

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 و الحياة

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MER ET DE L'AQUACULTURE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

Farsi Asma et Mohamed Benatia Amel

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN HYDROBIOLOGIE MARINE ET CONTINENTALE

Spécialité: Bioressources Marines

THÈME

Contribution à l'étude du comportement alimentaire chez
l'holothurie aspidochirote *Holothuria arguinensis*
(Koehler et Vaney, 1906) de la localité de Salamandre
(Mostaganem)

Soutenue publiquement le 17/09/2018

DEVANT LE JURY

Président	M. Karim Mezali	Pr.	U. Mostaganem
Encadreur	M. Nor Eddine Belbachir	MAA	U. Mostaganem
Examineur	M. Zoheir Bouzaza	MAA	U. Mostaganem

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

Remerciements

Qu'il nous soit permis d'exprimer notre dévouement et gratitude à Dieu qui nous a inspiré volonté et foi durant l'élaboration de ce modeste travail.

*Tout d'abord, On a le plaisir de remercier tous les enseignants qui ont contribué à notre formation d'écoles primaire jusqu'à ce jour. Nous remercions notre encadreur M. **BELBACHIR Noreddine** pour tout son conseil et ses orientations, tout au long de la réalisation de ce projet.*

*Nous sommes honorés par la présence de M. **BOUZAZA** et M. **MEZALI** parmi les membres du jury que nous exprimons notre gratitude et nos respects.*

Nous tenons à remercier personnellement toutes les personnes qui nous ont aidés de près ou de loin à réaliser ce modeste travail.

Asma et Amel.

Dédicace

Pour tous ceux que j'aime, je dédie ce mémoire, ce fruit de plusieurs semaines à :

A mon très cher père que j'estime beaucoup pour sa tendresse

Et sa compréhension pour son soutien moral et matériel

Que je souhaite tellement sa présence

A ma très chère mère qui ma soutenue et encouragé

Pour arriver à ce niveau universitaire

A mes sœurs que j'aime énormément : Zahira et Touta

A mon frère que j'aime énormément : Fateh

A toute ma famille

A mon chère amie et binôme : Asma

A tous mes amis

Amel

Dédicace

*Pour tous ceux que j'aime, je dédie ce travail, ce fruit de
plusieurs années A :*

*Mes très chers parents que j'estime beaucoup pour leurs
tendresses et compréhension, pour leur soutien moral et matériel, ils
nous ont soutenues encouragés pour arriver à ce niveau
universitaire. Que je souhaite tellement leurs présences.*

A mes frères et mes sœurs que j'aime énormément

A toute ma famille sans exception,

A mon cher amie et binôme : Amel

A tous mes amies

*A tous les étudiants de Sciences de la Mer et d'Aquaculture et
surtout mes collègues sans exception.*

Et enfin à ceux qui mon aidé à réaliser ce mémoire.

Asma

SOMMAIRE

Introduction.....	01
Chapitre I Etude bibliographique	
I. Généralité sur l’embranchement des Echinodermes.....	02
II. Les Holothuries.....	
II.2. Classification.....	
II.3. Aspect morphologique.....	
II.4. Répartition géographique.....	
II.5. Physiologie	
II.5.1. Système nerveux	
II.5.2. Système digestif	
II.5.3. Système reproducteurs.....	
II.5.4. Les organes arborescents(arbrs r.....	
II.6. Cycle de vie et reproduction.....	
II.7. Ecologie et comportement	
II.7.1. Habitat	
II.7.2. Le déplacement	
II.7.3. Moyens de défense	
II.7.3.1. Toxines.....	
II.7.3.2. Les tubes de cuvier.....	
II.8. Régime et comportement alimentaire.....	
II	
Chapitre II Matériels et méthodes	
I. Objectif de l’étude.....	
II. Présentation de la zone côtière de Mostaganem.....	

II.1. Condition des milieux.....	
II.1.1. Hydrodynamisme.....	
II.1.2. Température.....	
III. Présentation du site de prélèvement de salamandre.....	
.....	
.....	
IV. Prélèvements et traitement des échantillons.....	
IV.1. Analyse du taux de la matière organique.....	
IV.2. Etude du régime alimentaire.....	
Chapitre III Résultats et discussion	
I. Analyse des contenus digestifs.....	
Conclusion.....	
Références bibliographiques.....	
Annexe.....	

Liste des figures

Figure 1 : : Cladogramme, illustrant la classification des classes d'échinodermes. (1) phylum Echinodermata; (2) superclasse Eleutherozoa; (3) superclasse Asterozoa; (4) superclasse Echinozoa (D'après Janies, 2001).

Figure 2 : Classification des holothuries (In Neghli, 2014) .

Figure 3 : Anatomie externe d'une holothurie aspidochirote (D'après Samyn et al ,2006) .

Figure 4 : Anatomie interne d'une holothurie aspidochirote (Samyn et al ,2006).

Figure 05 : : Tube digestif d'une holothurie. Schéma générale (A) [D'après Oomen, (1926) InMassin et Jangoux, (1976)]. Différentes parties du tube digestif caractérisées par leurs fonctions physiologiques (B) (In Mezali, 1998).

Figure 6 : Holothurie lâchant des tubes de Cuvier pour se défendre d'une éventuelle attaque

Figure 7 : Transit digestif chez une holothurie aspidochirote (d'après Conand, 1994, modifiée).

Figure 08 : Situations géographiques de la wilaya de Mostaganem (Source : Google earth. Modifiée).

Figure 09 : Situations géographiques du site Salamandre de prélèvements (Source : sur Google earth. Modifiée).

Figure 10 : Photo montrant le lieu de prélèvement au niveau du site de la Salamandre

Figure 11 : Traitement des échantillons d'holothuries pour l'analyse du taux de la matière organique (Photo prise par Amel et Asma 2017).

Figure 12 : Etuve de type MEMMERT utilisée lors de notre étude (Photo prise par Amel et Asma 2018)

Figure 13: Four à moufle utilisée lors de notre étude (Photo prise par Amel et Asma, 2018).

Figure 14 : Traitement des échantillons d'holothuries pour l'analyse du contenu digestif. Dissection longitudinale d'une holothurie (A) ; collecte du tube digestif (B).

Figure 15 : Taux de la matière organique au niveau des trois tronçons du tube digestif [Forgut (FG), Midgut (MG) et Hindgut (HG)], des Excréments (E), ainsi qu'au niveau du Substrat du Biotope (SB) d'*Holothuria arguinensis*, durant le mois de Mars.

Figure 16 : Taux de la matière organique au niveau des trois tronçons du tube digestif [Forgut (FG), Midgut (MG) et Hindgut (HG)], des Excréments (E), ainsi qu'au niveau du Substrat du Biotope (SB) d'*Holothuria arguinensis*, durant le mois d'Avril.

Figure 17 : Taux de la matière organique au niveau des trois tronçons du tube digestif [Forgut (FG), Midgut (MG) et Hindgut (HG)], des Excréments (E), ainsi qu'au niveau du Substrat du Biotope (SB) d'*Holothuria arguinensis*, durant le mois de Mai.

Figure 18 : Contribution des ressources alimentaires dans le régime alimentaire de *Holothuria arguinensis*, durant le mois de Mars.

Figure 19 : Contribution des ressources alimentaires dans le régime alimentaire de *Holothuria arguinensis*, durant le mois d'Avril

Figure 20 : Contribution des ressources alimentaires dans le régime alimentaire de *Holothuria arguinensis*, durant le mois de Mai.

Figure 21 : Indice d'électivité d'Ivlev, indiquant la préférence ou le rejet d'une ressource alimentaire, par *Holothuria arguinensis*, durant le mois de Mars.

Figure 22 : Indice d'électivité d'Ivlev, indiquant la préférence ou le rejet d'une ressource alimentaire, par *Holothuria arguinensis*, durant le mois d'Avril

Figure 23 : Indice d'électivité d'Ivlev, indiquant la préférence ou le rejet d'une ressource alimentaire, par *Holothuria arguinensis*, durant le mois de Mai

Résumé

Résumé

Les Holothurie aspidochirotés appelé communément « concombre de mer » sont des échinodermes très caractéristiques par leur comportement alimentaires « deposit feeders ».

Une étude du comportement alimentaire de l'espèce *Holothuria arguinensis* prélevée au niveau de la localité de la Salamandre (Mostaganem) à une profondeur moyenne de -3m.

Notre étude porte sur deux axes : une analyse de la matière organique du sédiment des trois tronçons du tube digestif de ces espèces, du substrat de leurs biotope, ainsi que de leurs excréments, afin d'avoir une idée sur leurs capacité sélective pour la matière organique. Ainsi qu'une analyse du régime alimentaire de cette espèce.

L'holothurie étudiée montre un comportement sélectif pour la matière organique, uniquement en Mars et Avril. D'autre part, son régime alimentaire est très varié et composée essentiellement de foraminifères, coquilles de bivalves spicules d'éponges, cyanophycées, diatomées, algues et feuilles (mortes et vivantes) de posidonie. *Holothuria arguinensis* préfère beaucoup plus les spicules d'éponges.

Mots clés : *Holothuria arguinensis*, sélectivité, matière organique, régime alimentaire, spicule d'éponge, Salamandre.

Aspidochirote sea cucumbers commonly referred to as "sea cucumber" are echinoderms that are very characteristic in their behavior as "feeders". A study of the feeding behavior of the species *Holothuria arguinensis* taken from the locality of Salamander (Mostaganem) at an average depth of -3m.

Our study focuses on two areas: an analysis of the organic matter of the sediment of the three sections of the digestive tract of these species, the substrate of their biotope, as well as their excrement, in order to get an idea of their selective capacity for the material organic. As well as an analysis of the diet of this species.

The sea cucumber studied shows a selective behavior for organic matter, only in March and April. On the other hand, its diet is very varied and composed mainly of foraminifers, shells of bivalves spicules of sponges, cyanophyceae, diatoms, algae and leaves (dead and alive) of *Posidonia*. *Holothuria arguinensis* prefers the sponge spicules much more.

Key words: *Holothuria arguinensis*, selectivity, organic matter, diet, sponge spike, salamander.

Introduction

Les holothuries aspidochirotés, sont les représentants majeurs du compartiment benthique de l'écosystème à *Posidonia oceanica* ; elles jouent un rôle important dans le réseau trophique détritivore de cet écosystème (Zupo et Fresi, 1984). De nombreux scientifiques ont axés leurs travaux sur le comportement alimentaire des holothuries ; la plupart d'entre eux ont constaté que ces organismes marins exercent une certaine sélectivité dans leur alimentation. L'avantage de cette sélectivité est d'obtenir des aliments avec une grande valeur nutritionnelle, ce qui augmenterait leurs gains en énergie. La sélectivité chez les holothuries pourrait également être un moyen de partition de la niche écologique entre les différentes espèces qui vivent dans le même habitat.

En Algérie, peu de travaux ont été effectués sur le comportement alimentaire des holothuries aspidochirotés ; entre autres, on peut signaler ceux de Mezali et Soualili (2013) et Belbachir *et al.*, (2014). Ces auteurs ont constaté une certaine sélectivité chez différentes espèces d'holothuries aspidochirotés, au niveau de différentes zones de la côte Algériennes. D'autres auteurs tel que Yingst (1974 et 1982), ont par contre observé une absence de sélectivité chez certaines espèces.

Holothuria arguinensis est une espèce introduite, identifiée pour la première fois en Algérie par Mezali et Thandar, (2014) ; depuis ce travail peu d'études portant sur cette espèce ont été effectuées dans notre pays. Par contre, en méditerranée, beaucoup de travaux ont vu le jour, tel que ceux de Ocana et Pérez-Ruzafa, (2004) ; González-Wangüemert et Borrero-Pérez, (2012) ; Navarro *et al.*, (2014).

Dans le présent travail, on a abordé l'étude du comportement alimentaire de *Holothuria arguinensis* du site de Salamandre, vis-à-vis de la matière organique ; ainsi que l'aspect

qualitatif et quantitatif des particules ingérées par cette espèce. Le but est d'apprécier la sélectivité et d'analyser la diversité des sources trophiques utilisées. Cette approche nous apportera des réponses sur la composition du comportement et régime alimentaire de l'espèce *Holothuria arguinensis*.

I. Généralité sur l'embranchement des Echinodermes

Le nom échinoderme vient de deux termes grecs: echinos (= épineux) et derma (= peau), ceci en raison des structures calcaires épineuses que l'on retrouve dans la peau ; ce terme désigne donc des animaux ayant une peau recouverte d'épines. Cependant pour certaines classes, la présence d'épines n'est pas évidente. Exclusivement marins et présent sous toutes les latitudes et à toutes les profondeurs, ils constituent l'un des phyla le mieux caractérisé du règne animal (Samyn *et al*, 2006).

Ils ont tous une organisation à peu près équivalente et présentent des caractéristiques uniques :

- Symétrie pentaradiée (d'ordre 5) parfois masquée par une symétrie bilatérale,
- Squelette intradermique formé de nombreuses plaques ou spicules calcaires,
- Appareil aquifère encore appelé système ambulacraire. Celui-ci est formé d'un système de canaux internes connectés à des extensions externes. Cet appareil particulier n'existe dans aucun autre groupe du règne animal. Il assure principalement le mouvement et la nutrition des animaux.

Les échinodermes actuels sont répartis en cinq classes très différentes d'aspect: les astérides ou étoiles de mer (Classe Asteroidea), les ophiures (Classe Ophiuroidea), les échinides ou oursins de mer (Classe Echinoidea), les crinoïdes ou lys de mer (Classe Crinoidea) représentés par les comatules en milieu récifal et enfin les holothuries ou concombres de mer (Classe Holothuroidea) (Fig. 01) (Massin et Vanden Spiegel 2006 ; Samyn *et al*, 2006).

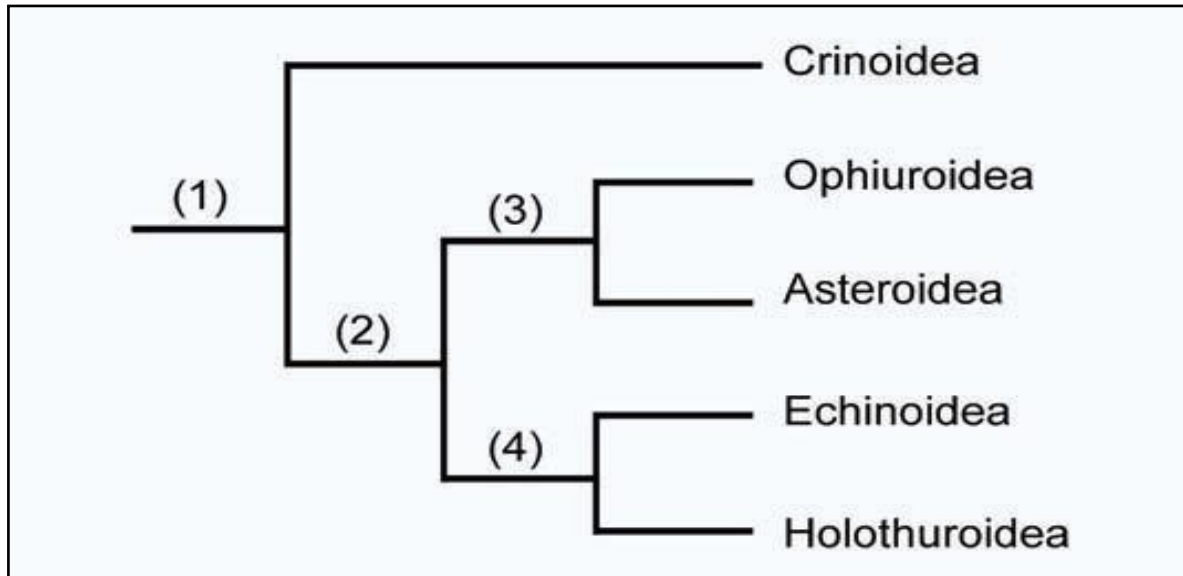


Figure 01 : Cladogramme, illustrant la classification des classes d'échinodermes. (1) phylum Echinodermata; (2) superclasse Eleutherozoa; (3) superclasse Asterozoa; (4) superclasse Echinozoa (D'après Janies, 2001).

II. Les Holothuries

II.2. Classification

Les holothuries se distinguent des autres classes d'échinodermes par l'absence des plaques externes et par l'existence d'un squelette dermique ou endosquelette qui conserve chez l'adulte un état embryonnaire (Samyn *et al.*, 2006). Cet endosquelette qui est constitué par des sclérites, est une caractéristique importante de la classe des holothuries (Hampton, 1958 ; Nichols, 1969). L'identification des genres et espèces d'holothuries dépend de la morphologie et la taille des sclérites dans les différents tissus du corps et constituent donc des caractères clefs dans la détermination et la classification de ces espèces (Rowe, 1969 ; Samyn *et al.*, 2006).

La classification des holothuries (Fig. 02), est très complexe et demande l'examen de spécimens bien conservés. La taxinomie moderne se fonde tout d'abord sur la présence ou la

forme de certaines parties molles (podia, tentacules...) pour déterminer les grands ordres, et secondairement sur la couronne péri-pharyngienne et l'examen microscopique des ossicules, pour déterminer le genre et l'espèce. Les méthodes génétiques contemporaines ont aussi grandement aidé à faire progresser la classification de ces animaux. On compte actuellement environ 1250 espèces d'holothuries. Celles-ci sont généralement divisées en cinq ou six ordres.

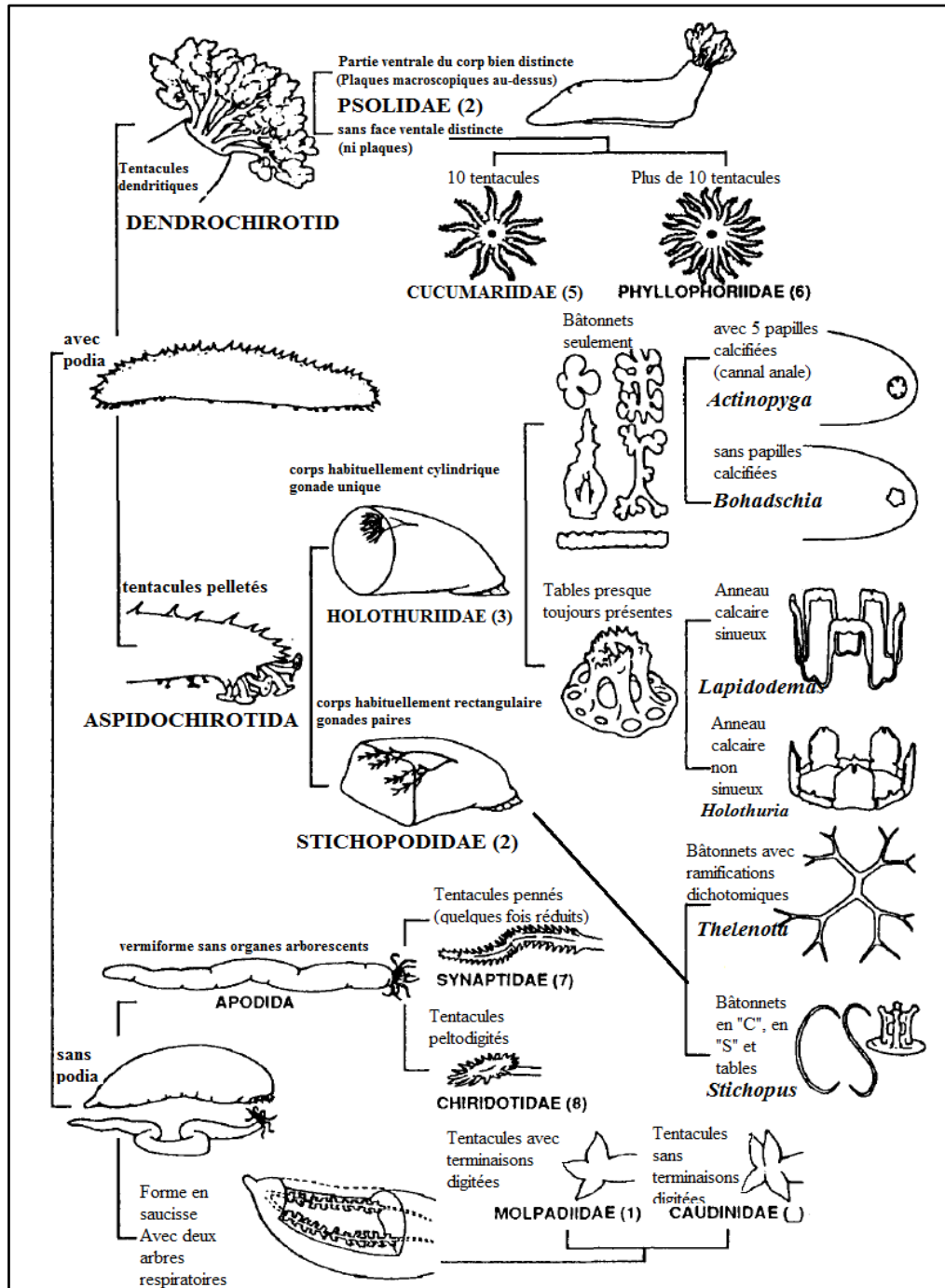


Figure 02 : Classification des holothuries (In Neghli, 2014)

II.3. Aspect morphologique

Les holothuries, ou concombre de mer, ont la bouche et l’anus situés aux deux extrémités ; la bouche est entourée d’une couronne de tentacules (Fig. 03). À l’inverse des autres Echinodermes, le dermosquelette se réduit à de petites plaques isolées (spicules), dispersées

dans la couche dermique de la peau. Le corps des Holothuries peut être cylindrique, prismatique, déprimé, ovoïde ou vermiforme, mais sa forme varie suivant qu'il est contracté ou non. La symétrie bilatérale qui se traduit extérieurement par la présence de pôles antérieurs (oral) et postérieur (aboral), est masquée par la disposition de 5 zones radiaires ou ambulacraires alternant avec 5 zones inter radiaires ou inter ambulacraires qui s'étendent longitudinalement de la bouche à l'anus. Les zones ambulacraires sont aussi appelées radius. Trois de ces radius (trivium) sont situés sur la face ventrale qui peut être légèrement aplatie, 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. Une couronne de 10 à 30 tentacules buccaux, de taille égale, est disposée en un seul cercle autour de la bouche. Ils ont une forme de bouclier ou de parapluie (avec une rosette de lobes à leur extrémité), arborescente (avec des ramifications primaires et secondaires), plumeuse (avec des prolongements des deux côtés) ou digitée (avec un petit nombre de prolongements en forme de doigt à leur extrémité). Les tentacules sont des tubes ambulacraires ou podias modifiés et peuvent donc être plus ou moins dilatés. Les podias sont soit éparpillés sur toute la surface de l'animal, soit disposés en rangées plus ou moins régulières le long des radius; ils peuvent manquer chez quelques espèces. Les podias dorsaux sont souvent coniques, sans ventouse, et sont alors appelés papilles. Le tégument est souvent épais et dur, tandis que la forme des spicules dermiques est très variable et peut être utilisée comme caractère de détermination spécifique (Samyn *et al.*, 2006 ; Tortonese *et Vadon*, 1987).

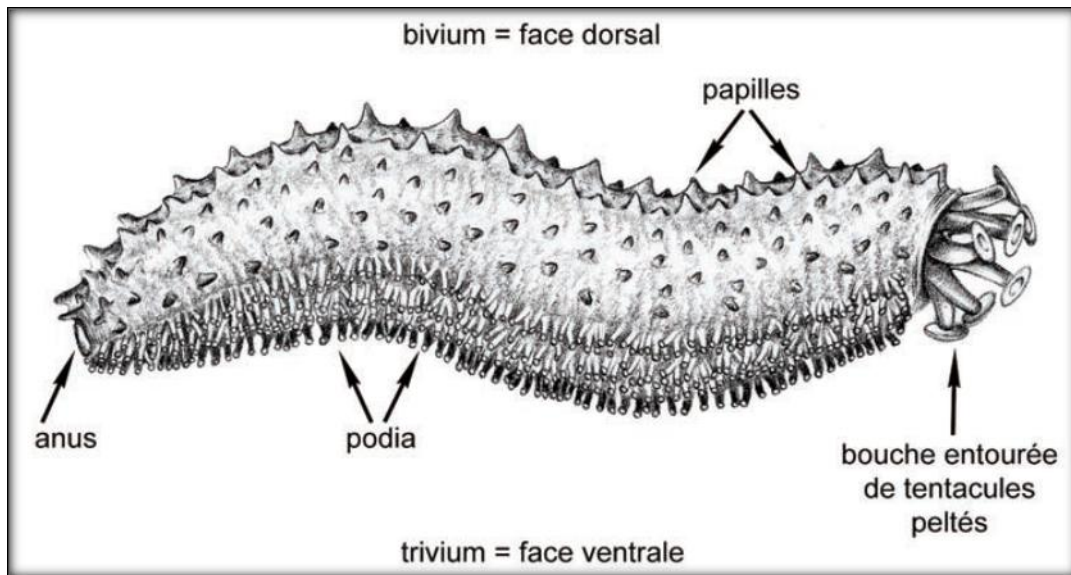


Figure 03 : Anatomie externe d'une holothurie aspidochirote (D'après Samyn *et al.*, 2006)

Podia et papilles sont en rapport avec les cinq canaux radiaires qui, avec l'anneau aquifère pourvu d'une ou plusieurs vésicules de Poli et de un ou de plusieurs canaux du sable, constituent le système aquifère (Fig. 04). Contrairement aux autres échinodermes, ce système s'ouvre la plupart du temps dans la cavité interne à hauteur de la plaque madréporique. De consistance souvent molle les holothuries ont un squelette réduit à une couronne calcaire péripharyngienne et à de microscopiques pièces calcaires, disséminées dans leur peau et autres tissus. La couronne est formée de pièces radiales et de pièces interradianales macroscopiques. La réduction du squelette est largement compensée par le système musculaire. Ce dernier est constitué de cinq bandes musculaires longitudinales, en position radiale, qui sont antérieurement attachées aux pièces radiales de la couronne calcaire et postérieurement au cloaque via les muscles rétracteurs du cloaque. Chez les dendrochiotes (un des six ordres actuels) les muscles longitudinaux se détachent antérieurement de la paroi du corps avant de s'accrocher à la couronne calcaire. Ceci permet à la bouche, aux tentacules

qui l'entourent et à une partie de la peau (ensemble appelé introvert) d'être facilement rétracté dans la cavité générale ou coelome (Samyn *et al.*, 2006).

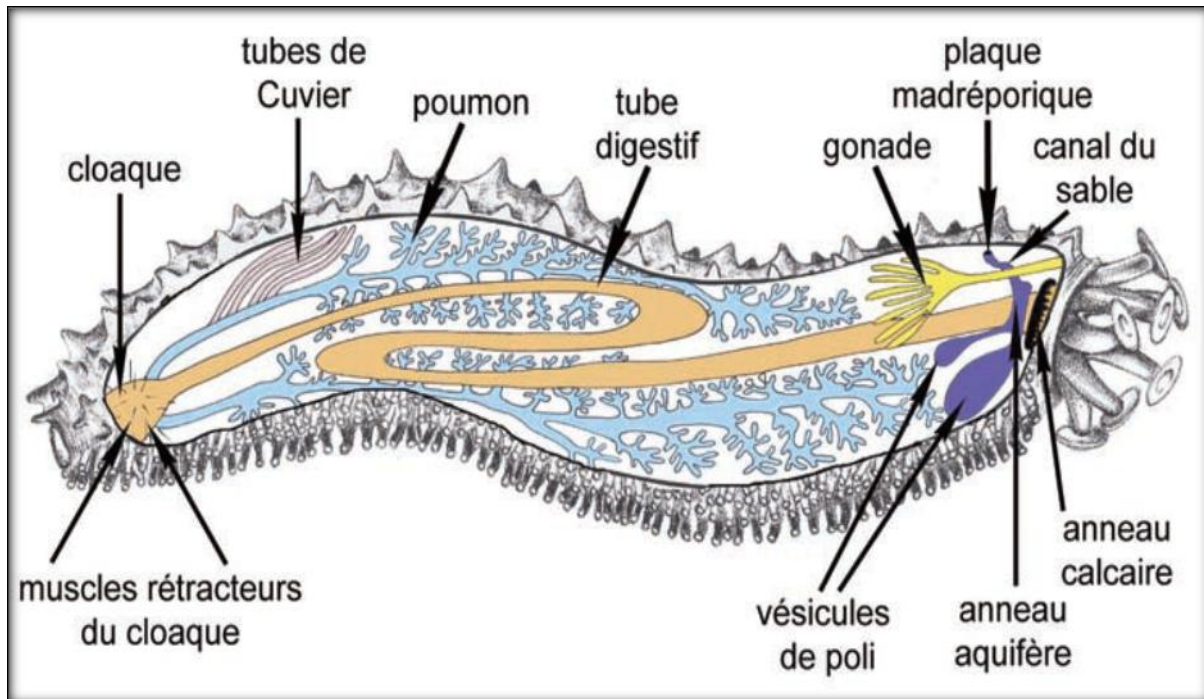


Figure 04 : Anatomie interne d'une holothurie aspidochirote (Samyn *et al.*, 2006).

II.4. Répartition géographique

Les holothuries se trouvent dans de nombreux biotopes marins à toutes les latitudes, des zones intertidales aux plus grandes profondeurs. Elles sont généralement benthiques à l'exception de certaines *Elasipodes* pélagiques. Bien que certaines espèces se trouvent sur les substrats durs (roches, anfractuosités, récifs coralliens) ou en épibiose sur des végétaux ou des invertébrés, elles sont surtout caractéristiques des fonds meubles, pouvant vivre soit à leur surface, soit, de manière temporaire ou permanente, dans le sédiment, n'exposant que leurs tentacules. La répartition des différents groupes dans les zones littorales est marquée par la prédominance de l'ordre des Aspidochirotes dans les zones intertropicales et celle des Dendrochirotes aux

latitudes tempérées et élevées. La diversité est maximale dans les zones littorales tropicales (Conand, 1994).

D'après Mezali (2011), en Méditerranée et plus précisément dans les eaux algériennes, parmi les espèces dominantes se trouve l'*Holothuria tubulosa* et *Holothuria stellati*. *Holothuria tubulosa* est la plus répondeuse en Méditerranée.

II.5. Physiologie

II.5.1. Système nerveux

Le système nerveux est constitué comme chez tous les échinodermes d'un anneau nerveux péri-stomacal, rond ou pentagonal, duquel partent cinq nerfs radiaux qui innervent tout le corps et notamment les aires ambulacraires

II.5.2. Système digestif

Le système digestif des Holothuries est formé d'un canal tubulaire. Il commence par une bouche sans dents plus au moins ronde entouré par une couronne de tentacules, qui servent à l'exploitation du sédiment et la capture de la nourriture. La bouche est suivie d'un pharynx et d'un œsophage ; l'intestin qui suit est très long, ceci pour optimiser la digestion d'une alimentation peu énergétique (la digestion peut durer jusqu'à 36 heures chez certaines espèces) ; le gros intestin se termine par une poche cloacale, où peuvent vivre certains symbiotes. L'épithélium n'est pas cilié et ne présente ni piquants ni plaques squelettiques. Ces dernières sont réduites à des sclérites dermiques non jointifs (Jans et Jangoux, 1990).

Il existe deux nomenclatures assignées aux différentes régions du tube digestif (Ferral et Massin, 1982). La première qui est plus détaillée, repose sur une étude de structures anatomiques et histologiques (Massin, 1979). La deuxième est plus sommaire, elle repose

plutôt sur l'aspect fonctionnel et qui divise le tube digestif en trois parties (Ferral et Massin, 1982 ; Chekaba, 2002 ; Mezali *et al.* 2003).

Massin et Jangoux (1976) ont subdivisé le tube digestif en trois parties pouvant être caractérisées par leurs fonctions physiologiques respectives (Fig. 05). La première partie, zone de stockage du sable s'étend de la bouche au sphincter marqué par l'inversion des couches musculaires de la paroi digestive. La deuxième partie, zone digestive correspond au segment digestif entouré par le réseau admirable. La dernière partie, zone d'élimination se compose de la quasi-totalité du deuxième tronçon digestif descendant.

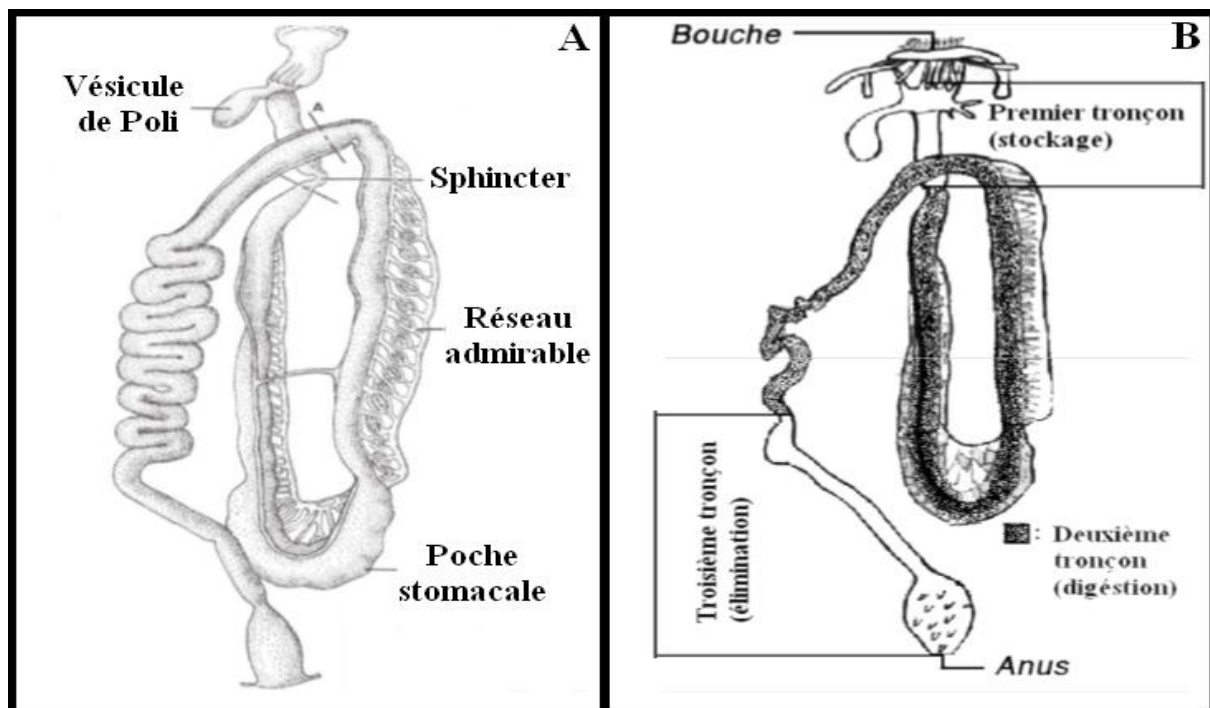


Figure 05 : Tube digestif d'une holothurie. Schéma générale (A) [D'après Oomen, (1926) *In* Massin et Jangoux, (1976)]. Différentes parties du tube digestif caractérisées par leurs fonctions physiologiques (B) (*In* Mezali, 1998).

II.5.3. Système reproducteurs

Le système reproducteur est composé d'une gonade (mâle ou femelle) et d'un gonoducte débouchant sur le gonopore externe, situé à proximité de la bouche. La gonade se compose d'un grand nombre de tubes gonadiques ramifiés dont la partie distale flotte librement dans le coelome. Elle est soutenue du côté proximal par un mésentère relié à la partie antérieure du tube digestif : Les cellules reproductrices sont situées dans ces tubes gonadiques et seront relarguées à maturation (Neghli, 2014).

Les organes génitaux se localisent dans la partie antérieure de la cavité coelomique. Les sexes sont séparés, mais il existe dans certains cas des espèces hermaphrodites. La couleur des gonades se diffère selon le sexe (Mezali, 1998).

II.5.4. Les organes arborescents (arbres respiratoires)

On peut dire qu'ils jouent le rôle de poumons, ils se localisent au niveau de la partie antérieure de la cavité coelomique et débouchent sur le cloaque. Les arbres respiratoires, peuvent se remplir d'eau de mer qui pénètre par l'anus ; elles contribuent dans la régulation de l'oxygène.

II.6. Cycle de vie et reproduction

La plupart des holothuries ont une reproduction sexuée à fécondation externe : elles libèrent les gamètes dans la colonne d'eau où se déroule la fécondation. Les œufs fécondés se transforment alors en larves pélagiques qui peuvent passer 50 à 90 jours dans le plancton où elles sont largement dispersées par les courants. En tant qu'invertébrés semi-sessiles, les holothuries doivent ainsi avoir atteint une certaine densité d'individus pour garantir le succès de la fécondation. Certaines espèces sont cependant capables de multiplication asexuée dans certaines conditions (Conand, 1989). De plus, les modalités temporelles du cycle de reproduction semblent être le résultat de l'interaction entre un rythme endogène et des

facteurs exogènes liés à l'environnement (Giese et Manati, 1987). Ainsi, il est difficile de déterminer une période de reproduction précise pour chaque espèce. De manière générale, au sein d'une espèce, la fécondité augmente avec la taille de l'individu (Conand, 1993).

II.7. Écologie et comportement

II.7.1. Habitat

Les holothuries qui comptent plus de 1200 espèces, se trouvent dans de nombreux biotopes marins à toutes les latitudes, des zones intertidales aux plus grandes profondeurs. Elles sont généralement benthiques à l'exception de certaines *Elasipodes* pélagiques. Bien que certaines espèces se trouvent sur les substrats durs (roches, anfractuosités, récifs coralliens) ou en épibioses sur des végétaux ou des invertébrés, elles sont surtout caractéristiques des fonds meubles, pouvant vivre soit à leur surface, soit, de manière temporaire ou permanente, dans le sédiment.

Certaines espèces nécessitent des eaux très pures, comme *Theleota ananas* ; alors que d'autres préfèrent les eaux turbides, comme *Bohadschia vitiensis*. Plusieurs espèces tolèrent même des seuils de pollution importants. Les espèces pourvues de puissants podia sont plus souvent adaptées à des courantologies importantes, alors que d'autres comme *Synap maculata* nécessitent des eaux calmes. Certaines espèces comme *Actinopyga echinites* tolèrent même de passer plusieurs heures à l'air libre, pendant les marées basses.

II.7.2. Le déplacement

Le déplacement des holothuries est peu connu à ce jour. Généralement considérées comme sédentaires, certaines espèces peuvent cependant se mouvoir relativement rapidement par

contractions musculaires. Plusieurs espèces présentent des rythmes nycthémeraux en relation avec leur nutrition.

Différentes études ont permis de déterminer la vitesse moyenne de certaines espèces. Une des plus rapide, trouvées dans la littérature, est *Stichopus parvimensis* avec une vitesse sur substrat sableux de 50 cm/heure (Muscat, 1983). Ces vitesses maximales sont généralement atteintes en situation de fuite (Kropp, 1982).

II.7.3. Moyens de défense

II.7.3.1. Toxines

Les holothuries ont la particularité de dégager en permanence des toxines appelées saponines. Ces toxines sont cytotoxiques et hémolytiques, donc dangereuses pour la plupart des poissons, ce qui fait que les holothuries adultes ont généralement peu de prédateurs. Suivant l'espèce et la condition des individus, ces toxines sont présentes en plus ou moins grande quantité et plus ou moins efficaces.

II.7.3.2. Les tubes de Cuvier

Lorsqu'elles sont inquiétées, certaines holothuries appartenant toutes à la famille des Holothuriidae peuvent émettre de longs filaments collants appelés tubes de Cuvier (Fig. 07) : expulsés par l'orifice cloacal, le réseau de filaments quiescents s'allonge de 20 à 30 fois et devient collant, immobilisant l'ennemi : poisson, crabe, gastéropode ou étoile de mer. Les Polynésiens se servent de ces filaments, en les enroulant sur leurs pieds, pour marcher sur les récifs de coraux. Après expulsion, l'holothurie met de deux semaines à cinq semaines pour régénérer ses tubes.



Figure 06 : Holothurie lâchant des tubes de Cuvier pour se défendre d'une éventuelle attaque

II.8. Régime et comportement alimentaire

La forme des tentacules est généralement adaptée au régime et au calibre des particules à ingérer ; les espèces suspensivores ont ainsi le plus souvent de grands tentacules arborescents, destinés à maximiser la surface de filtrage, alors que les espèces se nourrissant dans des substrats grossiers auront plus souvent besoin de tentacules digités pour trier le matériel nutritif ; les espèces détritivores de substrats fins auront quant à elle souvent des tentacules plus courts, souvent peltés. Un seul spécimen peut avaler plus de 45 kg de sédiments par an, et leurs excellentes capacités digestives leur permettent de rejeter un sédiment fin, pur et homogène. Ainsi, les concombres de mer jouent un rôle capital dans les processus biologiques des fonds marins (Bioturbation, épuration et homogénéisation du sédiment).

Les holothuries aspidochirotes ingèrent le sédiment superficiel ; celui-ci se compose essentiellement de matières inorganiques (débris de corail, restes de coquillages, corallines, tests de foraminifères, restes inorganiques du benthos). De matières détritiques organiques

(phanérogames marines notamment des feuilles mortes de posidonies ou en dégradation, algues, animaux morts en décomposition), de microorganismes (bactéries, diatomées, protozoaires et cyanophycées), ou de boulettes fécales expulsées par l'holothurie elle-même ou par d'autres animaux ; la matière détritique constitue la part la plus importante du carbone organique assimilé (60 à 70%) (Massin, 1982a ; Moriarty, 1982 ; Robert *et al.*, 2000).

Le sédiment avalé par les holothuries transite dans le tube digestif, ce dernier présente trois tronçons dont chacun correspond à une fonction spécifique : le tronçon de stockage "Foregut", qui est capable d'emmagasiner de grandes quantités de sable ; le tronçon digestif "Midgut", à partir duquel se fait l'extraction et l'absorption de la matière organique ; enfin le tronçon d'élimination "Hindgut", où se condensent les chapelets de pelotes fécales (Mezali, 2008). Après avoir transité dans le tube digestif, le sédiment passe dans le cloaque et est rejeté par l'anus sous forme de fèces (Sloan, 1979 ; Massin, 1982a) (Fig. 07).

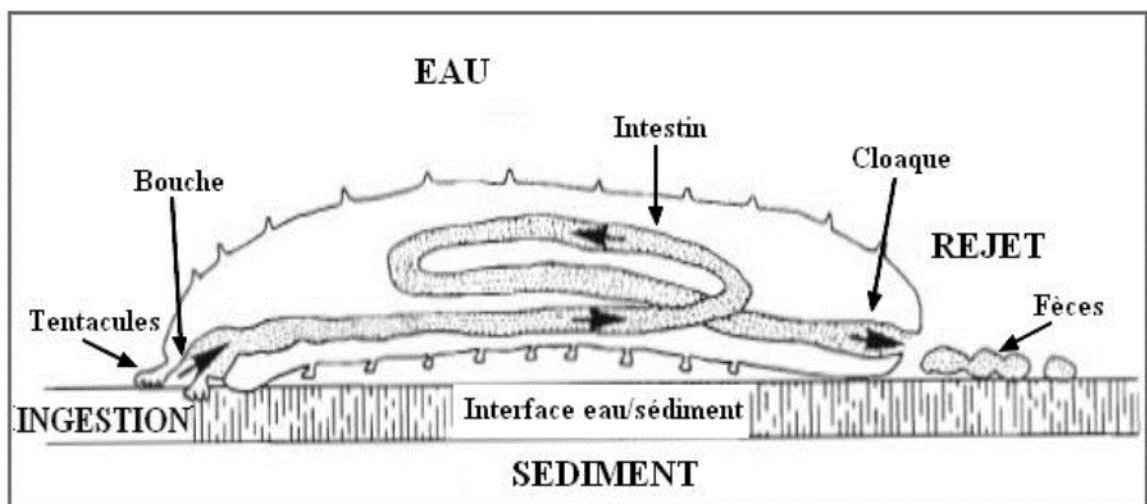


Figure 07 : Transit digestif chez une holothurie aspidochirotes (d'après Conand, 1994, modifiée).

II.9. Symbioses et commensalismes

De très nombreux petits animaux ainsi que certains parasites, peuvent vivre en symbiose ou en commensalisme avec les holothuries. Certaines crevettes nettoyeuses, notamment plusieurs espèces du genre *Periclimenes* (genre spécialisé dans les échinodermes) dont *Periclimenes imperator* vivent sur le tégument des holothuries.

Le commensalisme est fréquent dans la cavité coelomique des grosses holothuries tropicales. On y trouve notamment plusieurs espèces de crabes et de crevettes nettoyeuses pouvant entrer et sortir librement de l'anus, comme le crabe *Lissocarcinus orbicularis* qui peut même vivre dans la bouche de certaines espèces tropicales. Certains petits poissons comme les Carapidae séjournent et circulent librement dans l'anus et parfois une partie du tube digestif des grosses holothuries, où ils trouvent un abri mais aussi une aire de reproduction pour certaines espèces, qui peuvent y habiter en couple. Certains de ces Carapidae sont cependant des parasites délétères, comme les *Encheliophis* sp. qui se nourrissent des organes internes des holothuries. Certaines espèces d'holothuries peuvent réguler leurs hôtes internes grâce à des dents anales. D'autres endocommensaux comme les bivalves du genre *Entovalva* vivent dans l'œsophage des holothuries.

Plusieurs parasites vivent accrochés sur le tégument des holothuries, comme des gastéropodes ectoparasites de la famille des Eulimidae (par exemple *Melanella* sp. ou *Stilapex* sp.). Sans que la nature de l'association soit encore complètement élucidée, il existe sur le tégument d'holothuries des observations de plusieurs espèces vers polychètes (notamment des Polynoidae).

II.10. Prédateurs

Les holothuries sont dédaignées par la plupart des prédateurs marins en raison des toxines qu'elles contiennent (notamment l'holothurine) et de leurs moyens de défense parfois spectaculaires. Cependant, elles demeurent la proie de certains prédateurs très spécialisés qui ne craignent pas leurs toxines, comme le gros mollusque *Tonna pernix*, qui les paralyse à l'aide d'un puissant venin avant de les avaler entièrement, en étirant sa bouche dans des proportions parfois spectaculaires. D'autres prédateurs plus généralistes et opportunistes peuvent aussi parfois s'en prendre aux holothuries les moins bien défendues faute de mieux, comme certains poissons (balistes, poissons-globes...), étoiles de mer et crustacés (crabes, langoustes).

Cependant, le principal prédateur actuel des holothuries reste l'Homme : de nombreuses espèces sont intensément pêchées et braconnées pour alimenter le marché asiatique, et plusieurs ont connu un effondrement spectaculaire de leur population, avec parfois des conséquences néfastes sur les écosystèmes.

II.11. Intérêt économique et exploitation des holothuries

Bien que les holothuries soient étudiées pour leurs propriétés pharmacologiques (certains composants isolés révèlent des propriétés antibactériennes, antiinflammatoires voir même anticoagulantes) ou physiques (certains organes comme les tubes de Cuvier possèdent des propriétés collantes), c'est pour leur utilisation en médecine traditionnelle et pour leur valeur culinaire que les holothuries sont le plus recherchées.

Certaines espèces sont ainsi consommées depuis très longtemps par les populations asiatiques.

La préparation la plus simple est sans doute celle utilisé au Japon et en Corée où la peau et les muscles longitudinaux sont mangés crus accommoder d'une sauce au vinaigre de soja.

D'autres organes comme les gonades, l'intestin et les poumons, après salage et/ou fermentation sont également considérés comme des mets de choix par certaine population asiatique. C'est néanmoins le tégument sec, appelé «bêche-de-mer» ou «trévang» (mot malais) ou «hai-som» (mot chinois), obtenu par cuisson et séchage, qui est le produit le plus utilisé dans les repas à base d'holothuries.

Dans certains pays, les holothuries constituent la ressource halieutique, la plus importante, pour l'économie de produits de la mer autres que les poissons. La majorité des holothuries sont récoltées et exportées afin d'approvisionner le marché de la « bêche-de-mer », qui constitue le produit le plus utilisé dans les repas à base d'holothuries (Samyn *et al.*, 2006). Certaines espèces d'holothuries atteignent un prix de 15-40 USD le kilogramme (Bruckner, 2005). Mis-à-part le fait d'être riches en protéines, pauvres en lipides, riches en acides aminés et en oligo-éléments ; la chair d'holothuries est censée contenir des substances chimiques possédant des propriétés antibactériennes et antifongiques (Haug *et al.*, 2002).

II.12. utilisation pharmaceutiques

Le « concombre de mer » a été prouvé comme un remède pour le traitement de l'asthme et le diabète, la régulation des prostaglandines et le processus d'inflammation, mais il reste encore à étudier la manière dont ces substances agissent pour tirer les meilleurs résultats (Smiley, 1986).

III. Généralités sur l'espèce *Holothuria arguinensis*

III.1. Classification

Embranchement: Echinodermata

Classe: Holothuroidea

Ordre : Aspidochirotida

Famille : Holothuriidae

Genre : *Holothuria*

Espèce : *Holothuria arguinensis* (Koehler & Vaney, 1906)

III.2. Distribution

La répartition géographique de l'espèce *Holothuria arguinensis* Koehler et Vaney, (1906), est comme suit : de l'Atlantique Nord-Est (îles Berlengas ; Portugal) (Rodrigues, 2012) au Maroc et à la Mauritanie, ainsi qu'au niveau des îles Canaries et la Méditerranée d'Alborán (Navarro *et al.*, 2014). Récemment, ce concombre de mer a également été identifié sur la côte méditerranéenne espagnole (Gonzalez-Wangüemert et Borrero-Perez, 2012) et même en Algérie (Mezali et Thandar, 2014). Cette espèce est fréquemment trouvée dans les fonds dominés par les macroalgues et les herbiers marins, où les individus sont souvent recouverts de feuilles d'herbiers marins et d'algues comme camouflage (Navarro, 2012). Récemment, cette espèce est devenue une espèce cible dans certaines pêcheries d'holothuries de la mer

Méditerranée et en Mauritanie (González-Wangüemert et Borrero-Pérez, 2012 ; Navarro *et al.*, 2014).

III.3. Ecologie

En dépit de son grand potentiel halieutique et de sa répartition très limitée géographiquement, on possède peu d'informations sur cette espèce (densité, abondance et habitat). Les caractéristiques biologiques de *H. arguinensis* sont encore mal connues, mais certaines informations sont disponibles auprès des populations des îles canaries et plus récemment, du sud du Portugal. L'espèce est apparentée à la présence de macro algues (Pérez-Ruzafa et Marcos, 1987) ; mais surtout aux herbiers de *Cymodosa nodosa* et *Zostera noltii* (Navarro, 2012 ; Siegenthaler, 2013 ; Navarro *et al.*, 2014), où elles peuvent se nourrir sur la matière organique (Siegenthaler, 2013).

Cette espèce peut être retrouvée de la zone intertidale jusqu'à environ 52 m de profondeur, montrant un mouvement continu de jour et de nuit ; les individus de *H. arguinensis* peuvent parcourir de plus grandes distances que les autres espèces d'holothuries (8-10 m par jour) (Siegenthaler, 2013 ; Navarro *et al.*, 2014).

L'abondance des individus de *Holothuria arguinensis* est significativement corrélée à la complexité de l'habitat (Navarro *et al.*, 2013), présentant des abondances plus élevées à la rugosité moyenne et élevée du substrat (Olaya-Restrepo, 2014). Cependant, Aucun lien n'a été trouvé entre l'abondance de *H. arguinensis* et la disponibilité de matière organique (Tuya *et al.*, 2006; Navarro *et al.*, 2014).

I. Objectif de l'étude

L'important rôle écologique que jouent les échinodermes dans les écosystèmes benthiques est confirmé par plusieurs auteurs. C'est pour cette raison qu'on estime être intéressant d'étudier l'une de leurs fonctionnalités les plus importantes, qui est l'alimentation.

Ce travail consiste en une étude du comportement et du régime alimentaire d'une des espèces d'holothuries aspidochirotés de la frange côtière de Mostaganem, à savoir *Holothuria arguinensis*. L'objectif est d'avoir un aperçu sur la capacité sélective pour la matière organique chez cette espèce, ainsi que d'apprécier la contribution des différentes sources trophiques utilisées dans son régime alimentaire.

II. Présentation de la zone côtière de Mostaganem

Le plateau de Mostaganem (Fig. 08) est situé à une centaine de kilomètres à l'est d'Oran ; cette zone d'une superficie de 682Km² est comprise entre :

- La vallée du Chélif à l'est,
- Les monts de Belhacel au sud,
- La Méditerranée au nord,
- La dépression de la Maktaa au l'ouest.



Figure 08 : Situations géographiques de la wilaya de Mostaganem (Source : Google earth. Modifiée).

II.1. Hydrodynamisme

Le courant dominant au large de la région côtière de Mostaganem est d'origine atlantique. Ce courant d'une épaisseur moyenne de 200Km, pénètre par le détroit de Gibraltar et coule au niveau des cotes algériennes où il prend le nom de courant algérien. La veine de courant devient instable, formant des tourbillons cycloniques de 100Km de diamètre associés à des remontées importantes d'eau profondes, ce qui rend ces zones très productives (Millot, 1987b).

II.2. Température

Lalami-Taleb (1970), montrent que les couches superficielles sont directement influençables par les températures externes en raison des échanges thermiques entre le milieu interne et l'air ambiant, leur température varient entre 21° C et 27° C en moyenne. Les maxima de températures se situent en été (mois d'Aout) et se prolongent jusqu'au mois d'Octobre ; alors que les températures minimales se situent aux mois de février-mars. En profondeur, les

températures sont plus basses et relativement stables, fluctuants entre 13° C et 14° C en toute saison.

III. Présentation du site de prélèvements de Salamandre

L'échantillonnage a été réalisé au niveau d'un site du littoral de Mostaganem, à savoir la Salamandre (Fig. 09 et 10).



Figure 09 : Situations géographiques du site Salamandre de prélèvements (Source : sur Google earth. Modifiée).

Le site d'étude de la salamandre (Fig. 09 et 10), est situé à 5 km à l'Ouest du chef-lieu de la wilaya de Mostaganem. Salamandre est une plage à caractère rocheux, qui a une orientation vers l'ouest (coordonnées géographiques : 35° 55' N / 0°03'E).

Par ailleurs, la proximité de la zone industrielle de Mazagran dont les terminaux de canalisation de déchets industriels débouchent à environ 1km à l'ouest. L'impact sur l'environnement de ces effluents liquides rejetés dans la mer est très ressentie (Benhamidi, 2002).

L'aspect sous-marin de la zone d'étude est également caractérisé par un herbier à *Posidonia oceanica* installé sur substrat rocheux



Figure 10 : Photo montrant le lieu de prélèvement au niveau du site de la Salamandre.

IV. Prélèvements et traitement des échantillons

L'échantillonnage effectué par plongée en apnée, a été réalisé pendant les trois mois de Mars, Avril et Mai 2018, à des profondeurs variant entre -1 et -3m.

Au niveau de site d'étude (Salamandre), des prélèvements d'un lot allant de 3 à 7 individus, a été effectué pour l'espèce : *Holothuria arguinensis*. En même temps, on a prélevé les premiers millimètres du sédiment du biotope (SB) au niveau duquel se trouvent les holothuries. Chaque échantillon a été mis isolément dans des sachets en plastique afin de les traiter ultérieurement.

IV.1. Analyse du taux de la matière organique

Après dissection longitudinale des holothuries, le tube digestif de chaque individu est ouvert par une incision longitudinale et le Contenu Digestif (CD) de chaque tronçon (Forgut, Midgut, Indgut) est soigneusement collecté (Fig. 11). Le taux de la matière organique dans le sédiment du contenu digestif des trois tronçons sont déterminé selon le protocole de Massin, (1980).

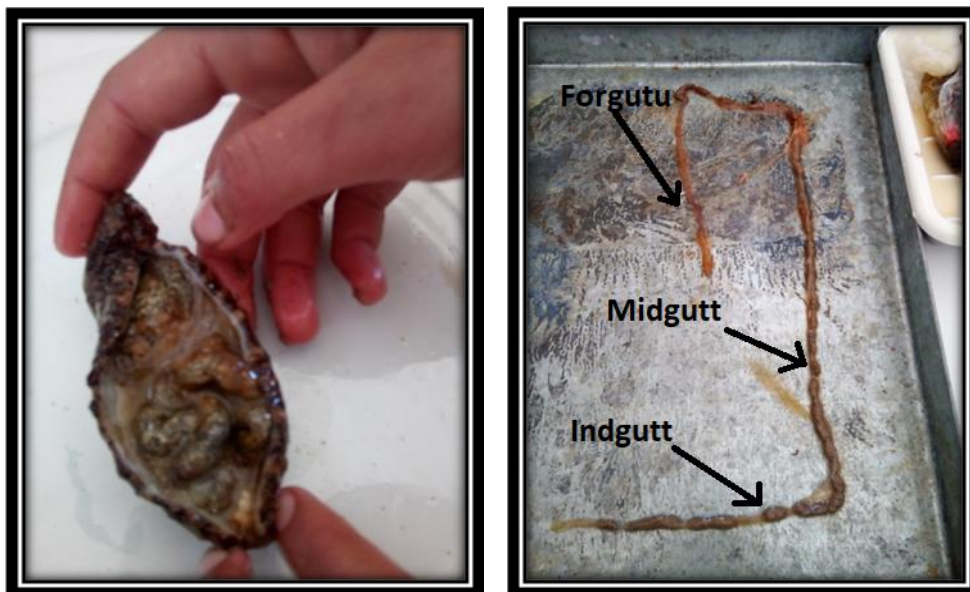


Figure 11 : Traitement des échantillons d'holothuries pour l'analyse du taux de la matière organique (Photo prise par Farsi et Mohamed benatia 2017).

Les trois tronçons des tubes digestifs sont vidés de leurs contenus. Ensuite, les sédiments de chaque tronçons, celui des biotopes de chaque individus, ainsi que leurs fèces sont alors passés à l'étuve (Fig. 12), réglé à une température de 105°C pendant 24 heures jusqu'à l'évaporation totale de l'eau.



Figure 12 : Etuve de type MEMMERT utilisée lors de notre étude (Photo prise par Farsi et Mohamed benatia 2018)

Après avoir séché les échantillons, ces derniers sont pesés afin d'obtenir leurs poids sec (PS). Les échantillons sont ensuite mis dans un four à mouffle (Fig. 13) à une température de 550°C pendant 2 heures, puis pesés une deuxième fois afin d'obtenir le poids brûlé (PB). La formule suivante qui permet d'obtenir le pourcentage de la matière organique (Massin, 1980) a été utilisé :

$$\text{La matière organique (\%)} = (1 - \text{PB} / \text{PS}) \times 100$$

PS: poids sec

PB: poids brûlé

Le même protocole est utilisé pour le sédiment du biotope, où vivent les holothuries ainsi que pour les fèces émises par celles-ci.



Figure 13: Four à moufle utilisée lors de notre étude (Photo prise par Farsi et Mohamed banatia , 2018).

IV.2. Etude du régime alimentaire

Au laboratoire, après dissection longitudinale des holothuries, le tube digestif de chaque individu est ouvert par une incision longitudinale et le contenu digestif est soigneusement collecté (Fig. 14).



Figure 14 : Traitement des échantillons d'holothuries pour l'analyse du contenu digestif. Dissection longitudinale d'une holothurie (A) ; collecte du tube digestif (B).

Les faibles dimensions (microscopiques) de différentes sources alimentaires du contenu digestif ne permettent pas leurs séparations, puis la mesure directe du descripteur choisi. Donc, les méthodes choisies ne peuvent donner qu'une estimation indirecte de la fréquence relative des items dans le contenu digestif (Frantzis *et al.*, 1988).

La méthode utilisée au cours de cette étude est la méthode des contacts de Jones (1968), modifiée par Nedelec (1982). Cette méthode a été effectuée sur le sédiment du contenu digestif des espèces d'holothuries. Donc pour ce faire, un sous-échantillon d'1g du contenu digestif est ajouté à 10 ml d'eau de mer formolé à 10 %. Ensuite 1ml de cette préparation est mise sur une lame pour observation microscopique (Sonnenholzner, 2003). La préparation placée sous l'objectif du microscope, est déplacée au hasard. A chaque position, l'espèce se trouvant exactement au centre du champ visuel est identifiée ; il s'agit d'un contact. Lorsque deux espèces sont superposées, un contact est compté pour chacune d'elle.

Les contacts vides ne sont pas pris en compte. Dix contacts sont réalisés pour chaque lame, soit 100 contacts pour l'ensemble d'un contenu digestif. La somme des contacts pour un item établis le pourcentage de sa présence dans le contenu digestif.

Cette méthode a été également utilisée pour obtenir le pourcentage de la présence de chaque item dans le sédiment du biotope des holothuries

IV.2.1. Etude de sélectivité dans le choix de l'aliment

La sélectivité des holothuries dans le choix de l'aliment, a été étudiée à travers le calcul de l'Indice d'électivité (E') d'Ivlev. Cet indice nous permet d'apprécier le degré de sélection des différents items par les holothuries, lors de leurs alimentations. Sa formule est la suivante :

$$E' = (r_i - p_i) / (r_i + p_i)$$

Avec : E' = Indice d'électivité ; r_i = pourcentage des items du contenu digestif des holothuries ; p_i : pourcentage des items dans le sédiment du biotope.

Lorsque $E' = 0$, cela signifie qu'il n'existe pas de sélectivité ; lorsque est compris entre $-1 < E' < 0$, ceci indique qu'il y a un rejet ; lorsque E' est compris entre $0 < E' < 1$, indique une préférence (Ivlev, 1961 ; Whitlatch, 1974 *In Stamhuis et al.*, 1998).

I. Résultats

I.1. Analyse du taux de la matière organique

Mars

Le taux de la matière organique au niveau du Forgut (6.1%) est plus important que celui du substrat du biotope (3.6%) de *Holothuria arguinensis* (Fig. 15). Les résultats montrent qu'aucune décroissance du taux de la matière organique, n'est observée au fur et à mesure que l'on avance du Forgut vers le Midgut du tube digestif de *Holothuria arguinensis* (Fig. 15). Les valeurs de la matière organique entre les différents tronçons du tube digestif, sont très proches l'une de l'autre (6.1%, 6.3% et 5.2% au niveau du Forgut, Midgut et Hindgut respectivement) (Fig. 15). Les excréments de l'espèce *Holothuria arguinensis* présente une valeur du taux de la matière organique (11.3%), nettement plus importante que celle du substrat de son biotope (Fig. 15).

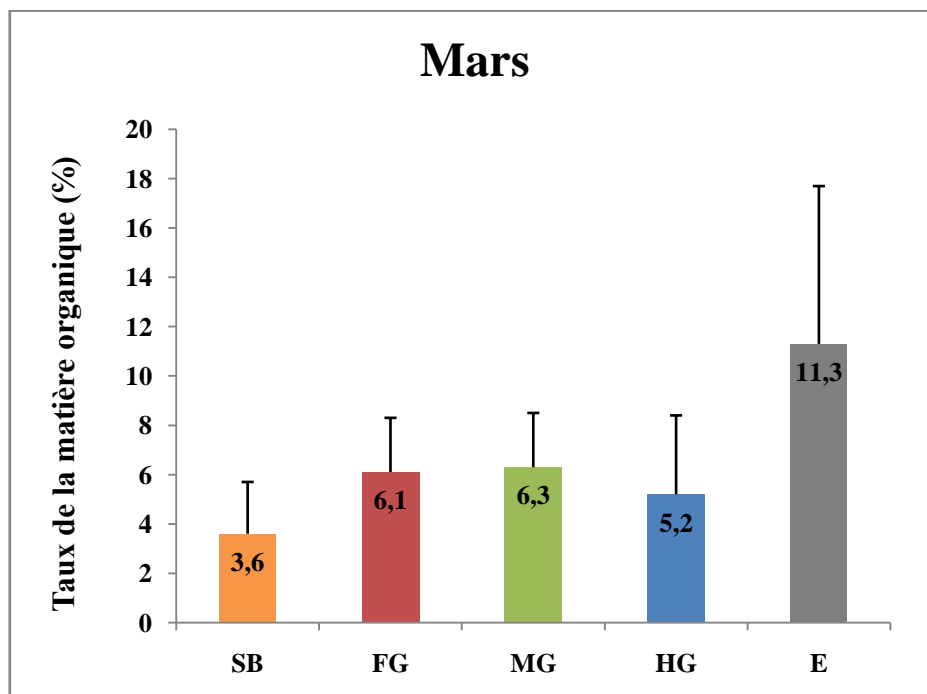


Figure 15 : Taux de la matière organique au niveau des trois tronçons du tube digestif [Forgut (FG), Midgut (MG) et Hindgut (HG)], des Excréments (E), ainsi qu'au niveau du Substrat du Biotope (SB) d'*Holothuria arguinensis*, durant le mois de Mars.

Avril

Le taux de la matière organique au niveau du Forgut (4.3%) est plus important que celui du substrat du biotope (3%) de *Holothuria arguinensis* (Fig. 16). Les résultats montrent une légère décroissance du taux de la matière organique du Forgut (4.6%) vers le Midgut (4%), ensuite ce taux a tendance à augmenter au niveau du Hindgut (5%) (Fig. 16).

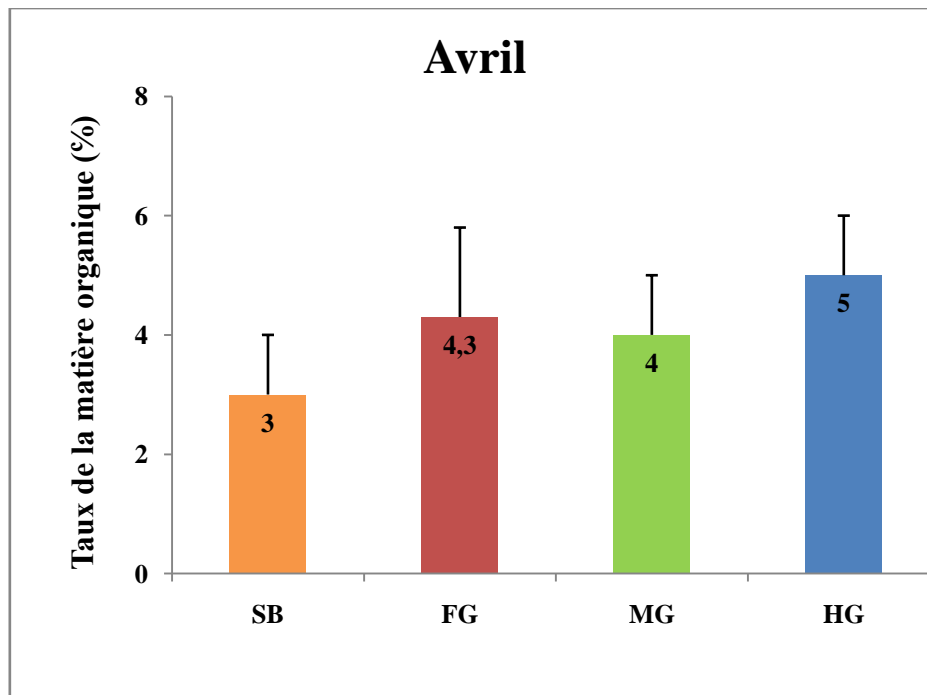


Figure 16 : Taux de la matière organique au niveau des trois tronçons du tube digestif [Forgut (FG), Midgut (MG) et Hindgut (HG)], des Excréments (E), ainsi qu'au niveau du Substrat du Biotope (SB) d'*Holothuria arguinensis*, durant le mois d'Avril.

Mai

Le taux de la matière organique au niveau du substrat du biotope de *Holothuria arguinensis* (11.3%), est nettement plus important qu'au niveau des trois tronçons de son tube digestif (4.3%, 5% et 4.3% au niveau du Forgut, Midgut et Hindgut respectivement) (Fig. 17). La matière organique montre une légère augmentation du Forgut (4.3%) vers le Midgut (5%), pour ensuite diminuée au niveau du Hindgut (4.3%) (Fig. 17). Il est à signaler que le taux de

matière organique est très proche, entre les différents tronçons du tube digestif de *Holothuria arguinensis* (Fig. 17).

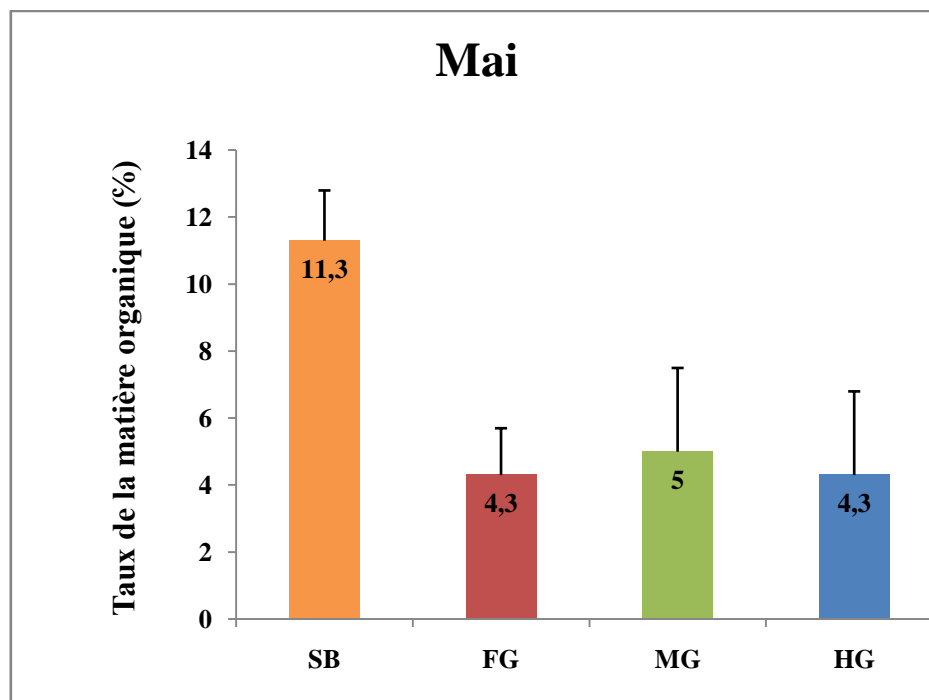


Figure 17 : Taux de la matière organique au niveau des trois tronçons du tube digestif [Forgut (FG), Midgut (MG) et Hindgut (HG)], des Excréments (E), ainsi qu'au niveau du Substrat du Biotope (SB) d'*Holothuria arguinensis*, durant le mois de Mai.

I.2. Etude du régime alimentaire

Les principaux types d'aliments retrouvés dans les contenus digestifs d'*Holothuria arguinensis* étudiés lors de ce travail sont :

- Diatomées (Diat) ;
- d'éponges (Spi) ;
- Feuilles mortes de posidonie (Pm) ;
- Feuilles vivantes de posidonie (Pv) ;
- Nématode (Ne) ;
- Algues macrophytes (al) ;
- Débris minérale (Dm) ;
- Cyanophycées (Cy) ;
- Foraminifères (Fr) ;
- Débris organiques (Do).
- Coquilles de bivalves (Cq)

Mars

Durant le mois de Mars, la fraction végétale est représentée par les algues, les feuilles (mortes et vivantes) de posidonie et les diatomées (Fig. 18) ; ce sont les algues qui constituent l'aliment le plus consommé par *Holothuria arguinensis* (24.3%), suivie par diatomées, les feuilles mortes et les feuilles vivantes de posidonie (avec 10%, 5% et 5% respectivement) (Fig. 18).

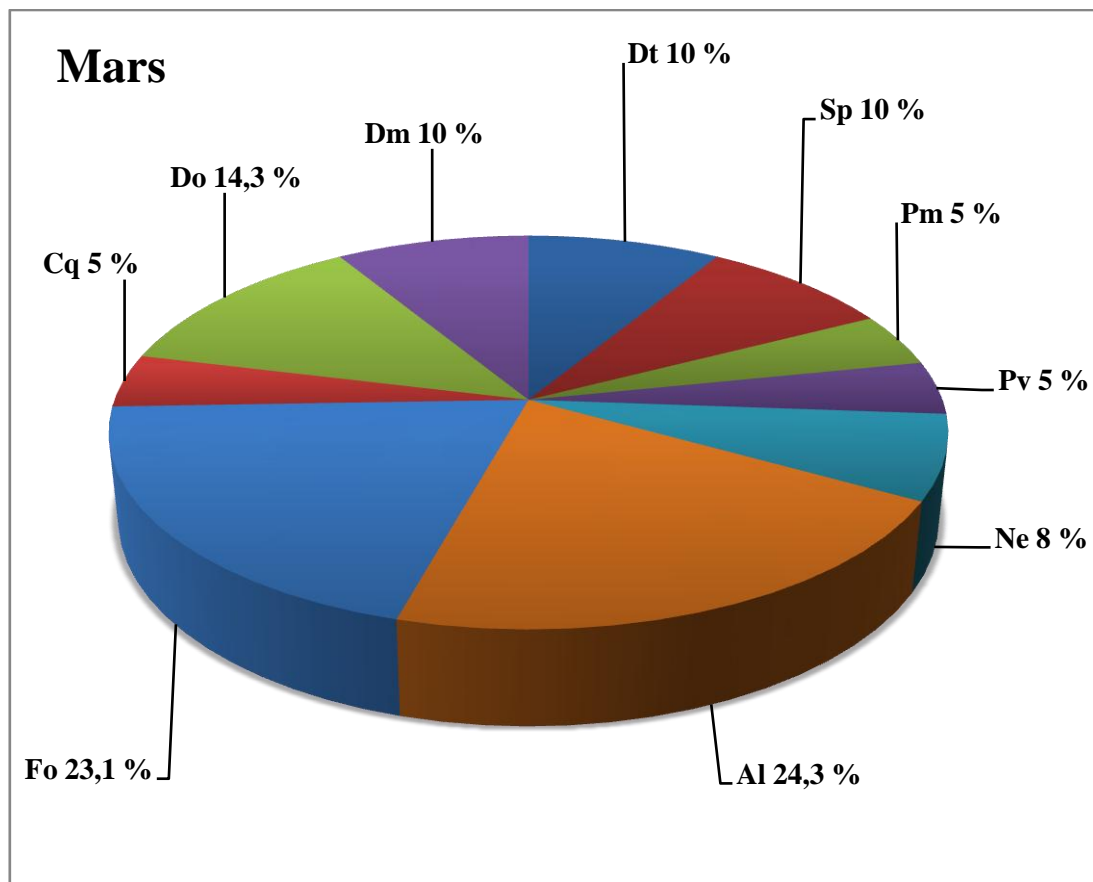


Figure 18 : Contribution des ressources alimentaires dans lerégime alimentaire de *Holothuria arguinensis*, durant le mois de Mars.

D'autre part, la fraction animale est représentée par les foraminifères, spicules d'éponge, nématodes et coquilles de bivalves (Fig. 18). Parmi cette fraction animale, la ressource la plus consommée est représentée par les foraminifères (avec 23.1%), suivie par les spicules d'éponges, les nématodes et les coquilles de bivalves (avec 10%, 8% et 5% respectivement) (Fig. 18). Les débris que ce soit organique ou minérales, sont relativement bien représenté dans le contenu digestif de *Holothuria arguinensis*(14.3% et 10% respectivement pour les débris organiques et débris minérales) (Fig. 18).

Avril

C'est durant le mois d'Avril que les cyanophycées font leurs apparitions, dans le bol alimentaire de *Holothuria arguinesis* (Fig. 19). Comme pour le mois précédent, les algues constituent la ressource alimentaire la plus utilisée par cette espèce d'holothuries avec 16.6 % ; la fraction végétale et également représentée par les diatomées avec une proportion relativement importante (15%), suivie par les feuilles mortes et vivantes de posidonie (7.5% pour chacune des deux ressources) et les cyanophycées (5%) (Fig. 19).

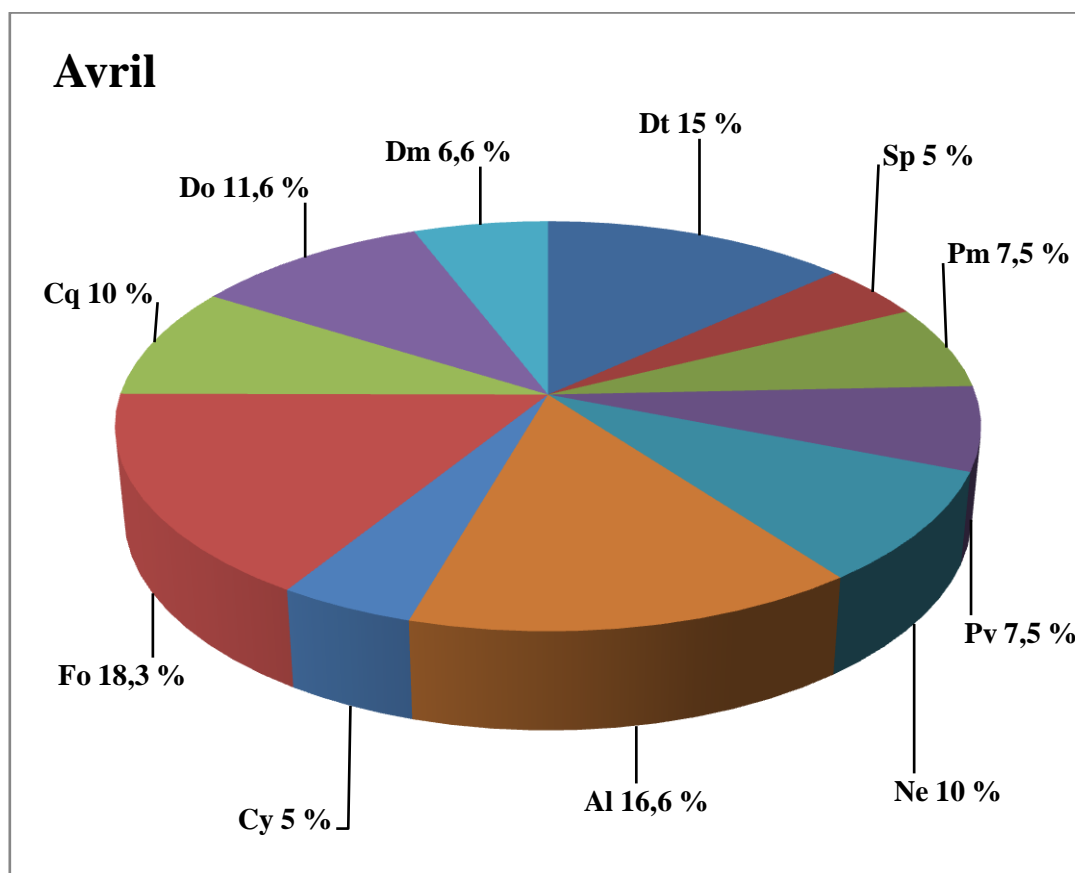


Figure 19 : Contribution des ressources alimentaires dans le régime alimentaire de *Holothuria arguinesis*, durant le mois d'Avril.

La fraction animale est quant à elle représentée majoritairement par les foraminifères (18.3%), suivie par les nématodes et les coquilles de bivalve (10% pour chacune des deux ressources), puis par les spicules d'éponge avec 5% (Fig. 19). Les débris organique et minérales ne sont que moyennement représentés dans le tube digestif de *Holothuria arguinensis* (11.6% et 6.6% respectivement) (Fig. 19).

Mai

En cette période, la ressource la plus consommée de tous est représentée par les algues avec 18.1% (Fig. 20). Les diatomées sont également bien représentées (13.3%), suivie par les cyanophycées (9.2%) (Fig. 20). D'autre part, le pourcentage des feuilles mortes et vivantes de posidonie sont très proche (8% et 8.3% respectivement) (Fig. 20).

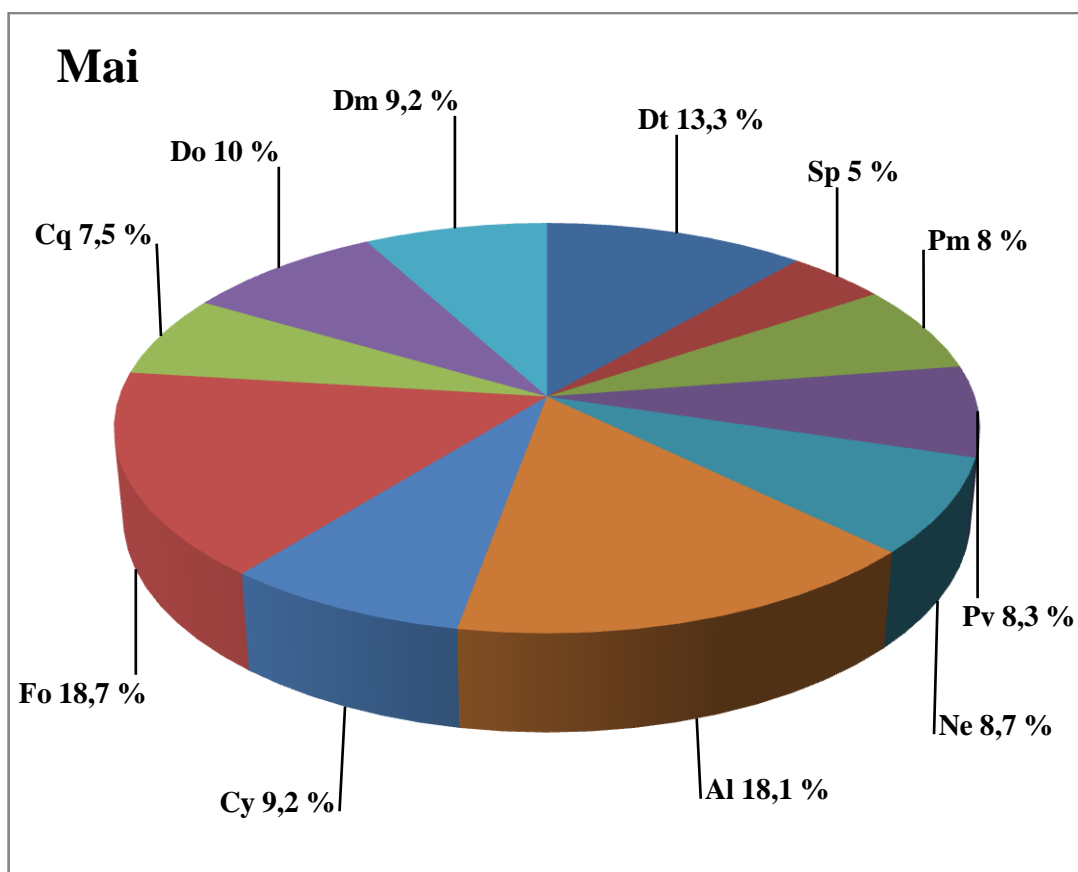


Figure 20 : Contribution des ressources alimentaires dans le régime alimentaire de *Holothuria arguinensis*, durant le mois de Mai.

Pour la fraction animale, ce sont toujours les foraminifères qui sont plus consommés par *Holothuria arguinensis* (18.7%) (Fig. 20). Cette espèce d'holothurie consomme les coquilles de bivalves et les nématodes, avec des proportions presque similaires (7.5% et 8.5% respectivement) (Fig. 20). Les débris organiques et minéraux sont moyennement consommés par *Holothuria arguinensis* (10% et 9.2% respectivement) (Fig. 20).

I.2.1. Etude de sélectivité dans le choix de l'aliment

Mars

Durant le mois de Mars, ce sont les spicules d'éponge qui présentent le plus important indice d'électivité ($E' = 0.3$), suivie par les algues, foraminifères et les débris minéraux ($E' = 0.1$) (Figure 21). Les feuilles vivantes de posidonie présentent le plus faible indice d'électivité ($E' = -0.5$) et les diatomées et les nématodes sont également évitées par *Holothuria arguinensis* ($E' : -0.2$ et -0.1 respectivement) (Fig. 21).

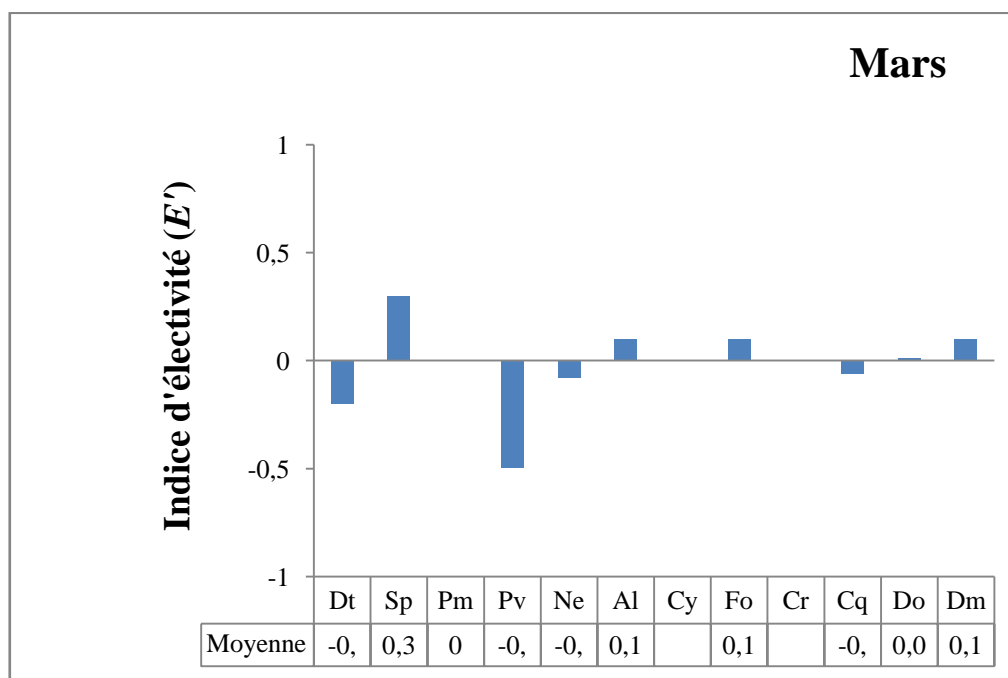


Figure 21 : Indice d'électivité d'Ivlev, indiquant la préférence ou le rejet d'une ressource alimentaire, par *Holothuria arguinensis*, durant le mois de Mars.

Avril

L'indice d'électivité d'Ivlev, montrent de très importantes valeurs en ce mois d'Avril ; la plus importante valeur est obtenue pour les spicules d'éponges et les coquilles de bivalves ($E' = 1$ pour chacune des deux ressources) (Fig. 22). Les feuilles mortes de posidonie montrent également un important indice d'électivité durant ce mois d'Avril ($E' = 0.6$), alors que les feuilles vivantes montrent un indice d'électivité relativement moyen ($E' = 0.3$) (Fig. 22). Les diatomées et les algues présentent des indices d'électivité relativement très faibles ($E' = 0.1$ et 0.05 respectivement) ; tandis que les foraminifères, les débris organique et les débris minérales sont rejetées par *Holothuria arguinensis* ($E' : -0.2, -0.1$ et -0.1 respectivement) (Fig. 22).

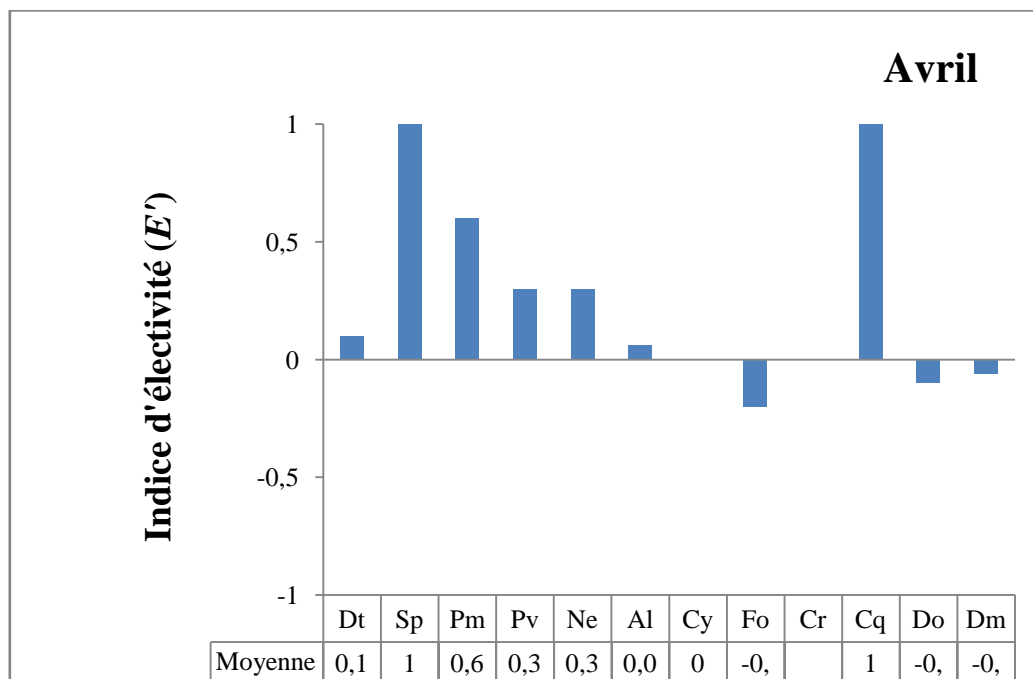


Figure 22 : Indice d'électivité d'Ivlev, indiquant la préférence ou le rejet d'une ressource alimentaire, par *Holothuria arguinensis*, durant le mois d'Avril.

Mai

Durant ce mois de Mai, Les spicules d'éponges et les coquilles de bivalves, présentent le plus important indic d'électivité ($E' = 1$ pour les deux ressources) ; suivie par nématodes, les

cyanophycées et les algues ($E' = 0.5, 0.4$ et 0.02 respectivement) (Fig. 23). Les feuilles vivantes et mortes de posidonie, les foraminifères, les diatomées et les débris minéraux sont évités par *Holothuria arguinensis* (Fig. 23).

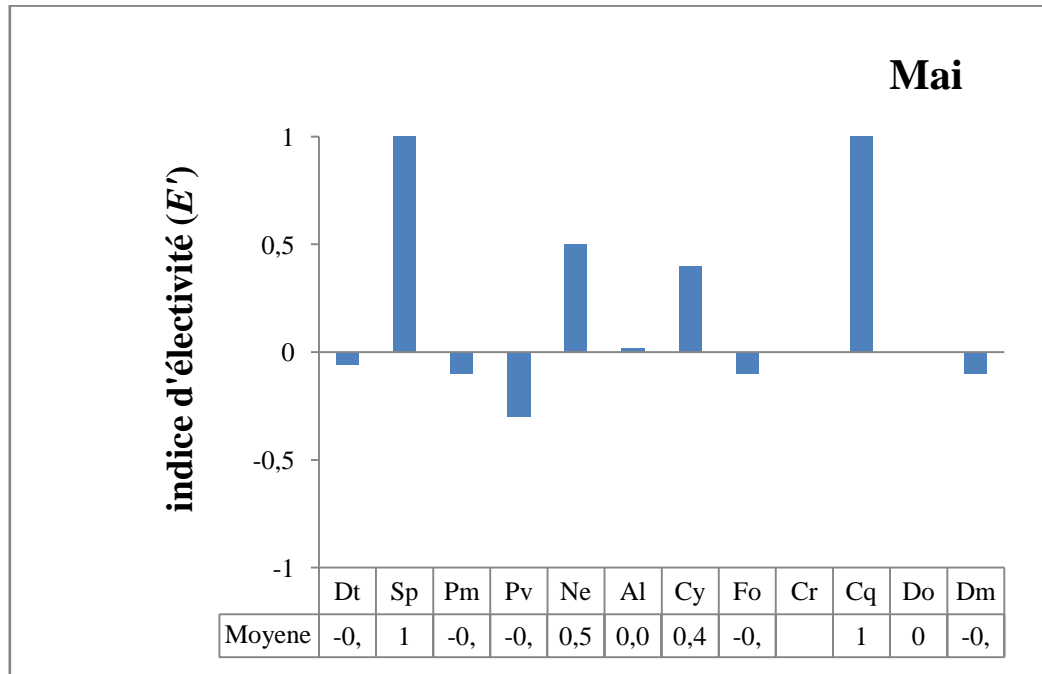


Figure 23 : Indice d'électivité d'Ivlev, indiquant la préférence ou le rejet d'une ressource alimentaire, par *Holothuria arguinensis*, durant le mois de Mai.

II. Discussion

II.1. Analyse du taux de la matière organique

Les teneurs élevées de matière organique obtenus au niveau du Forgut, par rapport à leurs biotopes, pendant les mois de Mars et Avril, peut être expliqué par le fait que ces espèces d'holothuries exercent une certaine sélectivité envers la matière organique. En effet, la sélectivité des holothuries envers la matière organique, a été signalé dans la littérature, notamment par Moriarty (1982) ; Mezali (2004) ; Mezali *et* Soualili (2013) et Belbachir *et al.*, (2014). Selon Massinet Jangoux (1976) et Khripounoff *et* Sibuet (1980), les holothuries ont le pouvoir de reconnaître et de sélectionner les particules riches en matière organique. Bouland *et al.*, (1982) supposent que cette reconnaissance se fait à partir des récepteurs gustatifs localisés au niveau des podia péribuccaux. Selon les résultats obtenus en Mai, on estime que *Holothuria arguinensis* n'exerce aucune sélectivité durant ce mois.

La décroissance du taux de la matière organique, au fur et mesure qu'on avance le long des tronçons du tube digestif, n'a pas été observée ; ce qui n'est pas le cas pour les résultats obtenus par Massin, (1979). Cet auteur estime que la matière organique est progressivement absorbée le long du tractus digestif des holothuries. Dans notre cas, on n'a pas observé cela ; il se peut que lors des prélèvements du sédiment du contenu digestif, on a accidentellement pris une partie de la membrane du tube digestif riche en matière organique et c'est ce qui a pu biaiser les résultats.

Les résultats obtenus en Mars, montrant que le pourcentage de la matière organique retrouvé dans les excréments de *Holothuria arguinensis*, est au-dessus que celui du sédiment du biotope ; peut-être expliqué par une colonisation rapide de cette matière fécale par les microorganismes. Le taux élevé de matière organique dans les fèces des holothuries étudiées

peut expliquer la tendance de à avoir un comportement coprophage (Khripounoff et Sibuet, 1980) et par conséquent, ce comportement alimentaire prouve la sélectivité de ces espèces pour tout ce qui est organique ou encrouté par la matière organique (Massin et Jangoux, 1976).

II.2. Etude du régime alimentaire

A partir des résultats obtenus, on constate que *Holothuria arguinensis* consomment relativement de fortes proportions d'algues de diatomées et de foraminifères, durant les trois mois d'échantillonnages. Bakus, (1973) considère les foraminifères comme l'une des sources principales de nourriture pour les holothuries. Paradoxalement, ces aliments sont soit peut sélectionnées (le cas des algues), ou tout simplement évité (le cas des foraminifères et les diatomées). On suppose que c'est la forte disponibilité de ces deux aliments, dans le biotope environnant qui est à l'origine de ce résultat. D'autre part, même si les spicules d'éponge, les coquilles de bivalves et les nématodes ne sont que moyennement consommés par *Holothuria arguinensis* ; cette espèce montre une nette préférence pour ces trois ressources alimentaires.

Les proportions des feuilles de posidonie (mortes et vivantes) consommées par *Holothuria arguinensis* sont relativement faibles, présentant une augmentation au fur et à mesure qu'on avance en fonction des mois. C'est deux ressources alimentaire sont rejetées en Mars et en Mai, contrairement au mois d'Avril, durant lequel elles sont très sélectionnées.

Holothuria arguinensis une préférence pour les diatomées et les feuilles mortes et vivantes de posidonies en plein période printanière(Avril) n'a pas été observé par Sonnenholzner, (2003) (chez *Holothuria theeli*), Bouslama et Habib, (2015) ; Benaïed et Senhadji, (2016), ni par Benamaa et Nekkaa, (2017) (chez les espèces *Holothuria poli*, *Holothuria tubulosa*, *Holothuria forskali* et *Holothuria sanctori*). Selon Lawrence, (1975) et Nedelec, (1982) ; le facteur saisonnier et parfois prépondérant pour la variabilité du régime alimentaire.

Conclusion

Conclusion

L'analyse quantitative du contenu digestif par la mesure et la comparaison des concentrations de la matière organique, a montré une aptitude de *Holothuria arguinensis* à sélectionner la matière organique ; cette sélectivité diffère selon les mois d'échantillonnage. Généralement, c'est pendant la période de Mars à Avril que la sélectivité est observée. La reconnaissance des particules riche en matière organique chez les holothuries aspidochiotes, se fait à partir des récepteurs gustatifs localisés au niveau leurs podias péribuccaux. Les excréments de certaines espèces d'holothuries contiennent un important taux de matière organique, ce qui explique le caractère coprophage de ces organismes marins et par la même occasion démontre qu'elles sont sélectives pour tout ce qui est organique ou riche en matière organique. Donc, cette espèce peut avoir un comportement sélective vis-à-vis des particules alimentaires riche en matière organique, afin de maximiser les gains en énergie lors de son alimentation.

Holothuria arguinensis a un régime alimentaire très varié, qui se compose de fraction végétale et une autre animale. Les principaux constituants de son régime sont les algues, foraminifères et à moindre mesure, les diatomées et les feuilles (mortes et vivantes) de posidonie. Cependant, cette espèce d'holothurie a un penchant pour les spicules d'éponges.

Pour mieux comprendre la biologie et l'écologie de *Holothuria arguinensis*, et l'impact de leur comportement alimentaire sur l'écosystème benthique notamment l'écosystème à *Posidonia oceanica*, il serait intéressant d'effectuer davantage de travaux sur la nutrition de cette espèce. Une approche de l'aspect de la croissance et de la reproduction serait également importante.

Références bibliographiques

Belbachir N., Mezali K., Soualili D.L., (2014). Selective feeding behaviour in some aspidochirotid holothurians (Echinodermata: Holothuroidea) at Stidia, Mostaganem Province, Algeria. *SPC Bêche-de-mer Information Bulletin*, (34): 34-37.

Calva L., (2002). Habitos Alimenticios de algunos Equinodermos. Parte 2 : Erizos de mar y pepinos de mar. Laboratorio de Ecosistemas Costeros, departamento de Hidrobiología .UAM-Iztapalapa.

Charbonnel E., Gravez V., Abellard O., Boudouresque C. F., Remonnay L., (1995). Surveillance de l'herbier à *Posidonia oceanica* du golfe de Giens (Var-France). *GIS Posidonie*, Marseille. Fr., 1-106.

Cherbonnier G., (1959). Complément à la faune échinodermique des Pyrénées-orientales (1). Echinodermes. *Univ. Par. Lab. Arago* (éds), Fr., 2 : 118-123.

Collin P. D., (2002). "Sea cucumber carotenoid lipid fraction products and methods of use." WO99/37314. USA.

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

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

FAO; (2012). The state of world fisheries and aquaculture. In: Department Fisheries and Aquaculture. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 230 p.

Francour P., (1990). Dynamique de l'écosystème à *Posidonia oceanica* dans le Parc national de Port-Cros. Analyse des compartiments "matte", litière, faune vagile, échinodermes et poissons. *Thèse Doct. Océanol. Univ. Pierre et Marie Curie, Paris VI, Fr.:* 1-373 et al. (eds), Balkema, Rotterdam: 169-175.

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

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

Harriot V.J., (1985). Reproductive biology of three congeneric sea cucumber species *Holothuria atra*, *H. impatiens*, and *H. edulis*, at Heron Reef, Great Barrier Reel Aust. *J. Mar. Freshw. Res.*, **36**: 51-57.

Ivlev V. S., (1961). Experimental ecology of the feeding of fishes. *Yale Univ. Press*, New Haven. 302 p.

Janakiram N. B. A., Mohammed Y. T., Zhang C. I., Choi C., Woodward P., Collin V. E.

Rao C. V., (2010). "Chemopreventive effects of Frondanol A5, a *Cucumaria frondosa* extract, against rat colon carcinogenesis and inhibition of human colon cancer cell growth." *Cancer Prevention Research* 3, **1**: 82-91.

Jones R.S., (1968). A suggested method for quantifying gut content in herbivorous fishes. *Micronesca*, Guam. USA, **4 (2)**: 369-371.

Lawrence j.M., Lane j.M., (1982). The utilization of nutrients by post-metamorphic echinodermns. In : Echinoderm Nutrition. M. Jangoux & Lawrence J. (eds), Balkema, Rotterdam : 331 -371.

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

Massin C., (1982). Effect of feeding on the environment: Holothuroidea. In: *Echinoderm nutrition*. Jangoux M et Lawrence J.M., Balkema A.A., Publ., Rotterdam, Netherlands : 139-197.

Massin C., Jangoux M., (1976). Observations écologiques sur *Holothuria tubulosa*, *H. polii* et *H. forskali* et comportement alimentaire de *Holothuria tubulosa*. *Cah. Biol. Mar., Fr.*, **17**: 45-59.

Meglitsch P. A., (1975). Zoologie des Invertébrés III. Arthropodes, Mandibulés et Deutérostomiens. *Doin édit.* 1-362.

Mezali K., (1998). Contribution à la systématique, la biologie, l'écologie et la dynamique de cinq espèces d'holothuries aspidochiotes [*Holothuria (Holothuria) tubulosa*, *Holothuria (Lessonothuria) polii*, *Holothuria (Holothuria) stellati*, *Holothuria (Panningothuria) forskali* et *Holothuria (Platyperona) sanctori*] de l'herbier à *Posidonia oceanica* (L) Delile de la Presqu'île de Sidi-Fredj. Thèse Magister. Alger, Algérie ,238p.

Mezali K., (2004a). Feeding behavior of *Holothuria tubulosa* and *Holothuria polii* of Tamentefoust area - Algeria. *Rapports P.V. du 37eme Congrès de la Commission International Pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée*: Barcelone **Vol. 37**, p 535.

Mezali K. (2004b). Micro-répartition des holothuries aspidochirotés au sein de l'herbier de *Posidonies* de la presqu'île de Sidi-Fredj - Algérie. *Rapports P.V. Commission International pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée*, Monaco, **Vol. 37**, p 534.

Mezali K., (2008). Phylogénie, Systématique, dynamique des populations et nutrition de quelques espèces d'holothuries aspidochirotés (Holothuroidea: Echinodermata) inféodées aux herbiers de *Posidonies* de la côte algéroise. *Thèse de Doctorat d'état. Institut des Sciences Biologiques / Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, Alger*, Algérie. 1-208.

Mezali K., Chekaba B., Zupo V., Asslah B., (2003). Comportement alimentaire de cinq espèces d'holothuries aspidochirotés ((Holothuroidea: Echinodermata) de la presqu'île de Sidi Fredj- Algérie. *Bulletin Societe Zoologique France*, **128**: 49-62.

Mezali K., Soualili D.L., (2013). Capacité de sélection des particules sédimentaires et de la matière organique chez les holothuries. *La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS* **33**:38-43.

Moriarty D.J.W., (1982). Feeding of *Holothuria atra* and *Stichopus chloronotus* on bacteria, organic carbon and organic nitrogen in sediments of the Great Barrier Reef. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, **33** : 255-263.

Nedelec H., (1982). Ethologie alimentaire de *Paracentrotus lividus* dans la baie de Galeria (Corse) et son impact sur les peuplement phytobenthiques. *These Doct. 3^{eme} cycle Océanol. Biol., Univ. Pierre et Marie Curie, Paris, Fr.* : 1-175.

Sloan N.A., Von Bodungen B., (1980). Distribution and feeding of the sea cucumber *Isostichopus badionotus* in relation to shelter and sediment criteria of the Bermuda Plattorm. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **2 (3)**: 257-264.

Sonnenholzner J., (2003). Seasonal variation in the food composition of *Holothuria theeli* (Holothuroidea: Aspidochirotida) with observations on density and distribution patterns at the central coast of Ecuador. *Bulletin of Marine Science*, **73(3)**: 527–543.

Stamhuis E.J., Videler J.J., de Wilde P.A.W.J., (1998). Optimal foraging in the thalassinidean shrimp *Callinassa subterranean* Improving food quality by grain size selection. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **228**: 197-208.

Taghon G.L., (1982). Optimal foraging by deposit-feeding invertebrates: roles of particle size and organic coating. *Oecologia* (Berlin), **52**: 295-304.

Uthicke S., Karez R., (1999). Sediment patch selectivity in tropical sea cucumbers (Holothuroidea: Aspidochirotida) analyzed with multiple choice experiments. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **236 (1)**: 69–87

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