d'une holothurie.

III.4.5. Reproduction et cycle de vie

Il existe deux types de reproduction chez les holothuries : la reproduction sexuée et la reproduction asexuée. Au moment de la reproduction sexuée, certaines espèces prennent souvent une curieuse position verticale en se dressant sur la partie postérieure. Elles se rassemblent et émettent leurs produits génitaux dans l'eau de mer (**Figure 18**). La ponte est favorisée par une augmentation de la température de l'eau et a lieu généralement en été (Hamel et Mercier, 1996).

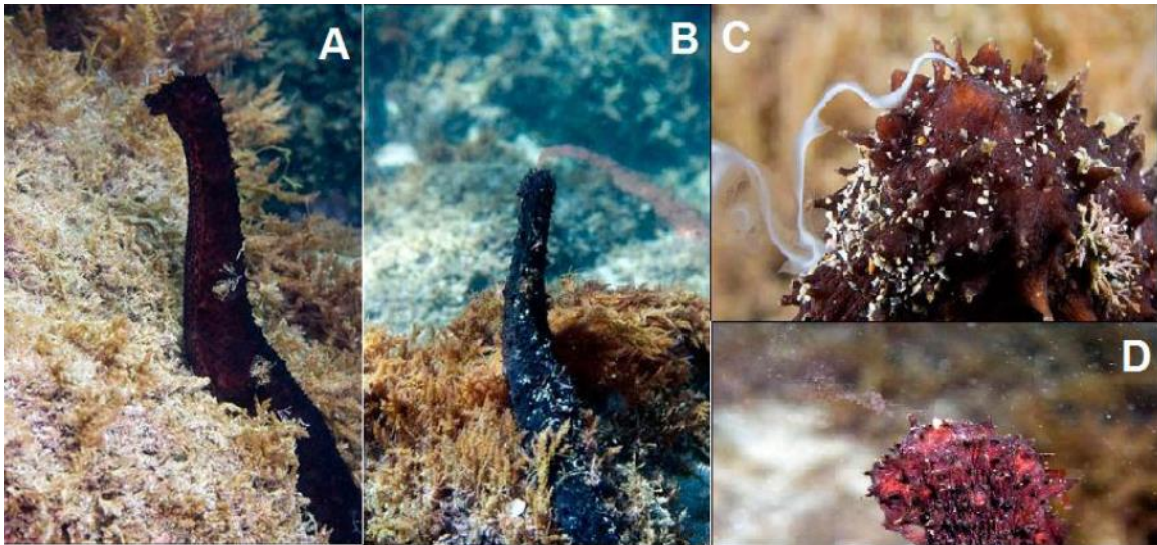


Figure 18 : Reproduction sexuée chez *H. (H.) tubulosa* (Bertoncini et al., 2008). A : Spécimen mâle de *H. (H.) tubulosa* en train d'émettre des gamètes ; B : Femelle de *H. (H.) tubulosa* en train d'émettre des oeufs ; C : émission de sperme par un spécimen mâle de *H. (H.) tubulosa* ; D : émission d'oeufs par une femelle de *H. (H.) tubulosa*.

La fécondation est externe, et l'œuf fécondé donne naissance à une larve appelée auricularia (**Figure 19 ; A**), qui se métamorphose à son tour en une larve doliolaria (**Figure 19 ; B**) et enfin pentacula (**Figure 19 ; C**), laquelle est caractérisée par cinq tentacules primaires. Ces larves sont planctoniques Jusqu'à leurs métamorphoses en juvéniles benthique (**Figure 19 ; D**).

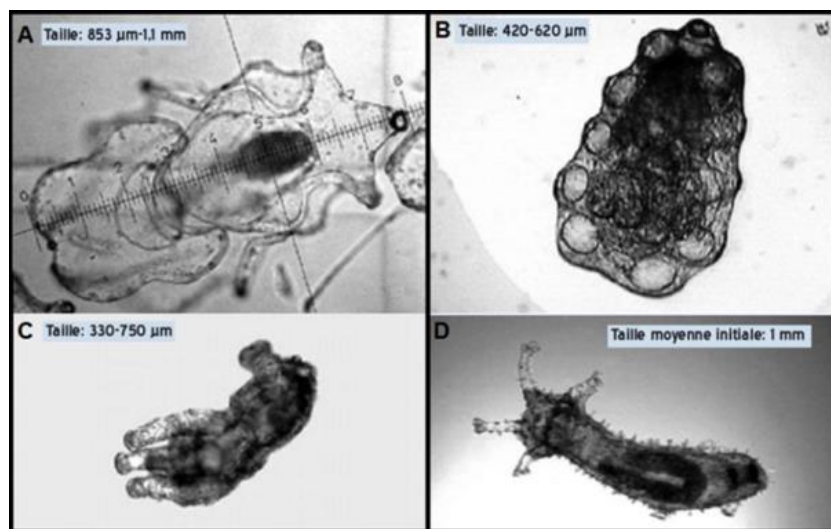


Figure 19 : les différents stades larvaires chez *H. (H.) scabra* (Bell et al., 2007). A : Larve auricularia, stade avancé ; B : Larve doliolaria ; C : Larve pentactula ; D. Juvénile

III.4.5. Valeur économique des holothuries

III.4.5.1. Pêche et commercialisation (Bêche-de-mer)

Outre leur importance écologique, les “concombres” de mer représentent une ressource économique appréciable pour de nombreuses populations. Les captures totales pour les régions de l’Asie et de l’Océanie sont de l’ordre de 20 000 à 40 000 tonnes par an ; les zones tempérées de l’hémisphère Nord prélèvent, aussi, une part considérable des prises mondiales (9 000 tonnes par an), alors que les prises d’holothuries sont relativement moins importantes en Afrique et dans l’océan Indien (2000 à 25000 tonnes par an), et elles sont particulièrement faibles en Amérique latine et dans la région des Caraïbes (moins de 1000 tonnes par an) (Toral-Granda et al., 2008) due à la non-exploitation de ces espèces. Une fois pêchées, elles sont éviscérées et leur chair est lavée et traitée (au sel, à l’eau bouillante et à la chaleur) pour devenir le produit exporté alors appelé “trévang” ou « bêche-de-mer » (Samyn et al., 2006; Toral-Granda, 2006). Le commerce de la « bêche-de-mer », est l’une des formes les plus anciennes de commerce dans les îles du Pacifique (Conand et Byrne, 1993) ; il vise essentiellement à satisfaire les marchés orientaux d’aliments de luxe. Les principaux pays de consommation sont la Chine, Hong Kong, Taïwan, Singapour, la Corée et la Malaisie (Ferdouse, 2004) ; *Holothuria scabra*, *Holothuria fuscogilva* et *Holothuria nobilis* sont les espèces, Les plus prisées. Économiquement, la pêche des holothuries dans les îles Fidji (pays de l’Océanie) apporte environ 50 millions de dollars par an. Elle est en deuxième position après la pêche du thon⁷. Au marché de Hong-Kong les prix de gros pour ces animaux varient de 50 à 400 dollars le kilo, en fonction de l’espèce pêchée. L’holothurie de sable, de haute qualité, peut dépasser les 1.000 dollars au kilo gramme. Les holothuries possèdent une valeur nutritionnelle élevée, car elles sont riches en protéines, pauvres en lipides, riches en acides aminés et en oligo-éléments ; autant de caractéristiques qui en font un aliment très prisé.

III.4.5.2. Valeur pharmaceutique

L’attrait des peuples asiatiques pour les concombres de mer vient du fait qu’ils sont convaincus de leur grande valeur nutritive et de leurs vertus qui aideraient à combattre une panoplie de maux et de maladies : une alimentation à base de concombres de mer réduirait la fatigue, les douleurs articulaires et l’arthrite, elle aiderait à restaurer les fonctions intestinales et urinaires défaillantes, à renforcer le système immunitaire des consommateurs. Ces nombreuses vertus seraient dues à la présence de biomolécules actives tels que des triterpènes glycosides (Saponines) (Caulier et al., 2016), divers peptides et des acides gras essentiels. Des essais

pharmacologiques récents réalisés par des groupes de recherches chinois et japonais, viennent étayer les effets thérapeutiques de ces molécules qui, en fonction des espèces et des méthodes d'extraction, se sont révélées être des anti-angiogéniques, des anticoagulants, des hypotenseurs ou des anti-inflammatoires. Le Japon a fait breveter le sulfate de chondroïtine tiré d'holothuries pour le traitement du sida (Toral-Granda, 2006). Une nouvelle étude a démontré que l'extrait de concombre de mer tue jusqu'à 95 % des cellules du cancer du sein, 90 % des cellules du mélanome, 95 % des cellules du cancer du foie et 88 % des cellules de cancer du poumon. L'extrait stimule aussi le système immunitaire contre le cancer et entrave le processus clé requis pour la création de métastases. Le concombre de mer est utilisé en médecine chinoise depuis des siècles.

III.4.6. Aquaculture

Sur le marché asiatique des fruits de mer séchés, les holothuries de sable *Holothuria scabra* et les holothuries de sable versicolores *H. lessoni* se négocient à des prix plus élevés que n'importe quelles autres espèces tropicales d'holothuries (Giraspy et Walsalam, 2010). L'augmentation de la pression de la pêche exercée sur ces espèces vulnérables en milieu naturel est à l'origine de l'explosion du prix des holothuries transformées ou bêche-de-mer (Conand, 2004). Par conséquent, plusieurs pays ont mis en place ces dernières années des mesures de gestion rigoureuses pour protéger les populations d'holothuries en déclin (Bell et al., 2008). Le prix avantageux des bêches-de-mer et la diminution des populations en milieu naturel ont particulièrement éveillé l'intérêt des organismes publics et privés qui se sont penchés sur la conception d'autres méthodes de production de bêche-de-mer, notamment par le biais de l'aquaculture (Eeckhaut et al., 2008) [Figure 20]. L'aquaculture des holothuries apporterait une solution durable, en permettant à la fois de repeupler les stocks appauvris d'holothuries en milieu naturel, et de produire suffisamment de bêches-de-mer pour répondre à la demande croissante du marché asiatique.



Figure 20 : Aquaculture des holothuries à Madagascar.

Chapitre 02 : Matériels et méthodes

I. Objectifs de l'étude :

L'objectif de cette étude rentre dans le cadre de la connaissance et la valorisation de quelques espèces d'Échinodermes épibenthiques pêchées comme prises accessoires au niveau des fonds chalutables de la côte de Mostaganem. La mise en valeur de ces macrofaunes benthiques a été réalisée par une étude de leurs caractéristiques morphologiques, biométriques et d'inspection de leurs contenus stomacaux. Il est à signaler que, les espèces étudiées faisant parties de deux groupes Astroidea et Holothuroidea

II. Connaissance et valorisation de quelques espèces d'Échinodermes épibenthiques des fonds chalutables de la côte de Mostaganem

II.1. Description des fonds de la côte de Mostaganem

Au niveau de la baie de Mostaganem, on retrouve des fonds marins relativement plats, rocheux et surtout vaseux, qui sont considérés parmi les principaux fonds chalutables en Algérie. La présence de zones rocheuses se retrouve près de la côte au niveau des sites de Stidia, El Mactaa, la Salamandre et le golf d'Arzew (Grimes, 2010).

Selon les campagnes des navires océanographiques « Président-Théodore-Tissier » 1957 à 1960 et « Thalassa » 1960 et 1961, la baie de Mostaganem est praticable entre 100 et 400 m pour les engins traînants depuis le cap Ivi jusqu'au cap Ferrât. Au-delà de 400 m elle n'est vraiment chalutable qu'à partir de la longitude 0° 05 O jusqu'à celle du cap Ferrât ; en effet aux fonds accidentés situés au large du cap Ivi au-delà de 420 mètres succède une fosse profonde qui entaille le talus du plateau continental en suivant une direction nord-ouest-sud est. Autour de 100 m, et au large de Mostaganem, les fonds chalutables sont recouverts d'une vase terrigène constituée par les alluvions de l'oued Cheliff ; un peu sableuse, de couleur beige pâle, elle renferme de nombreux débris coquilliers. Les fonds de 220 à 400 mètres sont recouverts de vase très molle en surface, plus compacte en profondeur. Les fonds de 450 à 700 mètres caractérisent les vases fluides (Grimes, 2010).

II.2. Stations d'échantillonnage

L'échantillonnage des étoiles de mer a été réalisé au niveau de trois sites contrastés de la côte de Mostaganem (**Figure 23**). Ces stations font partie des fonds chalutables de cette côte. Le premier site est situé au large de la plage de Sidi-Medjdoub, le deuxième

au large du port de la Salamandre alors que le troisième site est localisé au niveau du large de la plage de Stidia (**Figure 23**). L'échantillonnage a été effectué durant la période qui s'étale d'Avril 2020 jusqu'au Août 2020. Un ensemble de 38 individus d'astérides a été collecté. D'autre part, l'holothurie royale *Parastichopus regalis* a été prélevée au niveau de la station numéro 02 (**Figure 21**). Ce concombre de mer fait partie de la famille des Stichopodidae et elle est considérée comme la faune caractéristique des eaux profondes. Il est à noter qu'un lot de 2 individus de cette holothuride a été prélevé. Tous les prélèvements ont été effectués par des pêcheurs locaux à bord de chalutiers (**Figure 22**). L'engin de pêche utilisé est les chaluts trémails.

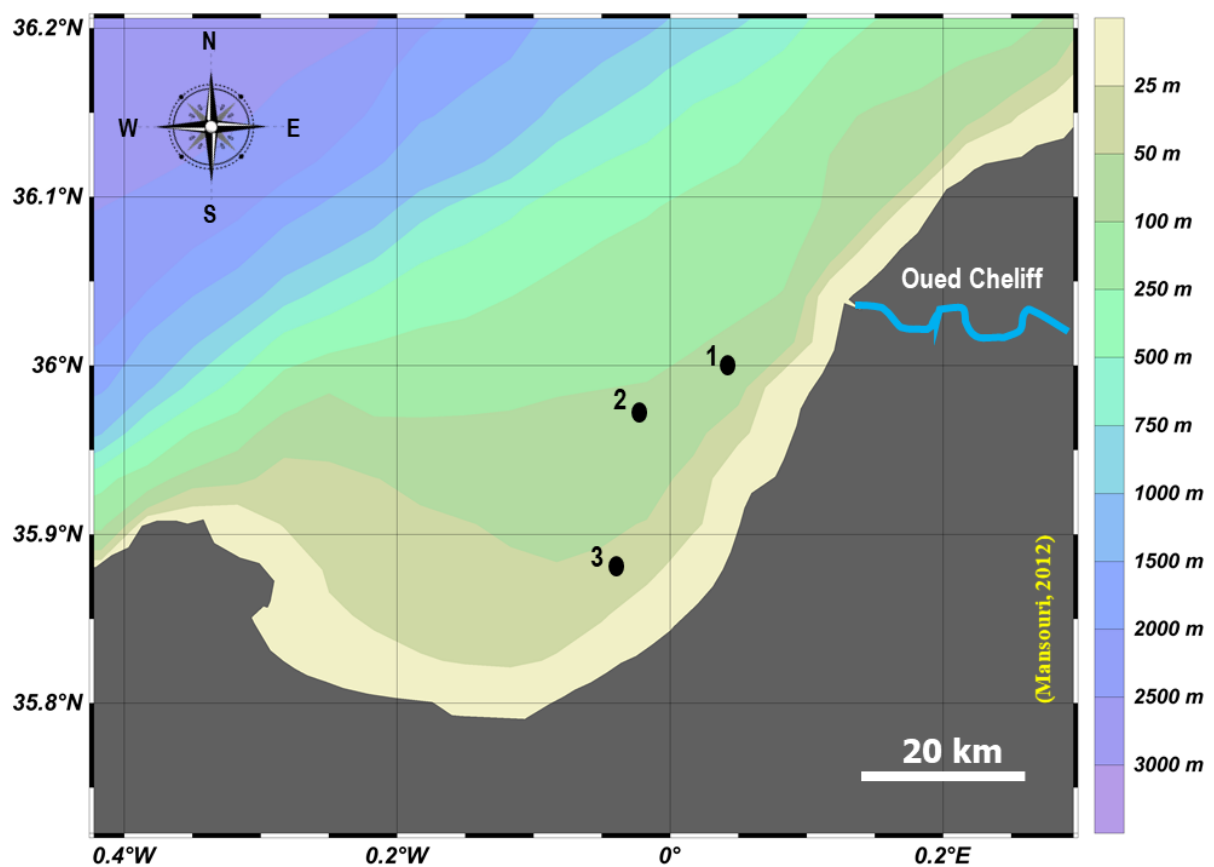


Figure 21 : Carte bathymétrique de la côte de Mostaganem et du golf d'Arzew (Mansouri, 2012). 1 : Large de Sidi-Medjdoub ; 2 : Large de la Salamandre et 3. Large de Stidia.



Figure 22 : Un lot d'étoiles de mer récupéré d'un pêcheur local par LR et TB (LR : latreche radhia, TI : tabet ikram)

II.3. Traitement des échantillons

Identification des individus d'astérides récoltés

Nous avons adopté deux méthodes d'identification

- 1) Comparaison des photos prises des individus d'astérides échantillonnés avec celles présentes sur les clés d'identification, notamment celui de (Koehler, 1921; Koehler, 1969; Göthel, 1996) ;
- 2) Étude de la morphologie externe des espèces prélevées.

La position systématique des étoiles de mer a été vérifiée en se référant à la base de données WoRMS ("World Register of Marine Species" : <http://www.marinespecies.org>). Cette base de données est un registre de références taxonomiques qui regroupent des milliers d'informations taxonomiques sur les espèces benthiques marines. Elle est activement mise à jour par un comité d'experts en taxinomie.

Avant la pandémie de COVID-19 une série de mesures biométriques a été réalisée sur chaque individu d'astéries au niveau du laboratoire PVRMLSM de l'université de Mostaganem. Les mensurations effectuées sur les étoiles de mer ont été déduites de nouveau protocole proposé par (Gianguzza et al., 2015). Les mesures effectuées sont i) la longueur des bras (LB). Cette longueur a été mesurée du bord du disque centrale jusqu'à l'extrémité du bras ii) la largeur des

bras (LARB) et iii) la hauteur des bras (HB), adjacentes au disque central et iv) le diamètre du disque central (DDC). Les mensurations ont été réalisées par l'utilisation d'un pied à coulisse (± 0.1 cm). Ensuite, les étoiles de mer étaient pesées pour déterminer le poids humide du corps (PHC) à l'aide d'une balance numérique d'une précision de 0.1 g, après avoir éliminé les sécrétions de mucus et l'eau de mer en les pressant doucement pour augmenter la précision de la mesure. De même, des observations du contenu stomacal d'un individu de *Astropecten aranciacus* ont été réalisées. Concernant, *P. regalis* le poids frais total (PFT) et la longueur contractée du corps (LC) ont été considérés. En raison du confinement total appliqué par l'état algérien, afin de limiter la propagation du Covid-19, nous avons continué à appliquer le même protocole au niveau de nos maisons.

II.4. Relation Taille- Poids (relation d'allométrie)

Les relations taille-poids ont été déduites pour chaque population d'astérides selon la formule $PHC = a T^b$ (Keys, 1928), où « a » est une constante et « b » est la pente de régression ou le coefficient d'allométrie. Il est à signaler que la variable "T" représente à chaque fois un de paramètres linéaires [LB, HB, LARB, DDC et LC].

Les relations allométriques ont été utilisées pour déterminer si la croissance des espèces d'Échinodermes étudiées est isométrique ou allométrique (Ricker, 1973). Afin de déterminer la nature d'allométrie, nous avons comparé la valeur observée de la pente (b) à la valeur théorique [b = 3] (Sokal, 1995). Dans ce cas-là, trois situations peuvent se présenter. Quand b = 3, la croissance est isométrique, Si b < 3 : la croissance est minorante et Si b > 3, la croissance est majorante. Dans le cas d'isométrie, les proportions du corps croissent de la même façon. Cependant, dans les deux derniers cas, la croissance d'un paramètre est proportionnellement inférieure ou supérieure à la croissance du caractère de référence. D'autres relations biométriques ont été aussi utilisées pour les étoiles de mer. Il s'agit de la croissance linéaire. Cette fois-ci les variables utilisées sont [HB, LARB, DDC]. Dans cette situation le standard est égal à 1. Par conséquent si b = 1, la croissance est isométrique, Si b < 1 : la croissance est minorante et Si b > 1, la croissance est majorante.

II.5. Traitement statistique des données

Toutes les analyses statistiques ont été réalisées avec Excel 2016 et Statistica version 6.

Les principaux paramètres statistiques utilisés sont :

- **Moyenne arithmétique**

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

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

Avec :

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

- **Ecart-type**

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

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

Chapitre 03 :

Résultats et discussions

I. Résultats et discussions

I.1. Caractéristiques des espèces d'Échinodermes des fonds chalutables de la côte de Mostaganem

Le tableau 06 résume les effectifs d'Astéries et de concombres de mer capturés durant la période d'échantillonnage ainsi que leurs stations de prélèvement, le tableau 06 récapitule la taxinomie et la morphologie externe des individus d'étoiles de mer et d'holothuries de la côte de Mostaganem (se référer à la figure 23 pour les abréviations des stations). Alors que le tableau 10 illustre les caractéristiques biométriques des espèces d'Échinodermes étudiées.

Tableau 06 : Effectifs et stations s'échantillonnages d'Astries et de concombres de mer capturés durant la période d'échantillonnage

	<i>Marthasterias glacialis</i>	<i>Echinaster sepositus</i>	<i>Astropecten aranciacus</i>	<i>Tethyaster subinermis</i>	<i>Chaetaster longipes</i>	<i>Parastichopus regalis</i>
Station 01	-	10	-	8	2	-
Station 02	12	-	-	-	-	2
Station 03	-	-	6		-	-

Tableau 07 : Taxinomie et morphologie externe des étoiles de mer et d'holothuries des fonds chalutables de la côte de Mostaganem.

	<i>Marthasterias glacialis</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Echinaster sepositus</i> (Retzius, 1783)	<i>Astropecten aranciacus</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Tethyaster subinermis</i> (Philippi, 1837)	<i>Chaetaster longipes</i> (Bruzelius, 1805)	<i>Parastichopus regalis</i> (Cuvier, 1817)	Références
Classification							
Ordre	Forcipulatida Perrier (1884)	Spinulosida Perrier (1884)	Paxillosida Perrier (1884)	Paxillosida Perrier (1884)	Valvatida Perrier (1884)	Synallactida Miller et al., (2017)	
Famille	Asteriidae Gray (1840)	Echinasteridae Verrill (1867)	Astropectinidae Gray (1840)	Astropectinidae Gray (1840)	Chaetasteridae Sladen (1889)	Stichopodidae Haeckel (1896)	(WoRMS, 2020)
Genre	<i>Marthasterias</i> Jullien (1878)	<i>Echinaster</i> Müller & Troschel (1840)	<i>Astropecten</i> Gray (1840)	<i>Tethyaster</i> Sladen (1889)	<i>Chaetaster</i> Müller & Troschel (1840)	<i>Parastichopus</i> Clarck (1922)	
Distribution géographique							
	Méditerranée et Atlantique	Méditerranée et Manche	Méditerranée et Atlantique	Méditerranée et Atlantique	Méditerranée et Atlantique	Méditerranée, Atlantique et Golfe du Mexique	(Koehler, 1921; Clark, 1922; Maggi et González- Wangüemert, 2015; Benzait et al., 2020)
Morphologie externe							
Couleur	Verte, grise, orangée, jaune, violette, rose	Rouge intense	Orange	Rouge ou rouge orangé	Jaune ou orange pâle	Marron-rouge avec des taches blanches	
Longueur	>30cm	15cm max	>15cm	> 40cm	30 cm max	30 cm	
Disque central	Grand	Réduit	Modéré	Très grand	Très réduit	-	
	Figure 29	Figure 30	Figure 31	Figure 32	Figure 33	Figure 34	

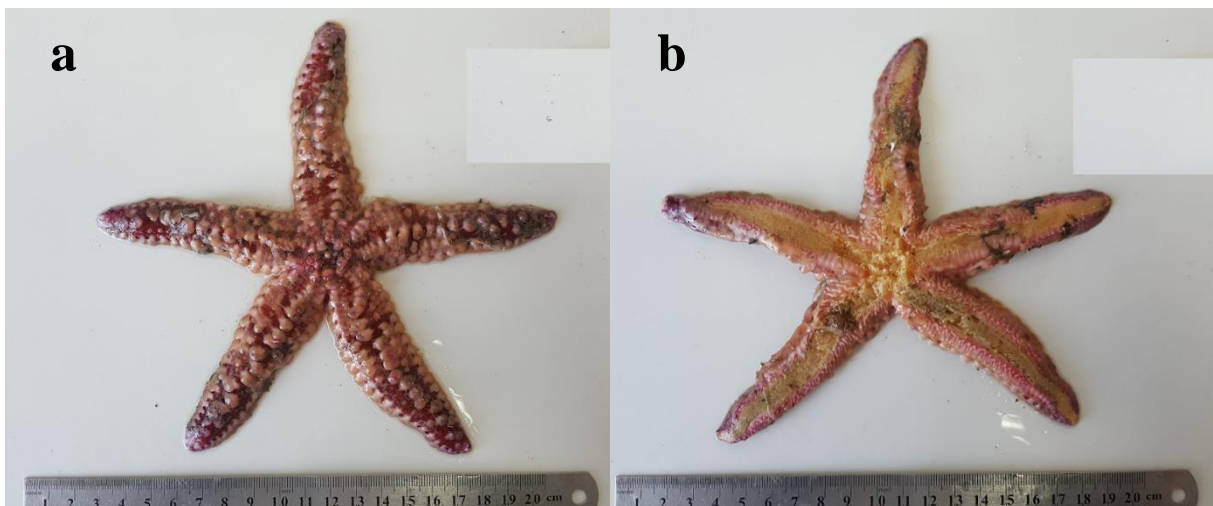


Figure 23 : Individu de *Marthastrias glacialis*. a : face aborale ; b : face orale, prélevé par un pêcheur à Sidi-Majdoube

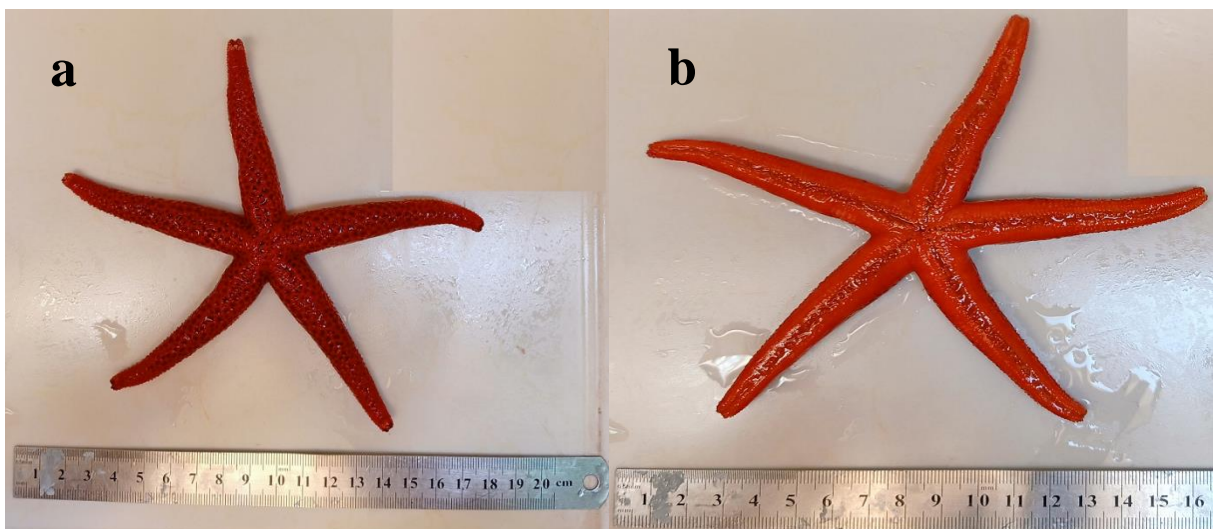


Figure 24 : Individu d'*Echinaster sepositus*. a : face aborale ; b : face orale, prélevé par notre camarade plongeur Beldjilali Mohamed a Stidia

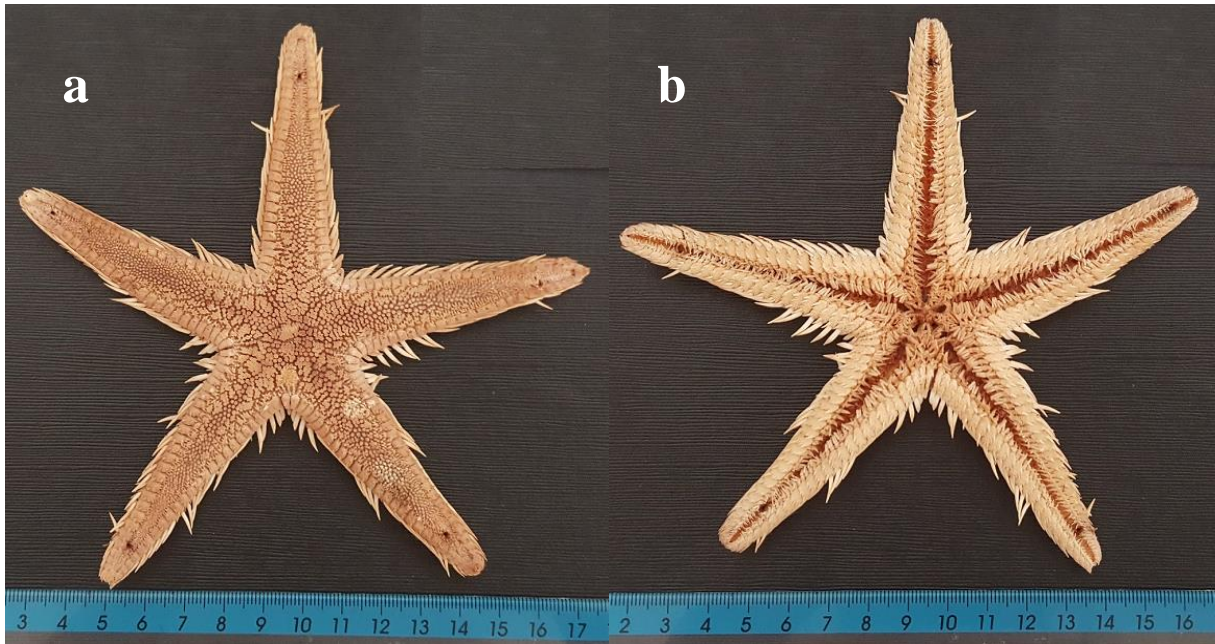


Figure 25 : Individu d'*Astropecten aranciacus*. a : face aborale ; b : face orale, prélever par khoudja Ihen

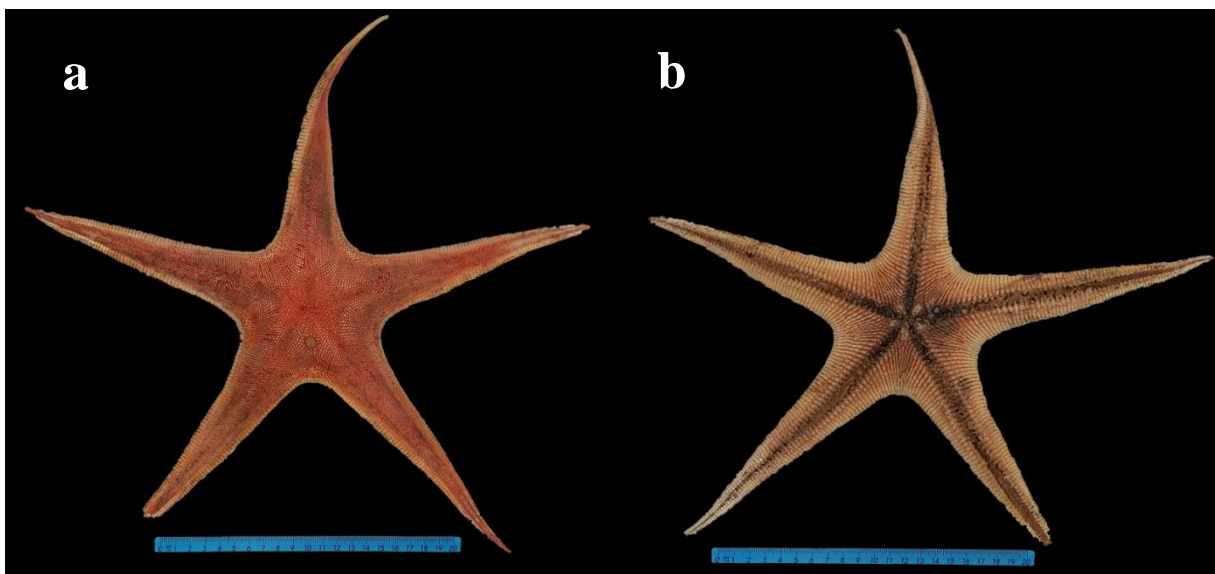


Figure 26 : Individu de *Tethyaster subinermis*. a : face aborale ; b : face orale, à Sidi-Mejdoub par TI et LR



Figure 27 : Individu de *Chaetaster longipes*. a : face aborale ; b : face orale , prélever par un pêcheur à Sidi-Medjedoub

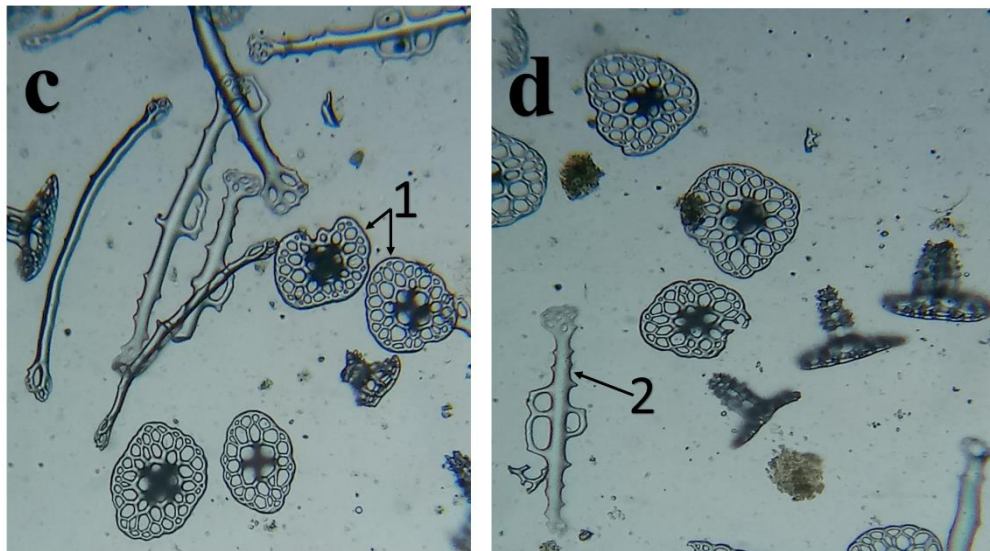
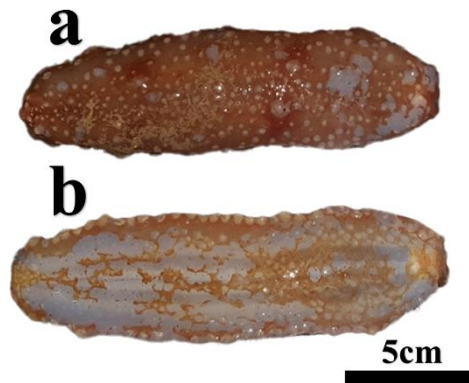


Figure 28 : morphologie externe et sclérites de *P. regalis*. a : face dorsale ; b : face ventrale ; c : sclérites de la face dorsale ; d : sclérites de la face ventrale ; 1 : corpuscule turritiforme et 2 : plaque perforée allongée (microscope photonique X40).

Tableau 08 : Caractéristiques biométriques des espèces d’Échinodermes étudiées. SD = Écart-type.

	PHC (g) ± SD	LB (mm) ± SD	HB (mm) ± SD	LARB (mm) ± SD	DDC (mm)± SD	LC (mm)± SD
<i>M. glacialis</i>	46.80 ± 5.77	69.14 ± 9.60	17.69 ± 4.02	18.69 ± 3.11	14.64 ± 2.36	
<i>E. sepositus</i>	32.10 ± 2.85	73.00 ± 3.88	13.47 ± 0.94	14.46 ± 0.51	23.60 ± 1.89	
<i>A. aranciacus</i>	35.39 ± 4.31	58.28 ± 9.52	10.59 ± 6.01	11.89 ± 6.37	21.89 ± 8.34	
<i>T. subinermis</i>	349.24 ± 15.24	202.86 ± 6.80	21.70 ± 6.00	49.41 ± 7.64	91.94 ± 6.26	
<i>C. longipes</i>	35.50 ± 2.12	73.30 ± 5.52	7.75 ± 0.42	8.70 ± 0.42	15.75 ± 1.06	
<i>P. regalis</i>	PFT= 76.54 ± 27.57					13.67 ± 1.72

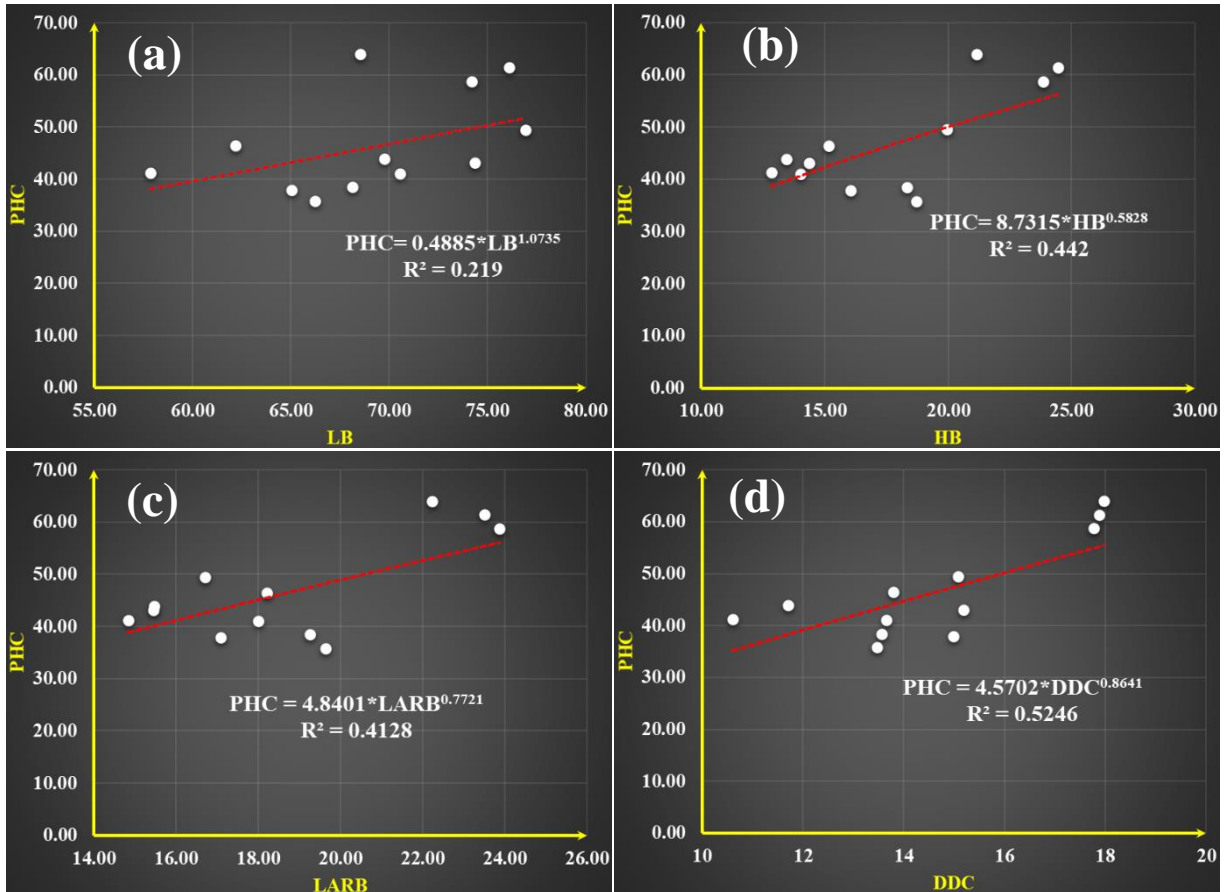


Figure 29 : Relation taille-poids chez l'espèce *M. glacialis*. a : PHC-LB ; b :PHC-HB ; c : PHC-LARB et d : PHC-DDC

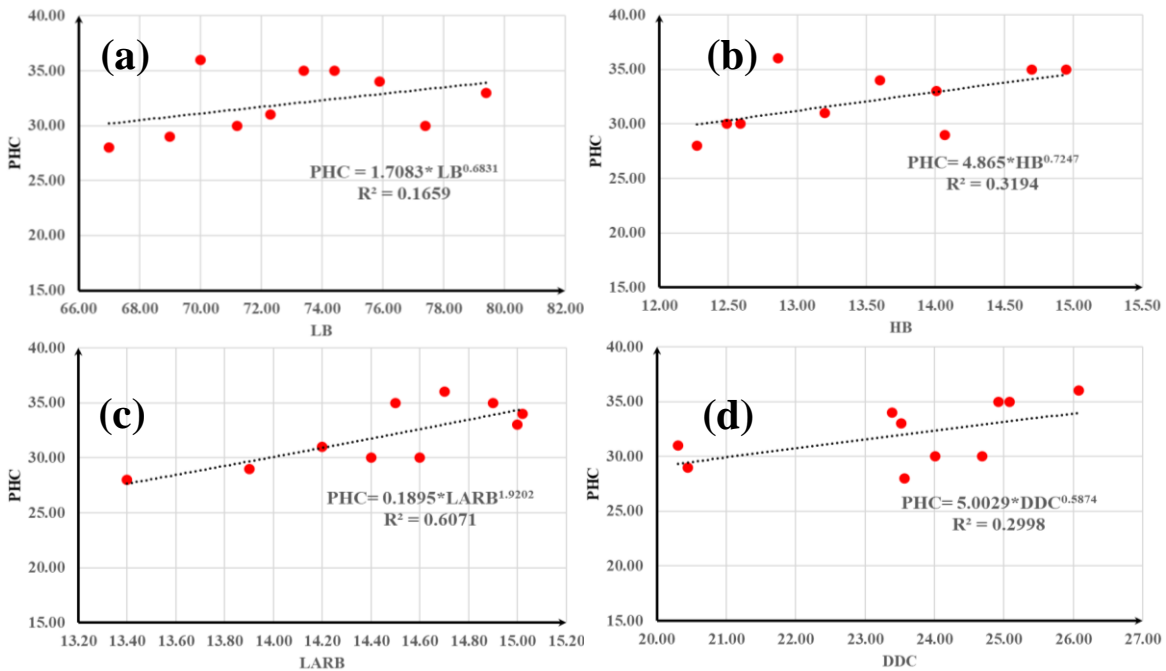


Figure 30 : Relation taille-poids chez l'espèce *E. sepositus*. a : PHC-LB ; b :PHC-HB ; c : PHC-LARB et d : PHC-DDC

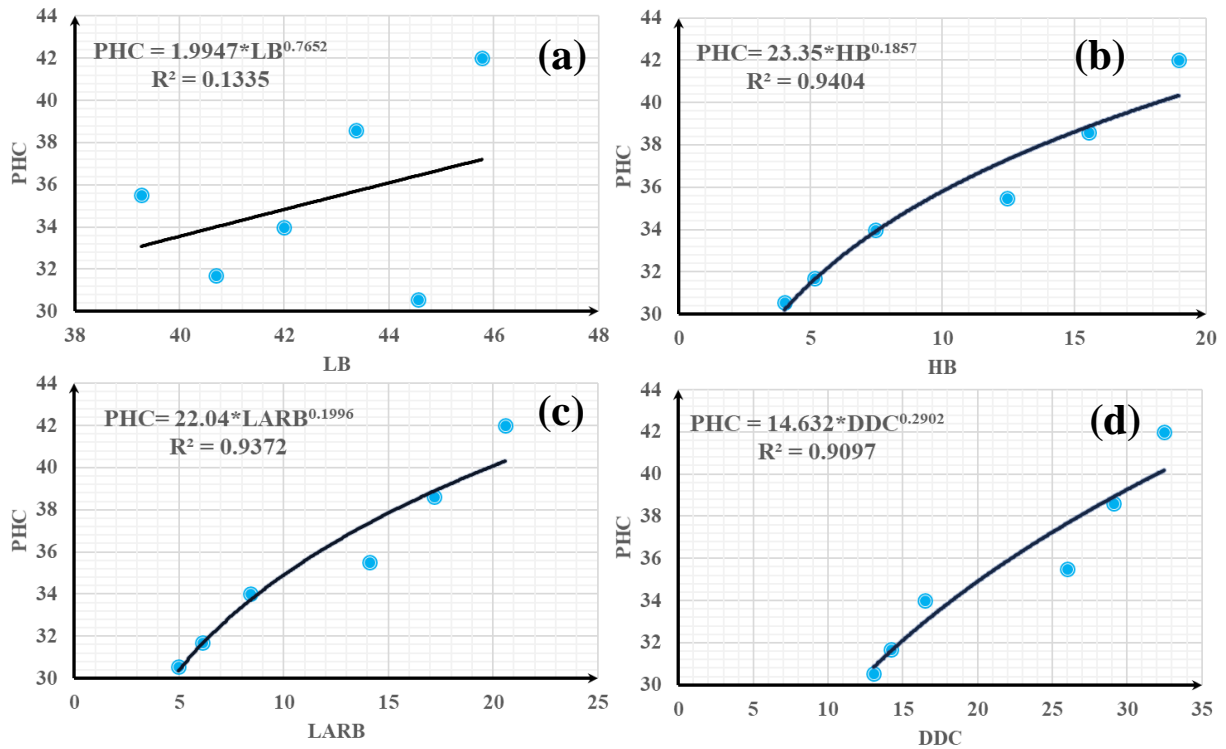


Figure 31 : Relation taille-poids chez l'espèce *A. aranciacus*. a : PHC-LB ; b :PHC-HB ; c : PHC-LARB et d : PHC-DDC

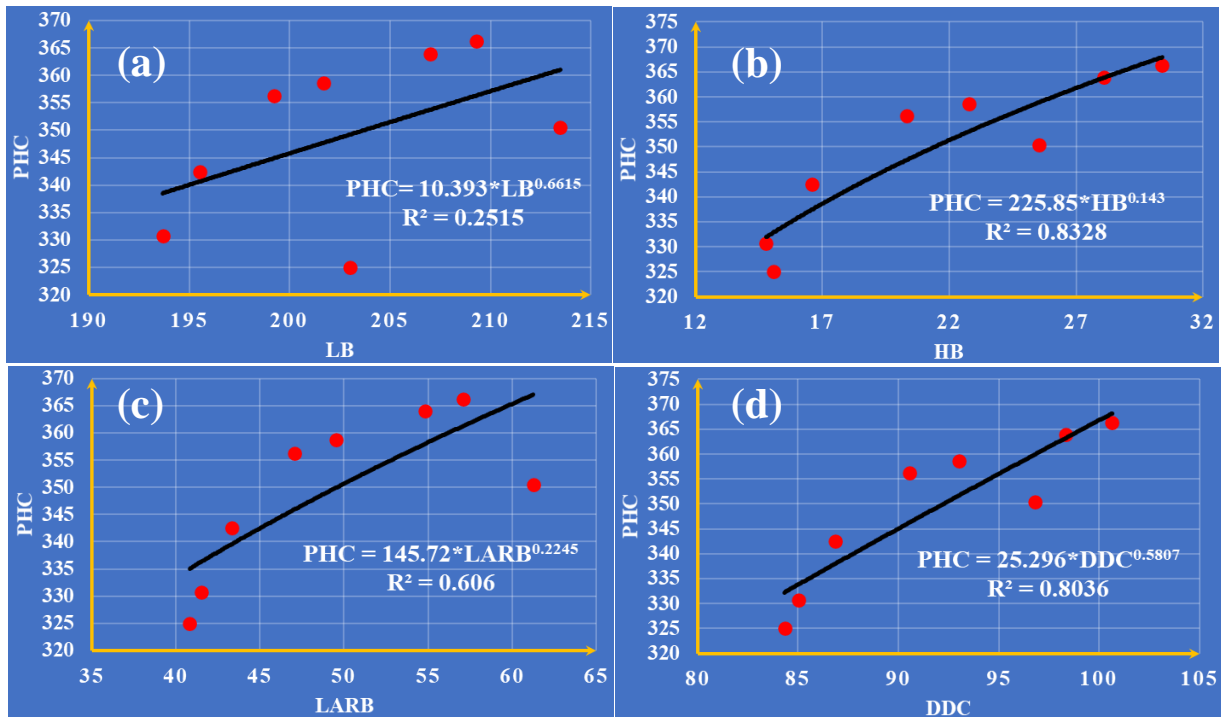


Figure 32 : Relation taille-poids chez l'espèce *T. subinermis*. a : PHC-LB ; b :PHC-HB ; c : PHC-LARB et d : PHC-DDC

Tableau 09 : Analyse des régressions linéaires des paramètres biométriques des étoiles de mer étudiées et détermination de la nature de la croissance.

		a	b	r	Allométrie	N
<i>M. glacialis</i>	PHC-LB	0.49	1.07	0.47	Minorante	10
	PHC-HB	8.73	0.58	0.66	Minorante	
	PHC-LARB	4.84	0.77	0.64	Minorante	
	PHC-DDC	4.57	0.86	0.72	Minorante	
	DDC-LARB	1.46	0.78	0.78	Minorante	
	HB-LARB	0.51	1.20	0.88	Majorante	
<i>E. sepositus</i>	PHC-LB	1.71	0.68	0.41	Minorante	10
	PHC-HB	4.86	0.72	0.56	Minorante	
	PHC-LARB	0.19	1.92	0.78	Minorante	
	PHC-DDC	5.00	0.59	0.55	Minorante	
	DDC-LARB	1.61	1.00	0.44	Isométrique	
	HB-LARB	1.62	0.79	0.41	Minorante	
<i>A. aranciacus</i>	PHC-LB	1.99	0.77	0.36	Minorante	6
	PHC-HB	23.35	0.18	0.98	Minorante	
	PHC-LARB	22.04	0.20	0.98	Minorante	
	PHC-DDC	14.63	0.29	0.96	Minorante	
	DDC-LARB	4.24	0.67	0.99	Minorante	
	HB-LARB	0.73	1.07	0.99	Isométrique	
<i>T. subinermis</i>	PHC-LB	10.39	0.66	0.50	Minorante	8
	PHC-HB	225.85	0.14	0.91	Minorante	
	PHC-LARB	145.72	0.22	0.78	Minorante	
	PHC-DDC	25.30	0.58	0.90	Minorante	
	DDC-LARB	0.025	1.72	0.94	Majorante	
	HB-LARB	17.69	0.42	0.95	Minorante	

Nous avons constaté une allométrie minorante chez toutes les espèces d’Astéries prélevées (Figures 23 ;24 ; 25 ; 26 Tableau. 09). Le poids du corps croît moins vite que sa taille. La pente b dans toutes les relations taille-poids établies est inférieure au coefficient d’isométrie $b=3$ [Tableau 09]. Cette allométrie minorante (négative) caractérise largement les espèces d’un

autre groupe d'Échinoderme. En effet, des relations d'allométries négatives ont été aussi signalées chez les holothuries (Francour, 1990; Mezali, 2001; Mezali et al., 2006; Mansouri et Mezali, 2018a; Mansouri et Mezali, 2019). De même, nous avons constaté que le poids humide du corps (PHC) est le paramètre biométrique le moins corrélé avec la moyenne des longueurs des bras (LB) [Figures 23-a ;24-a ; 25-a ; 26-a]. Pour cela, il est préférable d'utiliser les autres paramètres biométriques (HB, LARB et DDC). Ces mesures biométriques ont donné des corrélations beaucoup plus importantes avec le poids du corps. Ce résultat corrobore avec celui obtenu par (Gianguzza et al., 2015). D'autre part, nous avons constaté un résultat différent pour la croissance linéaire. La nature d'allométrie change en fonction de couple de paramètres considérés (Tableau 09). Elle prend les trois modalités : minorante, isométrique et majorante (Tableau 09). Cela peut être dû à la différence en termes de la morphologie des corps des espèces d'astéries étudiées. Ce dernier résultat converge avec celui obtenu par (Gianguzza et al., 2015). De même, l'étude biométrique a aussi révélé une bonne corrélation entre les variables linéaires [DDC-LARB et HB-LarB] (Tableau 09). Notons que, nous avons échantillonné une espèce d'astérie au niveau de la station de Sidi-Medjdoub. Il s'agit de deux individus de *Chaetaster longipes* (Retzius, 1805). Une espèce qui n'a jamais été signalée auparavant sur la côte Algérienne. En effet cette espèce est caractérisée par cinq bras cylindriques, fins et allongés, et par un disque central fortement réduit. Sa taille ne dépasse pas les 30 centimètres, et sa couleur varie du jaune à l'orange pâle. La face ventrale est plus claire, et les sillons ambulacraires, qui accueillent deux rangées de podia, sont très étroits. Le tégument de cette espèce est uniformément recouvert de petites protubérances, qui lui confèrent une texture finement bosselée. Elle est considérée comme une espèce très rare que l'on ne rencontrera normalement qu'à grande profondeur [au-delà de 38m] (Nobre, 1938; Micael et al., 2012). Son aire de répartition comprend l'océan Atlantique (le golfe de Gascogne, les Açores, Cape-Vert, Liberia, Sainte-Hélène) et la mer Méditerranée (Koehler, 1924; Clark et Downey, 1992; Garrido et al., 2004).

I.2. Contenu stomacal de *Astropecten aranciacus*

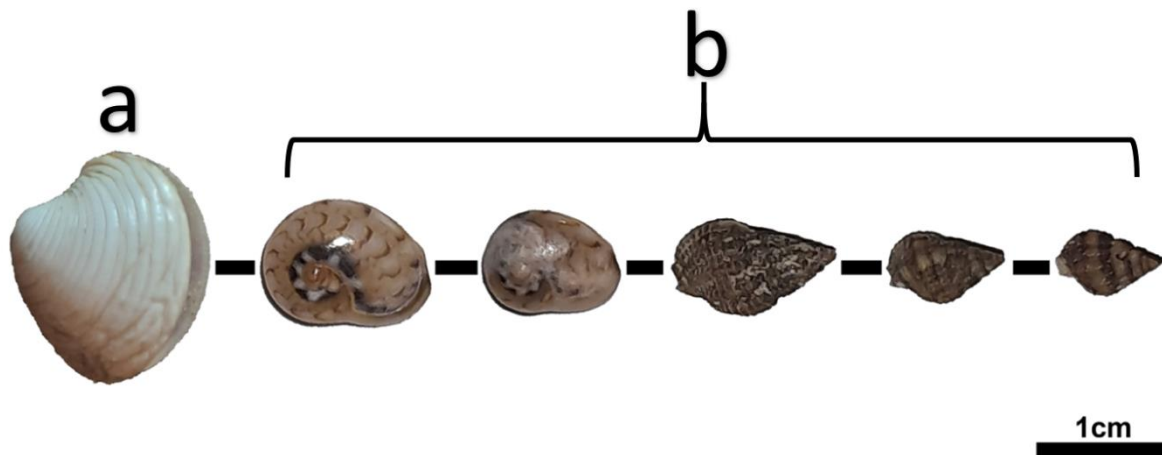


Figure 33 : Contenu stomacal d'un individu de *Astropecten aranciacus*. a : bivalve et b : gastéropodes.

Le mode de digestion des Astéries du genre *Astropecten* étant intraoral, les études sur leur régime alimentaire, à partir des contenus stomacaux, semblent aisées. Toutefois, l'exploitation des données fournies par les contenus stomacaux pose des problèmes en raison de la durée variable du séjour des proies dans les estomacs avant leur digestion (Christensen, 1962; Massé, 1966; Christensen, 1970; Massé, 1970). Ces Astéries n'ont, en effet, aucun moyen d'accéder à l'intérieur des proies protégées par un test complètement clos. Elles doivent donc retenir leurs proies jusqu'au moment où l'anoxie oblige ces dernières à un relâchement musculaire. La paroi stomacale de l'Astérie entre alors en contact avec les tissus de la proie, qui est digérée. Dans la présente étude, l'inspection de contenu stomacal d'un individu de la grande étoile-peigne [*Astropecten aranciacus*] a révélé l'existence de 4 individus de gastéropodes et 1 individu de bivalve (**Figure 16**). Cette constatation corrobore avec celle de la littérature, notamment les travaux de (Christensen, 1962; Christensen, 1970; Massé, 1975; Beddingfield et McClintock, 1993; Loh et Todd, 2011; Guilherme et Rosa, 2014). En outre, en examinant les tests des proies ingérés par l'étoile de mer, nous avons remarqué que ces tests sont ordonnés en fonction de leurs tailles, cela nous laisse penser que *Astrpoecten aranciacus* sélectionne ses proies en fonction de leurs tailles (**Figure 16**). Néanmoins, cette observation reste à confirmer par d'autres études plus poussées sur le régime alimentaire de cette espèce vorace.

Conclusion

Conclusion

Le présent travail a consisté à la connaissance et à la valorisation des prises accessoires de quelques espèces d'invertébrés marins des fonds chalutables de la côte de Mostaganem. Ces espèces font partie de la classe des Échinodermes et elles remontent comme prises accidentelles avec les filets de pêche de chalutiers. En effet, nous avons pu identifier 5 espèces d'Astéries à savoir ; *Marthasterias glacialis* (Linnaeus, 1758) *Echinaster sepositus* (Retzius, 1783) *Astropecten aranciacus* (Linnaeus, 1758) *Tethyaster subinermis* (Philippi, 1837) *Chaetaster longipes* (Bruzellius, 1805) et une espèce d'holothuride de la famille des Stichopodidea *Parastichopus regalis* (Cuvier, 1817). Les résultats de l'étude biométrique ont montré que les individus d'Astéries sont caractérisés par une allométrie minorante (relation taille-poids), alors que pour l'accroissement linéaire la nature de la croissance change avec les mesures biométriques considérées. De même, nous avons constaté que les nouveaux paramètres biométriques [HB & LARB] du protocole de (Gianguzza et al., 2015) présentent des corrélations beaucoup plus importantes avec les poids des étoiles de mer étudiées. Cela constitue un résultat prometteur pour l'utilisation de ce protocole dans d'autres études et de contribuer à la standardisation des mesures des différentes parties du corps des espèces de la classe des Astérides. En outre, cette étude nous a permis de signaler pour la première fois la présence d'une étoile de mer qui n'a jamais été enregistrée dans les études antérieures sur les Astéries du bassin algérien. Il s'agit de deux individus de *Chaetaster longipes* (Retzius, 1805). Ces individus ont été échantillonnés au niveau de la station de Sidi-Medjdoub à une profondeur de 50m. De l'autre côté, l'inspection du contenu stomacal de *Astropecten aranciacus* nous a permis de confirmer la voracité de cette espèce. De même nous avons constaté que l'ingestion est intraorale et il semble que cette espèce a la capacité de sélectionner ses proies en fonction des tailles de leurs tests. Cependant cette dernière constatation reste à valider par des études plus approfondies sur les contenus stomacaux et de régime alimentaire des espèces de ce genre.

Références bibliographiques

Références Bibliographiques

- Alvarado, Juan José, and Francisco Alonso Solís-Marín. 2013. 'Echinoderm research and diversity in Latin America.' in, *Echinoderm Research and Diversity in Latin America* (Springer).
- Beddingfield, S. D., and J. B. McClintock. 1993. 'Feeding behavior of the sea star *Astropecten articulatus* (Echinodermata: Asteroidea): an evaluation of energy-efficient foraging in a soft-bottom predator', *Marine Biology*, 115: 669-76.
- Belbachir, N. 2012. 'Contribution à l'étude écologique de l'herbier à *Posidonia oceanica* (L.) Delile (1813) de la frange côtière de Mostaganem : Etat de santé et relation entre plante et échinoderme.', In: *Département des Sciences de la Mer et de l'Aquaculture*, p. 178. *Université Abdlehamid Ibn Badis, Mostaganem, Algérie.*
- Belbachir, Noredine, Karim Mezali, and Dina Lila Soualili. 2014. 'Comportement alimentaire sélectif de certaines espèces d'holothuries aspidochirotes (Echinodermata: Holothuroidea) à Stidia, dans la région de Mostaganem (Algérie)', *Bulletin d'information de la CPS*, 34: 34-37.
- Bell, Johann D, Steven W Purcell, and Warwick J Nash. 2008. 'Restoring small-scale fisheries for tropical sea cucumbers', *Ocean & Coastal Management*, 51: 589-93.
- Bell, Johann D., Natacha N. Agudo, Steven W. Purcell, Pascal Blazer, Mateo Simutoga, Dominique Pham, and Luc Della Patrona. 2007. 'Grow-out of sandfish *Holothuria scabra* in ponds shows that co-culture with shrimp *Litopenaeus stylirostris* is not viable', *Aquaculture*, 273: 509-19.
- Benzait, Hocine, Ihcene Khodja, Dina Lila Soualili, and Karim Mezali. 2020. 'Note on *Parastichopus regalis* (Cuvier, 1817) from the Sidi-Medjdoub area of Mostaganem, Algeria', *BECHE-DE-MER*, 65: 43.
- Benzohra, Mejdoub, and Claude Millot. 1995. 'Hydrodynamics of an open sea Algerian eddy', *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 42: 1831-47.
- Bertoncini, ÁA, L. F. Machado, J. P. Barreiros, G. Paulay, and F. A. D. Cardigos. 2008. 'Natural spawning observations. 4-Holothuria tubulosa', *South Pacific Commission Beche-de-mer Information Bulletin*, 27: 43-45.
- Billett, Ds M. 1991. 'Deep-sea holothurians', *Oceanography and Marine Biology*, 29: 259-317.
- Birk, Marie Helene, Martin E Blicher, and Anders Garm. 2018. 'Deep-sea starfish from the Arctic have well-developed eyes in the dark', *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 285: 20172743.
- Boutiba, M., Guedioura, A., Hafferssas, A., Hemida, F., Kaïdi, N., Kerzabi, F., Khelifi, H., Merzoug, A., Nouar A., Sellali B., Sellali-Merabtine, H., Semroud, R., Seridi, H., Taleb M.Z., Touahria, T.,. 2004. 'Biodiversité marine et littorale algérienne', *Sonatrach-LRSE. Eds. Sonatrach: 362 p + annexes.*

- Britannica, Inc Encyclopaedia. 2008. 'Britannica Illustrated Science Library Plants, Algae And Fungi'.
- Brusca, Richard C., and Gary J. Brusca. 2003. *Invertebrates* (Basingstoke).
- Cameron, J. Lane, and Peter V. Fankboner. 1986. 'Reproductive biology of the commercial sea cucumber *Parastichopus californicus* (Stimpson)(Echinodermata: Holothuroidea). I. Reproductive periodicity and spawning behavior', *Canadian Journal of Zoology*, 64: 168-75.
- Caulet, J. 1972. 'Les sédiments organogènes du précontinent algérien', *Mémoire du Museum National d'histoires Naturelles, Série C, Sciences de la terre, Tome 25*: 279P.
- Caulier, Guillaume, Karim Mezali, Dina L. Soualili, Corentin Decroo, Marie Demeyer, Igor Eeckhaut, Pascal Gerbaux, and Patrick Flammang. 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.
- Christensen, A. M. 1962. "Some aspects of prey-predator relationships in marine level-bottom animal communities." In, 69-70.
- Christensen, Aage Møller. 1970. 'Feeding biology of the sea star *Astropecten irregularis* Pennant', *Ophelia*, 8: 1-134.
- Clark, Ailsa M., and M. Downey. 1992. *Starfishes of the Atlantic* (Springer).
- Clark, Hubert Lyman. 1922. 'The holothurians of the genus *Stichopus*', *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 65: 39-74.
- Conand, Ch. 2004. 'Present status of world sea cucumber resources and utilization: an international overview', *Advances in sea cucumber aquaculture and management*: 13-23.
- Conand, Chantal, and Maria Byrne. 1993. 'A Review of Recent Developments', *Marine fisheries review*, 55: 1.
- Costelloe, J. 1985. 'The annual reproductive cycle of the holothurian *Aslia lefevrei* (Dendrochirota: Echinodermata)', *Marine Biology*, 88: 155-65.
- Darques, Régis. 2016. 'D. Albera, M. Crivello, M. Tozy (dir.), Dictionnaire de la Méditerranée. 2016, Arles, Actes Sud, 1694 p', *Méditerranée. Revue géographique des pays méditerranéens/Journal of Mediterranean geography*: 145.
- Davies, R. 2016. 'L'importation de crevettes sauvages tropicales vers l'UE et l'impact résultant sur les populations de tortues marines: La nécessité de conditionne l'importation par l'UE', *CRPMEM Guyane*: 94p.
- Dirk, Eekelers. 1970. 'Asteroidea of Mombasa Marine National Park and Reserve'.
- Eayrs, S. 2009. 'Guide pour la réduction des prises accessoires dans la pêche au chalut des crevettes tropicales', *Édition révisée. Rome, FAO*: 108p.

- Eeckhaut, Igor, Thierry Lavitra, Richard Rasoforinina, Man Wai Rabenevanana, Pierre Gildas, and Michel Jangoux. 2008. 'Madagascar Holothurie SA: la première entreprise commerciale axée sur l'aquaculture des holothuries à Madagascar'.
- Féral, J. P., and G. Cherbonnier. 1986. 'Guide des étoiles de mer, oursins et autres échinodermes du lagon de Nouvelle-Calédonie', *Les holothurides*. ORSTOM, Paris: 55-107.
- Ferdouse, Fatima. 2004. 'World markets and trade flows of sea cucumber/beche-de-mer', *Advances in Sea Cucumber Aquaculture and Management*. FAO, Rome: 81.
- Francour, Patrice. 1990. 'Dynamique de l'écosystème à *Posidonia oceanica* dans le parc national de Port-Cros: analyse des compartiments matre, litière, faune vagile, échinodermes et poissons'.
- Gale, Katherine Sarah Petra. 2013. 'Ecology of deep-sea Asteroidea from Atlantic Canada'.
- Garrido, M. J., M. Hernández, F. Espino, R. Herrera, and O. Tavío. 2004. '*Hacelia superba* HL Clark, 1921 and *Chaetaster longipes* Retzius, 1805 (Echinodermata: Echinodea) new records for Canary islands'.
- Gianguzza, Paola, Francesco di Trapani, Chiara Bonaviri, Giulia Visconti, Alan Deidun, and Fabio Badalamenti. 2015. 'New body metrics to determine asteroid size and weight directly in the field'.
- Giraspy, Daniel Azari Beni, and Ivy Grisilda Walsalam. 2010. 'Potentiel aquacole de deux espèces tropicales d'holothuries *Holothuria scabra* et *H. lessonidans* dans la région indo-pacifique', *La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS*, 30.
- Goffredo, Stefano, and Zvy Dubinsky. 2013. *The Mediterranean Sea: Its history and present challenges* (Springer Science & Business Media).
- Gosliner, Terrence, David W. Behrens, and Gary C. Williams. 1996. *Coral reef animals of the Indo-Pacific: animal life from Africa to Hawaii exclusive of the vertebrates* (Sea Challengers).
- Göthel, Helmut. 1996. *Guide de la faune sous-marine: la Méditerranée: invertébrés marins et poissons* (Editions Eugen Ulmer).
- Grimes, S. 2005. 'Stratégie opérationnelle GIZC en Algérie.' in, *Rapport METAP/Banque Mondiale/Mate*.
- Grimes, Samir. 2010. 'Peuplements benthiques des substrats meubles de la côte algérienne: taxonomie, structure et statut écologique'.
- Guilherme, Pablo D. B., and Leonardo C. Rosa. 2014. 'Seasonal variation in body size and diet of the sea star *Astropecten marginatus* (Paxillosida, Astropectinidae) off coast of Paraná, Southern Brazil', *Revista de Biología Tropical*, 62: 73-83.
- Guille, Alain, Pierre Laboute, and Jean-Louis Menou. 1986. *Guide des étoiles de mer, oursins et autres échinodermes du lagon de Nouvelle-Calédonie* (IRD Editions).

- Haddadi, A. 2017. 'Extraction et évaluation de l'activité biologique des substances actives de deux étoiles de mer Algériennes : *Echinaster sepositus* et *Ophidiaster ophidianus*.', *Mémoire de Master, Université Akli Mohand Oulhadj – Bouira* -: 51P.
- Hamel, Jean-François, and Annie Mercier. 1996. 'Early development, settlement, growth, and spatial distribution of the sea cucumber *Cucumaria frondosa* (Echinodermata: Holothuroidea)', *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 53: 253-71.
- Harper, Liz. 1999. 'Clarkson, E. N. K. 1998. Invertebrate Palaeontology and Evolution, 4th ed. xvi + 452 pp. Oxford: Blackwell Science. ISBN 0 632 05238 4', *Geological Magazine*, 136: 599-606.
- Hegner, Robert William, and Joseph G. Engemann. 1968. "Invertebrate zoology." In.: Macmillan.
- Hendler, G., J. E. Miller, D. L. Pawson, and P. M. Kier. 1995. 'Echinoderms of Florida and the Caribbean: Sea stars, sea urchins, and allies', *Smithsonian Institution*.
- Hernández-Sámano, A. del C. 2010. "Identificación y caracterización de proteasas del pepino de mar." In.: Universidad Autónoma Metropolitana México.
- Hyman, Libbie Henrietta. 1955. 'The invertebrates', *Echinodermata*, 4.
- Keys, Ancel B. 1928. 'The Weight-Length Relation in Fishes', *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 14: 922-25.
- Khanna, Dev Raj. 2005. *Biology of Echinodermata* (Discovery Publishing House).
- Kherfouf, A. 1997. 'Etude des peuplements macrobenthiques de la baie d'Oran', *Thèse de Magister, ISMAL (Alger)*: Etude des peuplements macrobenthiques de la baie d'Oran.
- Koehler, R. 1921. *Faune de France: Échinodermes; Fédération Française des Sociétés de Science Naturelles. Office Central de Faunistique* (Lechevalier).
- Koehler, R. 1924. "27: Les Echinodermes des mers d'Europe." In.: Paris.
- Koehler, René. 1969. *Echinodermes* (Kraus reprint).
- Lawrence, John M. 2013. *Starfish: biology and ecology of the Asteroidea* (JHU Press).
- Leclaire, Lucien. 1972. 'La sédimentation holocène sur le versant méridional du bassin algero-balears.(precontinent algérien)', *Mém. Mus. Natn. Hist. Nat., Paris, C, 24*: 391p.
- Lecointre, G, and H Le guyader. 2001. 'Classification phylogénétique du vivant', *Éd. Belin, Paris*.
- Lewbart, G. 2006. 'Introduction to Invertebrate Medicine', *EXOTIC DVM*, 8: 25.
- Lleonart, Jordi. 2015. 'La pêche en Méditerranée. Stocks, évaluations et état d'exploitation'.
- Loh, K. S., and Peter A. Todd. 2011. 'Diet and feeding in the sea star *Astropecten indicus* (Doderlein, 1888)', *Raffles Bulletin of Zoology*, 59.

- Luciano, Brooke, Ashleigh Lyman, Selena McMillan, and Abby Nickels. 2002. 'The symbiotic relationship between Sea cucumbers (Holothuriidae) and Pearlfish (Carapidae)', *UCSC BioE*, 159.
- Maggi, C., and M. González-Wangüemert. 2015. 'Genetic differentiation among *Parastichopus regalis* populations from Western Mediterranean Sea: potential effects of its fishery and current connectivity', *Mediterranean Marine Science*, 16: 489-501.
- Mansouri, T. 2012. 'Normes et Standards des données océanographiques', *Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en sciences de la mer. École Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral*: 33p.
- Mansouri, T. 2015. 'Phylogénie et phylogéographie de quelques espèces d'holothuries aspidochiotes de la côte algérienne (Ouest et centre)', Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Magister en Sciences de la Mer.
- Mansouri, T, and K. Mezali. 2018a. 'Étude morphométrique de l'holothurie aspidochiote *Holothuria (Roweothuria) poli* (Holothuroidea : Echinodermata) au niveau de la région centre algérienne', *VIII èmes Journées Nationales des Sciences de la Nature et de la Vie, Mostaganem 9 & 10 Mai 2018*.
- Mansouri, Toufik, and Karim Mezali. 2017. 'Phylogéographie de quelques espèces d'holothuries aspidochiotes de la côte algérienne'.
- Mansouri, Toufik, and Karim Mezali. 2018b. 'Taxonomic status and phylogenetic relationship of some Algerian shallow-water sea cucumber species (Holothuroidea: Echinodermata) deduced from mitochondrial DNA sequences'.
- Mansouri, Toufik, and Karim Mezali. 2019. 'Estimation des paramètres de croissance et utilisation d'*Holothuria Roweothuria poli* (Delle Chiaje, 1824), comme bioindicateur de l'enrichissement du milieu en matière organique'.
- Mansouri, Toufik, Dina Lila Soualili, and Karim Mezali. 2016. 'Sur le statut taxonomique de l'holothurie aspidochiote *Holothuria (Holothuria) tubulosa* (Echinodermata: Holothuroidea) de la côte algérienne'.
- Massé, H. 1966. 'Contribution à l'écologie du genre *Astropecten* Linck', *Recl Trav. Stn mar. Endoume*, 41: 187-91.
- Massé, H. 1970. 'Contribution à l'étude de la macrofaune de peuplements des sables fins infralittoraux des cotes de Provence. I La Baie de Bandol', *Téthys*, 2: 783-820.
- Massé, H. 1975. 'Etude de l'alimentation de *Astropecten aranciacus* Linné'.
- Mezali, K. 2001. 'Biométrie des holothuries aspidochiotes (Holothuroidea: Echinodermata) de la presqu'île de Sidi Fredj (Algérie)', *Rapp. Comm. Int. Explor. Sci. Mer Médit*.
- Mezali, K., V. Zupo, P. Francour, and Livorno Societa Italiana di Biologia Marina. 2006. 'Population dynamics of *Holothuria (Holothuria) tubulosa* and *Holothuria (Lessonothuria) polii* of an Algerian *Posidonia oceanica* meadow.' In.: *Erredi Grafiche Editoriali, Genova (Italy)*.

- Mezali, Karim. 2008. 'Phylogénie, systématique, dynamique des populations et nutrition de quelques espèces d'holothuries aspidochirotes (Holothuroidea: Echinodermata) inféodées aux herbiers de posidonies de la côte Algéroise', PhD thesis, PhD thesis. University of Science and Technology Houari Boumedienne, Algiers, Algeria.
- Micael, J., M. J. Alves, A. C. Costa, and M. B. Jones. 2009. 'Exploitation and conservation of echinoderms', *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 47: 191-208.
- Micael, J., M. J. Alves, M. B. Jones, and A. C. Costa. 2012. 'Diversity of shallow-water asteroids (Echinodermata) in the Azorean Archipelago', *Marine Biodiversity Records*, 5.
- Millot, Claude. 1985. 'Some features of the algerian current', *J. Geophys. Res.*, 90: 169-7176.
- Millot, Claude. 1987. 'Circulation in the western Mediterranean-sea', *Oceanologica Acta*, 10: 143-49.
- Millot, Claude. 1999. 'Circulation in the western Mediterranean Sea', *Journal of Marine Systems*, 20: 423-42.
- Millot, Claude, Julio Candela, Jean-Luc Fuda, and Youssef Tber. 2006. 'Large warming and salinification of the Mediterranean outflow due to changes in its composition', *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 53: 656-66.
- MPO. 2019. 'Politique sur la gestion des prises accessoires', *MPO: ministère de Pêches et Océans Canada*.
- Mutschke, Erika, and Chris Mah. 2009. 'Asteroidea—Starfish', *Marine Benthic Fauna of Chilean Patagonia. Nature in Focus, Santiago, Chile*.
- Nobre, A. 1938. 'Echinodermes de Portugal. 2nd edition', *Porto: Instituto de Zoologia*.
- Pechenik, Jan A. 2010. *Biology of the Invertebrates*.
- Pinardi, Nadia, and Antonio Navarra. 1993. 'Baroclinic wind adjustment processes in the Mediterranean Sea', *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 40: 1299-326.
- Razali, Soumia. 2017. 'Contribution à l'analyse des paramètres métriques et biologiques de deux échinodermes *Echinaster sepositus* et *Paracentrotus lividus*, vivants dans le site de Salamandre', *Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Master, Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem*: 57p.
- Rhein, Monika, Uwe Send, Birgit Klein, and Gerd Krahnemann. 1999. 'Interbasin deep water exchange in the western Mediterranean', *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 104: 23495-508.
- Ricker, WE. 1973. 'Linear regressions in fishery research', *Journal of the fisheries board of Canada*, 30: 409-34.

- Samyn, Yves, Claude Massin, and Didier Vandenspiegel. 2019. 'The sea cucumber *Holothuria lineata* Ludwig, 1875 (Holothuroidea, Aspidochirotida, Holothuriidae) re-described from the newly found type', *ZooKeys*, 836: 81-91.
- Samyn, Yves, Didier VandenSpiegel, and Claude Massin. 2006. *Taxonomie des holothuries des Comores* (Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen).
- Sokal, R. R. 1995. 'Biometry : the principles and practice of statistics', *Biological Research*.
- Toral-Granda, Verónica. 2006. 'Document de travail situation biologique et commerciale des concombres de mer des familles holothuriidae et stichopodidae', *Vingt-deuxième session du Comité pour les animaux Lima (Pérou)*, 32p.
- Toral-Granda, Verónica, Alessandro Lovatelli, and Marcelo Vasconcellos. 2008. 'Sea cucumbers a global review on fishery tradeA global review on fishery trade', *Beche-de-mer Infor. Bull*, 27: 4-6.
- Tortonese, E., and C. Vadon. 1987. 'Oursins et Holothuries', *Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche (révision I)-Méditerranée et Mer Noire. Zone de pêche*, 37: 743-60.
- Twenhofel, William Henry, and Robert Rakes Shrock. 1935. *Invertebrate paleontology* (McGraw-Hill book Company, Incorporated).
- Wessel, Paul, and Walter H. F. Smith. 1995. 'New version of the generic mapping tools', *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 76: 329-29.
- WoRMS. 2020. 'World Register of Marine Species', <http://www.marinespecies.org/> (16/07/2020).