



DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MER ET DE L'AQUACULTURE

N°...../S

## MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

**BENNAMA Fatiha et NEKKA Fatiha**

Pour l'obtention du diplôme de

### MASTER

En Hydrobiologie Marine et Continentale

**Spécialité: EXPLOITATION ET PROTECTION DES RESSOURCES  
MARINES VIVANTES**

### THÈME

**Ecologie trophique de quelques espèces d'holothuries  
aspidochiotes de l'herbier de posidonie de la région de  
Mostaganem**

Soutenu publiquement le 01/07/2017

DEVANT LE JURY

Président M<sup>me</sup> SOUALILI D. L

Pr. U. Mostaganem

Encadreur M. BELBACHIR N

MAA U. Mostaganem

Examineur M<sup>me</sup> BILLAMI M

MAA U. Mostaganem

*Thème réalisé au Laboratoire d'Halieutique de l'Université de Mostaganem*

# Dédicace

*Je dédie ce travail à :*

*Ma mère , et mon père*

*Mes frères : Ahmed, Affif, Habib , Ozzaa, Abdelkader , Phamessse el-dinne*

*Mon fiancé et sa famille*

*Mes Sœurs Fatima, Belkisse, Merieme, Sara*

*Ma binôme ma chère Amina*

*Tt la famille Bennaama et Billel*

*Mes amis : Lidia, Imen, Sara , Houria, Noura Souhila, Tbetsem,*

*, Djalil, Seddik, et les autres ....*

*A tous ceux que je n'ai pas pu cités, ainsi qu'à mes camarades de l'Université, qui*

*m'ont aidé de près ou de loin.*

*Bennaama Fatiha .*

# Dédicace

*Je dédie ce travail à :*

*Ma mère , et mon père*

*Mes frères : Mohammed , A E Z , Nada*

*Mon frère et sa femme et ses enfants Souhila, Midou, Fares, Theima,*

*Bedro*

*Ma sœur et son mari et ses enfants Abdelnour, Les jumelle Riheb et Marwa,*

*Les jumeaux Aboud et Read*

*Ma binôme ma chère Fatima*

*Et la famille Nekkaa, Bouchakour, Khane , Boubkeur*

*Mes amis : Imen, Sara , Nira , Warda, Fadila, Djilil, Seddik, et les*

*autres ....*

*A tous ceux que je n'ai pas pu cités, ainsi qu'à mes camarades de l'Université, qui*

*m'ont aidé de près ou de loin.*

*Nekkaa. Fatima*

# Résumé

Une étude du régime alimentaire chez quelques espèces d'holothuries aspidochirotés (*H. poli*, *H. tubulosa*, *H. forskali*, *H. sanctori*) de la frange côtière de Mostaganem (Stidia et Salamandre), a été réalisée pendant les saisons : Eté, Automne et Hiver. L'objectif est non seulement d'en ressortir avec une idée sur les différentes sources trophiques exploitées par les holothuries étudiées, lors de leurs alimentations ; mais également d'avoir un aperçu sur la contribution de la posidonie dans leurs boles alimentaires.

Les espèces d'holothuries étudiées s'alimentent à partir de différentes sources trophiques, réparties en deux grandes fractions : Une fraction végétale, composée de diatomées, cyanophycées, d'algues macrophytes, ainsi que de feuilles de posidonie (vivantes et mortes). Une seconde fraction animale, représentée par les foraminifères, les crustacés, les spicules d'éponge et les annélides. La contribution de chaque source alimentaire, présente une différence entre les saisons et entre les espèces ; c'est en automne que ces sources sont les plus diversifiées avec une nette domination des diatomées, suivie par les algues macrophytes. En hiver, les sources trophiques sont moyennement diversifiées ; les fortes proportions sont obtenues pour les cyanophycées ; alors que la plus faible diversité est obtenue en saison estivale, avec de forte proportion des foraminifères. L'ensemble des holothuries des deux sites, sélectionnent les feuilles de posidonie vivantes en hiver et celle mortes en été, quoique les proportions de ces deux aliments est très faible. La plus forte proportion de feuille de posidonie est obtenue chez *H. forskali*.

**Mots clés :** Holothurie, régime alimentaire, posidonies, Mostaganem, sélectivité.

# Listes des figures et tableaux

<b>Figure 1</b> : Morphologie d'une holothurie aspidochirote (d'après Samynet <i>al.</i> , 2006).....	6
<b>Figure 1</b> : Caractéristique anatomique des holothuries.....	8
<b>Figure 2</b> : Tube digestif d'une holothurie, avec les différentes parties caractérisées par leurs fonctions physiologiques ( <i>In Mezali, 1998</i> ).....	9
<b>Figure 3</b> :Schéma montrant le transit digestif d'une holothurie aspidochirote (d'après Conand, 1994, modifiée). ....	12
<b>Figure 4</b> : <i>Holothuria (H.) tubulosa</i> .....	14
<b>Figure 5</b> : <i>Holothuria (R.) poli</i> .....	14
<b>Figure 6</b> : <i>Holothuria (P.) forskali</i> .....	15
<b>Figure 7</b> : <i>Holothuria (P.) sanctori</i> .....	16
<b>Figure 8</b> : Situations géographiques de la wilaya de Mostaganem (Source : Google earth. Modifiée).....	22
<b>Figure 9</b> : Situations géographiques des sites de prélèvements (Source : sur Google earth. Modifiée).....	23
<b>Figure 10</b> : Photo montrant le point de prélèvement (flèche) au niveau du site de Stidia.....	24
<b>Figure 11</b> : Photo montrant le point de prélèvement au niveau du site de la Salamandre.....	25
<b>Figure 12</b> : Traitement des échantillons d'holothuries pour l'analyse du contenu digestif. Dissection longitudinale d'une holothurie (A) ; collecte du tube digestif (B).....	27

**Figure 13 :**Pourcentage des différentes sources alimentaires dans les contenus digestifs des holothuries du site Stidia pour la saison d'été.*H. poli* (A) ; *H. tubulosa* (B) ; *H. forskali*(C)et *H. sanctori*(D).....31

**Figure 14 :** Indice d'Electivité d'Ivlev indiquant la préférence ou le rejet d'une source alimentaire dans l'alimentation des holothuries du site de Stidia durant la saison d'été. *H. poli* (A) ; *H. tubulosa* (B) ; *H. forskali*(C)et *H. sanctori*(D).....32

**Figure 15 :**Pourcentage des différentes sources alimentaires dans les contenus digestifs des holothuries du site Salamandre pour la saison d'été.*H. poli* (A) ; *H. tubulosa* (B) ; *H. forskali* (C) et *H. sanctori* (D).....35

**Figure 16 :** Indice d'Electivité d'Ivlev indiquant la préférence ou le rejet d'une source alimentaire dans l'alimentation des holothuries du site de Salamandre durant la saison d'été. *H. poli* (A) ; *H. tubulosa* (B) ; *H. forskali* (C) et *H. sanctori* (D).....36

**Figure 17 :**Pourcentage des différentes sources alimentaires dans les contenus digestifs des holothuries du site Stidia pour la saison d'automne. *H. poli* (A) ; *H. tubulosa* (B) ; *H. forskali* (C) et *H. sanctori* (D).....38

**Figure 18 :** Indice d'Electivité d'Ivlev indiquant la préférence ou le rejet d'une source alimentaire dans l'alimentation des holothuries du site de Stidia durant la saison d'automne. *H. poli* (A) ; *H. tubulosa* (B) ; *H. forskali* (C) et *H. sanctori* (D).....39

**Figure 19 :**Pourcentage des différentes sources alimentaires dans les contenus digestifs des holothuries du site Salamandre pour la saison d'automne. *H. poli* (A) ; *H. tubulosa* (B) ; *H. forskali* (C) et *H. sanctori* (D).....42

<b>Figure 20 :</b> Indice d'Electivité d'Ivlev indiquant la préférence ou le rejet d'une source alimentaire dans l'alimentation des holothuries du site de Salamandre durant la saison d'automne. <i>H. poli</i> (A) ; <i>H. tubulosa</i> (B) ; <i>H. forskali</i> (C) et <i>H. sanctori</i> (D).....	43
<b>Figure 21 :</b> Pourcentage des différentes sources alimentaires dans les contenus digestifs des holothuries du site Stidia pour la saison d'hiver. <i>H. poli</i> (A) ; <i>H. tubulosa</i> (B) ; <i>H. forskali</i> (C) et <i>H. sanctori</i> (D).....	45
<b>Figure 22 :</b> Indice d'Electivité d'Ivlev indiquant la préférence ou le rejet d'une source alimentaire dans l'alimentation des holothuries du site de Stidia durant la saison d'hiver. <i>H. poli</i> (A) ; <i>H. tubulosa</i> (B) ; <i>H. forskali</i> (C) et <i>H. sanctori</i> (D).....	46
<b>Figure 23 :</b> Pourcentage des différentes sources alimentaires dans les contenus digestifs des holothuries du site Salamandre pour la saison d'hiver. <i>H. poli</i> (A) ; <i>H. tubulosa</i> (B) ; <i>H. forskali</i> (C) et <i>H. sanctori</i> (D).....	48
<b>Figure 24 :</b> Indice d'Electivité d'Ivlev indiquant la préférence ou le rejet d'une source alimentaire dans l'alimentation des holothuries du site de Salamandre durant la saison d'hiver. <i>H. poli</i> (A) ; <i>H. tubulosa</i> (B) ; <i>H. forskali</i> (C) et <i>H. sanctori</i> (D).....	49
<b>Tableau 1:</b> Quantité estimée des captures d'holothuries dans le monde (FAO, 2008).....	18



# SOMMARE

<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre I. Etude Bibliographique</b>	
<b>I. Les Echinodermes</b>	<b>2</b>
<b>II. Les holothuries</b>	<b>3</b>
<b>II.1. Généralités</b>	<b>3</b>
<b>II.2 Taxonomie</b>	<b>5</b>
<b>II.3 Morphologie</b>	<b>4</b>
<b>II.4. Anatomie</b>	<b>5</b>
<b>II.4.1. Caractéristiques du système digestif des holothuries</b>	<b>8</b>
<b>II.5. Reproduction</b>	<b>6</b>
<b>II.6.Aspect générale sur le comportement alimentaire des holothuries</b>	<b>11</b>
<b>II.6.1. Régime alimentaire</b>	<b>11</b>
<b>II.6.2. . La sélectivité dans l'alimentation</b>	<b>12</b>
<b>II.7. Ecologie de quelques espèces d'holothuries aspidochirotés</b>	<b>13</b>
<b>II.7.1. <i>Holothuria (Holothuria) tubulosa</i></b>	<b>13</b>
<b>II.7.2. <i>Holothuria (Roweothuria) poli</i></b>	<b>14</b>
<b>II.7.3. <i>Holothuria (Panningothuria) forskali</i></b>	<b>15</b>
<b>II.7.4. <i>Holothuria (Platyperona) sanctori</i></b>	<b>15</b>
<b>II.8. Intérêt et rôle écologique des holothuries.</b>	<b>16</b>
<b>II.9. Exploitation halieutique des holothuries</b>	<b>17</b>
<b>II.10. Utilisation pharmaceutique des holothuries</b>	<b>18</b>

## **Chapitre II. Matériels et méthodes**

<b>I. Objectif de l'étude</b>	<b>21</b>
<b>II. Présentation de la zone côtière de Mostaganem</b>	<b>21</b>
<b>II.1. Condition des milieux</b>	<b>15</b>
<b>II.1.2. Hydrodynamisme</b>	<b>22</b>
<b>II.1.3. Température</b>	<b>22</b>
<b>III. Présentation des sites de prélèvements</b>	<b>23</b>
<b>III.1. Site de la stidia</b>	<b>23</b>
<b>III.2. Site de la Salamandre</b>	<b>25</b>
<b>IV Echantillonnage et traitement des échantillons</b>	<b>26</b>
<b>IV.1. Analyse des contenus digestifs</b>	<b>27</b>
<b>IV.2. Etude de sélectivité dans le choix de l'aliment chez les holothuries</b>	<b>28</b>

## **Chapitre III. Résultat et discussion**

<b>I. Analyse des contenus digestifs</b>	
<b>I.1. Régime alimentaire des holothuries en période estivale</b>	<b>29</b>
<b>A. Site de Stidia</b>	<b>29</b>
<b>B. Site de Salamandre</b>	<b>33</b>

<b>I.2. Régime alimentaire des holothuries en période automnale</b>	
A.Site de Stidia	<b>37</b>
B. Site de Salamandre	<b>40</b>
<b>I. 3. Régime alimentaire des holothuries en période hivernal</b>	<b>44</b>
A. Site de Stidia	<b>44</b>
B.Site de Salamandre	<b>47</b>
<b>Conclusion</b>	<b>51</b>
<b>Références Bibliographiques</b>	
<b>Annaxe</b>	

# Introduction

*Posidonia oceanica* est l'une des espèces les plus étudiées de l'étage infralittoral de la Méditerranée ; elle a un rôle très important sur le plan écologique et économique (Boudouresque *et al.*, 2006). L'herbier qu'elle forme est considéré comme un écosystème ingénier du littoral méditerranéen ; il constitue la base de la richesse des eaux littorales de la méditerranée (Molinier et Picard, 1952 ; Boudouresque et Meinesz, 1982). Cependant, les herbivores n'en consomment qu'une faible partie de la production primaire de cette plante marine, tandis que l'essentiel de cette production est exportée vers d'autres écosystèmes sous forme de litière.

La litière semble être une importante source de matière organique pour les communautés de détritivores vivant dans les herbiers (Walker *et al.*, 2001) ; il a même été suggéré que c'est la voie principale de transfert de la matière organique des posidonies (Cebrián *et al.*, 1997). Ainsi, les feuilles mortes de posidonies rentrent dans le régime alimentaire d'un plus grand nombre d'espèces que les tissus vivants (Buia *et al.*, 2000).

La consommation des feuilles mortes se réalise grâce à l'action des isopodes, des amphipodes, des décapodes et des échinodermes. Les Holothuries, organismes cible de ce travail, constitue donc une voie énergétique potentielle du transfert de la matière organique produite par la posidonie. Ces animaux marin appartenant à l'embranchement des échinodermes, sont les représentants majeurs du compartiment benthique de l'écosystème à *Posidonia oceanica* ; elles contribuent activement au recyclage de la matière organique et joue un rôle important dans le "detritus food web" de cet écosystème (Zupo et Fresi, 1984).

De très intéressants travaux de recherche ont été réalisés sur la biologie, l'écologie, la dynamique et la systématique des holothuries des côtes algériennes, notamment ceux de Mezali (2004 ; 2005 ; 2008), Mezali *et al.*, (2006) Mezali et Soualili (2013), Mezali *et al.*, (2014) et de Mezali et Thandar (2014). Néanmoins, le régime alimentaire des holothuries de nos côtes, reste méconnu et c'est dans cette optique qu'on estime être intéressante d'abordée cet axe de travail.

Cette étude consiste à analyser les contenus digestifs des certaines espèces d'holothuries aspidochirotes de la cote de Mostaganem, afin d'avoir une idée sur leurs sources trophiques. Cette approche nous apportera des réponses sur la composition du régime alimentaire de chacune de ces espèces et nous permettra également d'avoir une idée sur la place de la posidonie dans le régime alimentaire de ces organismes benthiques.

## **I. Les Echinodermes**

Les Échinodermes (du grec echinos = hérisson ou épine, et derma = peau), qui tous habitent la mer, où on les trouve par tout le globe, aussi bien à la côte qu'au large et dans les plus grands fonds, forment un vaste phylum du règne animal, que l'on peut caractériser comme il suit : animaux à symétrie rayonnée (le plus souvent pentaradiée), caractérisés par l'existence d'une peau nettement distincte des organes sous-jacents, souvent pourvue de pointes ou d'épines fixes ou mobiles, et soutenue souvent aussi par une sorte de squelette intérieur ; cette peau possède toujours un nombre plus ou moins considérable de prolongements en forme de tentacules et servant à la fois à la locomotion et à la respiration. Le corps des échinodermes présente toujours une cavité viscérale, où sont renfermés l'appareil digestif et les principaux organes de circulation, de respiration et de reproduction.

Les Échinodermes constituent l'un des groupes les plus isolés du règne animal. Pendant longtemps, les zoologistes, frappés surtout de leur symétrie rayonnée, les réunirent dans un même embranchement avec les Cnidaires, sous le nom des Rayonnés. Leuckart montra que leur organisation interne, très particulière, permettait d'en faire un groupe parfaitement autonome, et cette manière de voir a été adoptée par tous les naturalistes.

## **II. Les holothuries**

### **II.1. Généralités**

Les holothuries ou concombres de mer constituent avec les oursins, les étoiles de mer, les ophiures et les crinoïdes l'embranchement des échinodermes. Ces animaux marins se trouvent dans de nombreux biotopes à toutes les latitudes, des zones intertidales aux plus grandes profondeurs. Elles sont généralement benthiques à l'exception de certaines Elasmobranches 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 (Conand, 1994).

Ces animaux marins ont une symétrie pentaradiée (d'ordre 5) parfois masquée par une symétrie bilatérale, possédant un squelette intradermique formé de nombreuses plaques ou spicules calcaires. Ils présentent un 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 (Meglitsch, 1975).

Les recherches menées actuellement sur les holothuries portent plus particulièrement sur la taxonomie, l'anatomie fonctionnelle et l'écologie des espèces, comme en témoignent les ouvrages récents et les Actes des congrès internationaux sur les échinodermes: Echinoderm Research (De Ridder *et al.*, 1990), Biology of Echinodermata (Yanagisawa *et al.*, 1991), Echinoderm Research 1991 (Scalera-Liaci et Canicatti, 1992).

## II.2. Taxonomie

La classe des Holothurides compte plus de 1250 espèces réparties en 6 ordres (Dendrochirotes, Dactylochirotes, Aspidochirotes, Elasipodides, Apodides et Molpadiides), qui selon Hendler *et al.*, (1995) se distinguent d'après :

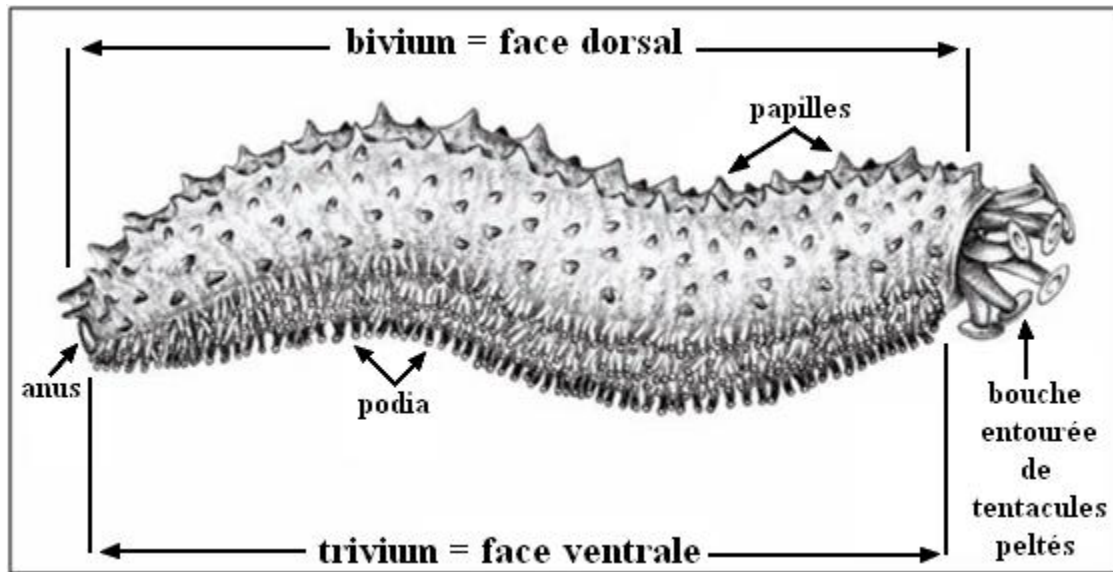
- La présence ou l'absence des pieds ambulacraires,
- La forme des tentacules buccaux (digités, dendritiques, pennés ou en forme de pelle),
- La présence ou l'absence de muscles rétracteurs oraux, d'arbres respiratoires et de tubes de Cuvier.

### II.3. Morphologie

Les holothuries sont généralement cylindriques, prismatique, 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 masqué par la disposition de 5 zones radiaires ou ambulacraires alternant avec 5 zones interradiaires ou interambulacraires qui s'étendent initialement de la bouche à l'anus (Tortonese et Valon, 1957).

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 ; la bouche et l'anus sont terminaux ou subterminaux sur la face dorsale ou ventrale (Tortonese et Vadon, 1987).

Une couronne de 10 à 30 tentacules buccal, de taille égale, est disposé en un seul cercle autour de la bouche ; ils ont une forme de bouclier ou de parapluie (avec une rosette de lobes à leur extrémités) 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 modifiées 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 (Fig. 1). Les podias dorsaux sont souvent coniques, sans ventouse, et sont alors appelés papilles ; tandis que le tégument est souvent épais et dur, la forme des spicules dermiques est très variables et peut être utilisée comme caractère de détermination spécifique (Tortonese et Vadon, 1987).



**Figure 1 :** Morphologie d'une holothurie aspidochirote (d'après Samyn *et al.*, 2006).

#### II.4. Anatomie

L'anatomie est présentée sommairement par une dissection de *Holothuria nobilis* (Fig. 2). La paroi du corps, comprend un épiderme qui n'est pas nettement délimité du derme lâche sous-jacent au-dessous, le derme plus dense est constitué de tissu conjonctif fibreux dans lequel sont disséminés les spicules, des pigments, des cœlomocytes et un plexus nerveux. Les descriptions d'espèces sont basées sur la forme, la distribution et l'abondance des spicules dans le tégument dorsal et ventral, les papilles, les podias et les tentacules.

Le squelette interne comprend aussi la couronne calcaire péri pharyngienne, organe en partie homologue de la lanterne d'Aristote des oursins. Sur cet anneau, formé de pièces calcaires de taille et de formes variables suivant les espèces, sont insérées cinq bandes musculaires longitudinales. Leur contraction permet de rétracter les tentacules buccaux dans la bouche sous la membrane buccale. Les Aspidochirotes sont généralement des détritivores qui utilisent leurs tentacules pour collecter leur nourriture sur le substrat meuble ou dur. Celle-

ci passe ensuite dans un long tube digestif tubulaire qui débute par un pharynx musculaire; la couronne calcaire est traversée par un œsophage, un estomac court fait suite, puis l'intestin formé de trois anses, la première descendante, la seconde ascendante, la troisième descendante jusqu'à un large cloaque qui s'ouvre extérieurement par l'anus parfois entouré de papilles anales calcifiées (dents anales) (Jangoux et Lawrence, 1982).

Les deux tubes ramifiés des arbres respiratoires débouchent, séparément ou non, dans le cloaque. Ils remontent dans la cavité cœlomique; l'arbre respiratoire gauche est parfois, comme chez *Holothuria nobilis* (Fig. 1), entremêlé au système hémal, attaché à la branche ascendante de l'intestin. Les tubes de Cuvier sont présents chez certaines espèces des genres *Holothuria* et *Actinopyga* et particulièrement abondants chez *Bohadschia*. Ces tubules collants, fixés à la base des arbres respiratoires, sont expulsés, par l'anus, vers l'agent d'une irritation et sont généralement considérés comme un organe de défense (référence ?).

Les sexes sont généralement séparés ; la gonade est formée d'une ou deux touffes de tubules attachées au mésentère dorsal dans lequel passe le gonoducte. Il aboutit au gonopore ou à une papille génitale.

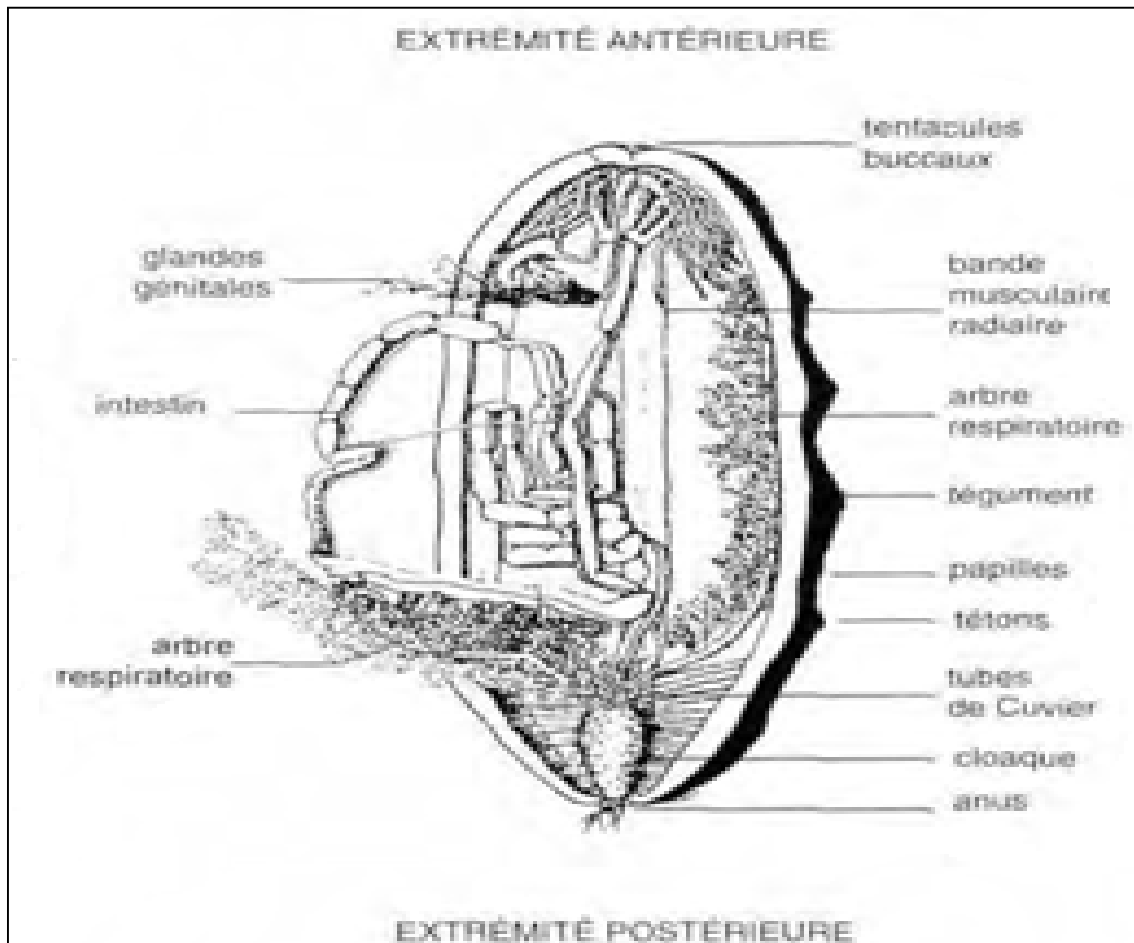


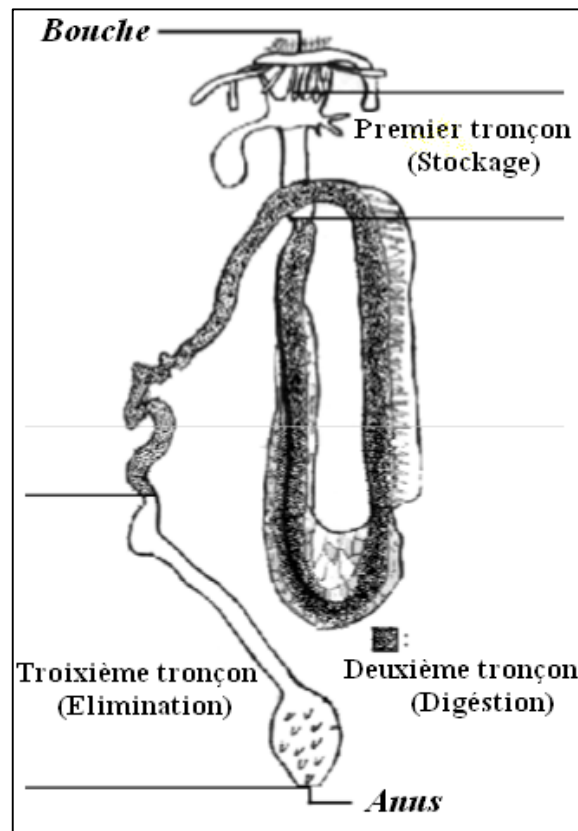
Figure 1 : Caractéristique anatomique des holothuries (référence ?)

#### II.4.1. Caractéristiques du système digestif des holothuries

Le système digestif des holothuries est formé d'un canal tubulaire. Il commence par une bouche sans dents, entouré par une couronne de tentacules, qui servent 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 ; le gros intestin se termine par une poche cloacale. 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).

Massin et Jangoux (1976) ont subdivisé le tube digestif en trois parties pouvant être caractérisées par leurs fonctions physiologiques respectives (Fig. 2). La première partie (Forgut), constitue une zone de stockage du sable et s'étend de la bouche au sphincter. La deuxième partie (Midgut), est une zone digestive qui correspond au segment entouré par le réseau admirable. La dernière partie (Ingut), est la zone d'élimination qui se compose de la quasi-totalité du deuxième tronçon digestif descendant.



**Figure 2 :** Tube digestif d'une holothurie, avec les différentes parties caractérisées par leurs fonctions physiologiques (*In Mezali, 1998*).

## II.5. Reproduction

La reproduction chez les holothuries se fait de manière sexuée (chez la plupart d'entre elle) ou asexuée. La réussite de la reproduction dépend directement de la densité d'individus adultes pour assurer la présence de quantité suffisante de spermés et d'œufs avec lesquels ils peuvent entrer en contact.

Les holothuries peuvent avoir un cycle de reproduction annuel (Conand, 1993; Hamel et Mercier, 1996; Herrero-Perezrul *et al.*, 1999; Shiell et Uthicke, 2005), biennuel (Harriot, 1985), ou même ne pas avoir de cycle de reproduction particulier (Harriot, 1985). Bien que la plupart des holothuries sont de sexes séparés, certaines espèces comportent des individus hermaphrodites, tandis que d'autres ont une reproduction asexuée, par fission. Elle est destinée à la production de nouveaux individus et ne se produit que chez les Aspidochirotida et Dendochirotida (Mladenov, 1996). Les œufs fécondés deviennent des larves pélagiques qui se présentent sous forme de plancton lequel, au bout de 10 à 90 jours se dépose au fond de la mer.

## II.6. Déplacement

Bien qu'elles soient considérées comme sédentaires, il est possible d'observer un gradient de mobilité : il existe des espèces presque immobiles, comme *Holothuria cinerascens* ou *H. arenicola*, et celles qui sont capables de se déplacer assez rapidement grâce à des contractions musculaires, comme les Stichopodidae (Conand, 1991). Plusieurs espèces présentent des rythmes nycthémeraux marqués, en relation avec la nutrition (Yamanouchi, 1939; Hammond, 1982a); d'autres tel que des espèces appartenant au genre *Bohadschia* présentent un comportement d'enfouissement qui est à son tours associé à l'alimentation. Les

espèces tropicales ne paraissent pas effectuer de migrations bathymétriques en relation avec la reproduction, contrairement à ce qui a été observé chez certaines espèces des zones tempérée (Levin, 1982 ; Muscat 1983).

## **II.7. Aspect générale sur le comportement alimentaire des holothuries**

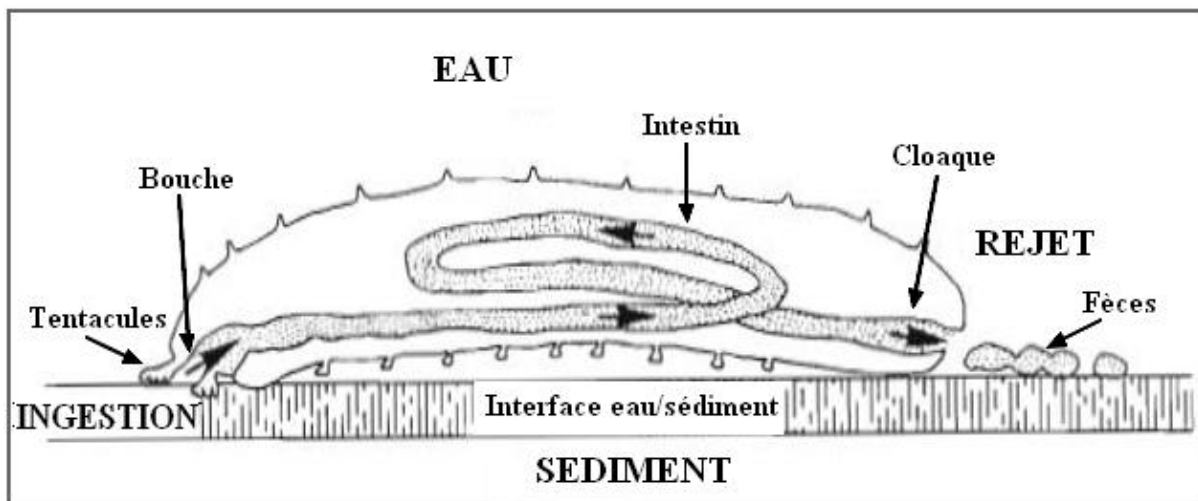
### **II.7.1. Régime alimentaire**

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). (Référence ?)

Les holothuries aspidochirotés 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 (Fig. 2) (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. 3).



**Figure 3** : Schéma montrant le transit digestif d'une holothurie aspidochirotes (d'après Conand, 1994, modifiée).

### II.7.2. La sélectivité dans l'alimentation

Certaines espèces d'holothuries ingèrent sélectivement le sable du fond marin. Selon Massin et Jangoux, (1976), *Holothuria tubulosa* est capable de reconnaître les particules riches en matière organique. Pour les mêmes auteurs, cette reconnaissance des particules est assurée par

des récepteurs gustatifs présents à l'extrémité des tentacules péri-buccaux. Cette stratégie de nutrition peut varier avec la saison et l'état du sédiment.

De nombreuses recherches se sont intéressées à la sélectivité des holothuries dans leurs alimentations. Plusieurs auteurs ont décrits une certaine sélectivité chimique vis-à-vis de la matière organique, dont Moriarty, (1982) ; Mezali, (2004) ; Mezali et Soualili, (2013) et Belbachir *et al.*, (2014). La sélectivité exercé par les Holothuries, pourrait non seulement les avantagé dans l'obtention des aliments avec une grande valeur nutritionnelle, mais aussi pourrait bien constituer un moyen de partition de la niche écologique, entre les différentes espèces qui vivent dans le même habitat (Sloan et Von Bodungen, 1980).

## **II.8. Ecologie de quelques espèces d'holothuries aspidochirotés**

Les différentes espèces que nous allons citer, ont fait l'objet de notre étude sur le comportement alimentaire.

### **II.8.1. *Holothuria (Holothuria) tubulosa***

Essentiellement littorale, *Holothuria (H.) tubulosa* (Fig. 4) est l'une des espèces les plus communes de la méditerranée (Azzolina et Harmelin, 1989 *In* Mezali, 2008). Cette espèce peut être retrouvée entre -0.5 et -100 m de profondeur et fréquente différents biotopes tel que : sable, vase, sous les pierres, à la base des rochers côtiers ainsi qu'au niveau de l'herbier à *Posidonia oceanica* (Mezali, 2004b ; 2008). *Holothuria (H.) tubulosa* est souvent associées à *Holothuria (R.) poli* dans l'herbier de Posidonies ou sur le fond rocheux (Francour, 1990).



**Figure 4 :** *Holothuria (H.) tubulosa*

### **II.8.2. *Holothuria (Roweothuria) poli***

*Holothuria (R.) poli* (Fig. 5) est une espèce essentiellement méditerranéenne et littorale, vivant entre 0 et -12 m de profondeur et peut même être retrouvée entre -80 et -250 m de profondeur (Cherbonnier, 1956 *In* Mezali, 2008). Cette espèce fréquente des biotopes très variés : sable, vase détritique, roche, Caulerpe et herbier de Posidonies (Francour, 1984).



**Figure 5 :** *Holothuria (R.) poli*

### II.8.3. *Holothuria (Panningothuria) forskali*

*Holothuria (P.) forskali* (Fig. 6) est une espèce atlantico-méditerranéenne qui se retrouve jusqu'à -100 m de profondeur, bien qu'elle soit considérée comme espèce littorale (Azzolina et Harmelin, 1989 *In* Mezali, 2008). Cette espèce habite les rebords sublittoraux et les ravins (Astall et Johns, 1991 *In* Mezali, 2008) ; elle est souvent retrouvée fixée sur le substrat dur, sous les rochers, entre les pierres et dans l'herbier de Posidonies (Mezali, 2008).



Figure 6 : *Holothuria (P.) forskali*

### II.8.4. *Holothuria (Platyperona) sanctori*

*Holothuria (P.) sanctori* (Fig. 7) est distribuée à travers la mer Méditerranée et l'Atlantique Est. Cette espèce préfère l'ombre des substrats rocheux (Pawson, 1978 *In* Mezali, 2008) et les tombants de mattes de l'herbier à *Posidonia oceanica* (Mezali, 2004b).



**Figure 7 :** *Holothuria (P.) sanctori*

## II.9. Intérêt et rôle écologique des holothuries

Les deposit-feeders sont des animaux marins qui se nourrissent de dépôt sédimentaires. Ils sont représentés par les échinodermes tels que les oursins, les étoiles de mer et les holothuries. Ces derniers ingèrent le sédiment et le matériel détritique superficiel non vivant pour en tirer les particules nutritives qu'il contient et les micro-organismes tels les bactéries, les organismes de la Meiofaune et les fragments de phanérogames marines (Mezali, 1998). Ce comportement inclut des processus tels que la sélection alimentaire, la manipulation, l'ingestion, la digestion et l'assimilation (Mezali *et al.*, 2003).

Les holothuries aspidochirotés "deposit feeders" jouent un rôle primordial dans les populations benthiques. Ces espèces peuvent changer la taille des particules ingérées durant la digestion, par dissolution de la matière organique (In Mezali, 2008). L'activité sélective des holothuries "deposit feeders" peuvent profondément affecter les propriétés physico-chimiques du sédiment (Taghon, 1982).

En participant au remaniement sédimentaire et à l'altération de la stabilité des fonds, les holothuries génèrent une importante "bioturbation", jouant ainsi un rôle important dans

l'oxygénation du substrat meuble et la reminéralisation des éléments nutritifs (Massin, 1982b ; Charbonnel *et al.*, 1995d ; Uthicke et Karez, 1999). Le processus de "bioturbation" a un effet sur l'incorporation de la matière organique dans le sédiment sous forme finement divisée, dont les principaux bénéficiaires sont les meiobenthos et les microbenthos (Mann, 1978 *In* Mezali, (2008). Par leur mode alimentaire, les holothuries participent au recyclage de la matière organique et la remise en suspension des éléments nutritifs (Uthicke et Karez, 1999).

### **II.10. Exploitation halieutique des holothuries**

Les holothuries font l'objet, dans de nombreuses régions, de pêcheries artisanales (Conand et Sloan, 1989) ; sont consommées depuis des temps très anciens par des peuples asiatiques. Le tégument cru des "namako", les muscles longitudinaux crus, ainsi que certains organes salés-fermentés, intestin, glandes génitales, sont appréciés par les japonais. Le tégument sec "hai-som", obtenu par cuisson et séchage, est consommé par les chinois.

Les pêches d'holothuries sont principalement ciblées sur une soixantaine d'espèces à travers 70 pays (FAO, 2012) et commercialisées depuis plusieurs centaines d'années. L'utilisation de ces holothuries dans l'alimentation humaine a débuté en Chine depuis 1000 ans. Face à la demande grandissante des marchés asiatiques, les holothuries ont commencé à être surexploitées à partir du 18<sup>ème</sup> et du 19<sup>ème</sup> siècle. En dépit de la forte proportion de ces animaux parmi les espèces benthiques, peu de documentation existe. Récemment, l'intérêt pour l'obtention de ces données a fortement augmenté pour différentes raisons :

- Une demande grandissante pour ces produits
- L'épuisement de certaines espèces
- L'extension des zones de pêches

- Le développement de la mariculture
- Un intérêt grandissant sur les ressources biologiques et leur gestion

Les 5 zones de pêche majoritaires d'holothuries au niveau mondial sont : Papouasie Nouvelle Guinée (Océanie), Philippines (Asie), Seychelles (Afrique et Océan Indien), les Iles Galápagos (Amérique Latine et Caraïbes) et la pêche de *Cucumaria frondosa* centré sur le Canada. Au travers de ces 5 zones, le nombre d'espèces exploitées varient beaucoup, avec le plus grand nombre retrouvé en Asie (52 espèces) et dans le Pacifique (36 espèces), dû majoritairement à la grande diversité d'espèces de ces zones. Ces pêches dans les zones tropicales indopacifiques sont donc majoritairement multi-spécifiques et généralement mono-spécifiques dans les zones tempérées (FAO, 2004). L'estimation de la quantité d'holothuries pêchées par région est présentée dans le Tableau (1).

**Tableau 1:** Quantité estimée des captures d'holothuries dans le monde (FAO, 2008)

Zone géographique	Quantité récoltée (en t / an)
Asie et région Pacifique	20 000 à 40 000
Zones tempérées	9 000
Afrique et Océan Indien	2000 – 2500
Amérique Latine et Caraïbes	< 1000

Les données sur les pêches d'holothuries dans les zones indopacifiques sont rares et celles des zones tempérées de l'hémisphère nord sont principalement disponibles pour 4 pays (Canada, USA, Russie et Islande) où la pêche commerciale est centrée sur 4 espèces (*Cucumaria frondosa*, *C. japonica*, *Parastichopus californicus* et *P. parvimensis*). Les 2 espèces de *Parastichopus* sont surtout récoltées par plongée en bouteille avec des quantités

similaires aux régions tropicales indopacifiques. La pêche des espèces de *Cucumaria* est beaucoup plus industrialisée avec l'utilisation de chalutiers spécialisés et à la présence d'usines de transformation installées sur le littoral. En comparaison, la pêche des espèces de *Parastichopus* date du début des années 70, alors que la majorité des pêches des espèces *Cucumaria* sont récentes et encore au stade de pêches exploratoires, essentiellement au Canada et aux Etats Unis. Les débarquements de la zone atlantique sont concentrés sur *Cucumaria frondosa* et beaucoup plus importants que la zone pacifique concentrées sur *Parastichopus californicus*. En effet, entre 2003 et 2005, la quantité de *Parastichopus californicus* débarquée était de 600-700 t par an pour la côte pacifique des USA (Californie, Oregon, Washington, Alaska) et de manière identique pour celle du Canada (Britannique Colombie), tandis que la moyenne était de 5000 t par an pour la côte Est des USA (Maine) concernant les débarquements de *C. frondosa* et d'environ 2000 t par an pour la partie Atlantique canadienne comprenant Terre-Neuve et Labrador et les Maritimes (Nouveau Brunswick, Nouvelle-Ecosse et l'Ile du Prince-Edouard) (FAO, 2010).

### **II.11. Utilisation pharmaceutique des holothuries**

Les concombres de mer sont utilisés depuis des centaines d'années en Chine comme aliments mais aussi en médecine traditionnelle (Fredalina *et al.*, 1999). Dans certains pays, des produits cosmétiques sous forme de crème, shampoing ou dentifrice (FAO, 2008), et des produits nutraceutiques sont commercialisés comme l'huile de concombre de mer (Baine et Choo, 1999).

Ces propriétés médicinales ont été confirmées par les travaux sur l'huile rouge en Malaisie (ou « Gamat » qui signifie en Malais tout produit issu du concombre de mer ayant des propriétés médicinales). Cette huile issue des viscères et des membranes de *C. frondosa* a été utilisée comme adjuvant, dans des études sur l'arthrite chez le rat, afin de tester ses

propriétés anti-inflammatoires (Colin, 2002). Il est connu que *C. frondosa* contient des composés pouvant inhiber certaines prostaglandines impliquées dans la douleur et l'arthrite. Ces animaux sont également riches en chondroïtine, mucopolysaccharides, mais aussi en plusieurs vitamines et minéraux, nutriments nécessaires au bon fonctionnement de l'os et du cartilage chez l'homme.

En Amérique du Nord, les coproduits de *C. frondosa* sont fabriqués comme complément alimentaire sous forme de chondroïtine, vendus comme traitement contre l'arthrite chez l'homme et chez les animaux (Janakiram *et al.*, 2010). Ce coproduit est également commercialisé comme compost dans le Maine. Il a été noté un accroissement de la demande de ces produits en Russie afin de produire à la fois dans l'alimentaire et dans le cosmétique (FAO, 2008).

---

## **Matériels et méthodes**

### **I. Objectif de l'étude**

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

A travers ce travail, on a essayé d'étudier le régime alimentaire de quelques espèces d'holothuries aspidochirotes aux herbiers de Posidonies de la frange côtière de Mostaganem. Le but de cette approche, est d'apprécier les contributions des différentes sources trophiques dans le régime alimentaire de ces animaux benthiques et plus précisément celle de la posidonie, afin d'essayer d'identifier l'espèce qui participe le mieux au transfert de la matière organique produite par cette phanérogame marine. L'étude se fait en analysant les contenus de leurs tubes digestifs. Aussi, afin d'analyser la capacité sélective de ces animaux benthiques dans le choix de leurs aliments, on calcule l'indice d'électivité d'Ivlev.

### **II. Présentation de la zone côtière de Mostaganem**

Le plateau de Mostaganem (Fig. 8) est situé à une centaine de kilomètres à l'est d'Oran ; cette zone d'une superficie de 682Km<sup>2</sup> 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 8 :** Situations géographiques de la wilaya de Mostaganem (Source : Google earth. Modifiée).

## II.1. Condition des milieux

### II.1.1. 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.1.2. 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 ente 13° C et 14° C en toute saison.

### III. Présentation des sites de prélèvements

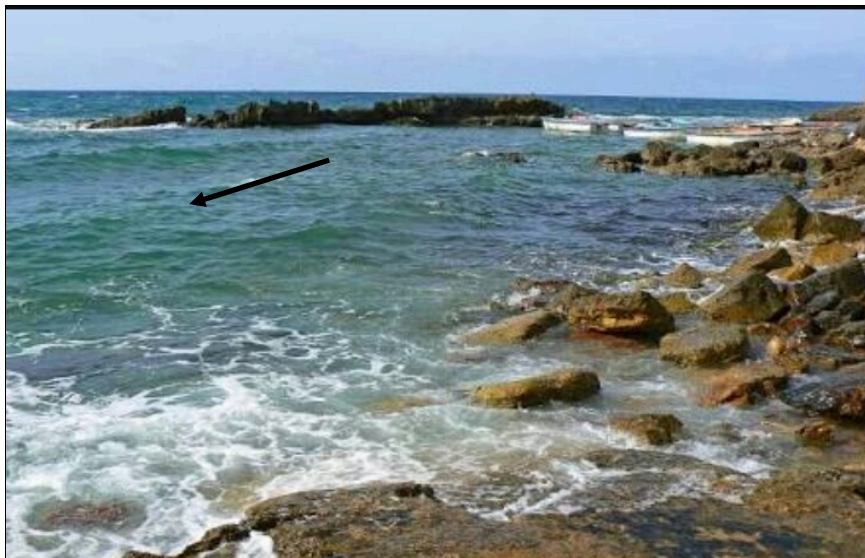
L'échantillonnage a été réalisé au niveau des deux sites du littoral de Mostaganem, à savoir Stidia et la Salamandre (Fig. 9).



**Figure 9 :** Situations géographiques des sites de prélèvements (Source : sur Google earth. Modifiée).

#### III.1. Site de Stidia

Situé à une distance d'environ 20 Km au Sud-ouest de la ville de Mostaganem (Coordonnées géographiques : 35° 49' N / 0° 01' O), le site de Stidia (Fig. 10) présente une zone à caractère rocheux interrompue par quelques criques, parfois sableuses. Ce site est situé au pied d'une falaise d'une hauteur d'environ 30 m et une pente de 80 % ; les quelques plages sableuses, qui y existent ont un linéaire côtier assez réduit et une largeur qui ne dépasse pas une quinzaine de mètre. Le site de Stidia est localisé entre deux grands ports, notamment celui de Mostaganem et celui du terminal d'Arzew ; ce qui constitue deux sources potentielles de pollution. Il est à signaler qu'une canalisation de rejet des eaux usées de la ville de Stidia a été installée en 2012 (Belbachir, 2012).



**Figure 10 :** Photo montrant le point de prélèvement (flèche) au niveau du site de Stidia.

L'aspect sous-marin de la zone d'étude est caractérisé par un herbier à *Posidonia oceanica* installé sur substrat rocheux, qui abrite plusieurs compartiments parmi lesquelles, la macrofaune composé essentiellement de deux oursins réguliers : *Paracentrotus lividus* et

---

*Arbacia lixula*. Les "concombres de mer" dont les espèces les plus commune sont au nombre de cinq : *Holothuria (H.) tubulosa* Gmelin (1788) ; *Holothuria (H.) poli* Delle Chiaje (1823) ; *Holothuria (H.) froskali* Delle Chiaje (1823) et *Holothuria (H.) sanctori* Delle Chiaje (1823).

Dans l'étage médiolittoral différents genres de patelles sont dominantes. Mezali, (2005b) avait recensé particulièrement une espèce menacé de disparition en méditerranée, à savoir *Patella ferruginea* Gmelin (1721).

Les prélèvements au niveau de ce site ont été réalisés sur une superficie d'environ 500 m<sup>2</sup> à une profondeur moyenne de -2 m. Cette zone est située à proximité d'un herbier à *Posidonia oceanica*.

### III.2. Site de la Salamandre

Le site d'étude de la Salamandre (Fig. 11), 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).



**Figure 11** : Photo montrant le point de prélèvement au niveau du site de la Salamandre.

Par ailleurs, la proximité de la zone industrielle de Mazagran dont les terminaux de canalisations 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, mais contrairement à celui du site de Stidia, l'herbier n'est pas en très bon état de santé. *Paracentrotus lividus* et *Arbacia lixula* sont les espèces d'échinides les plus abondantes ; les holothuries quant à elles sont représenté majoritairement que par les deux espèces *Holothuria (H.) tubulosa* Gmelin (1788) ; *Holothuria (H.) poli* Delle Chiaje (1823).

#### **IV. Echantillonnage et traitement des échantillons**

L'échantillonnage effectué uniquement par plongée en apnée, a été réalisé pendant les saisons été, automne et hiver de février à Mai 2016, à des profondeurs variant entre 1 et 3 m.

Au niveau des deux sites de prélèvement un lot allant de 3 à 10 individus, a été effectué pour chacune des espèces d'holothuries suivantes : *Holothuria (Holothuria) tubulosa* ; *Holothuria (Lessonothuria) poli* ; *Holothuria (Platyperona) sanctori* ; *Holothuria (Panningothuria) forskali*. Les premiers millimètres du sédiment du biotope au niveau duquel se trouvent les holothuries ont été également prélevées. Chaque échantillon a été mis

isolement dans des sachets en plastique contenant de l'eau de mer formolée à 10 % afin de les traiter ultérieurement.

### IV.1. Analyse des contenus digestifs

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. 12).



**Figure 12 :** 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) des différents 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 établit 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. Etude de sélectivité dans le choix de l'aliment chez les holothuries**

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).

## **Résultats et discussion**

### **I. Analyse des contenus digestifs**

Les principaux types d'aliments retrouvés dans les contenus digestifs des espèces d'holothuries étudiées lors de ce travail sont :

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

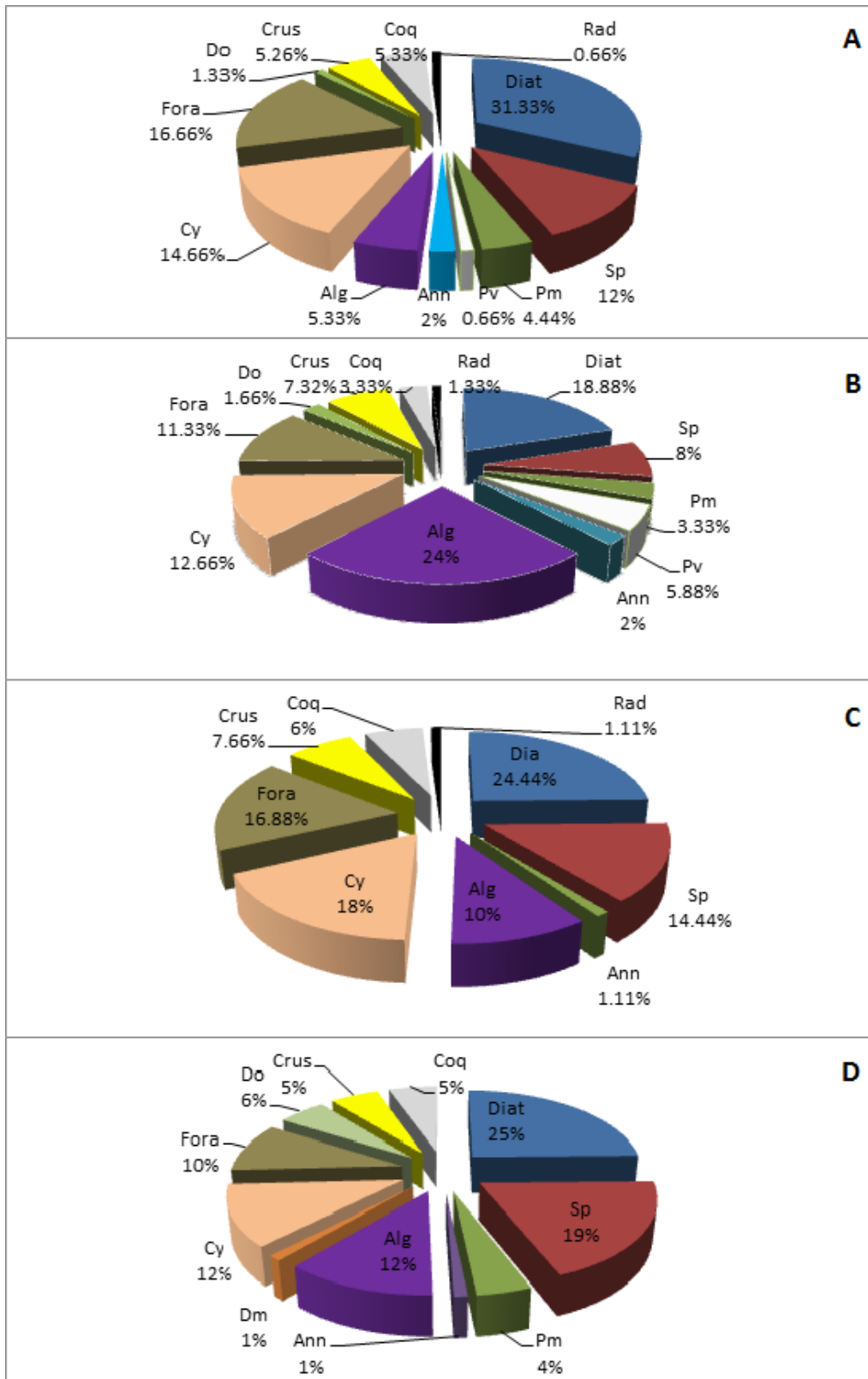
#### **I.1. Régime alimentaire des holothuries en période estivale**

##### **A. Site de Stidia**

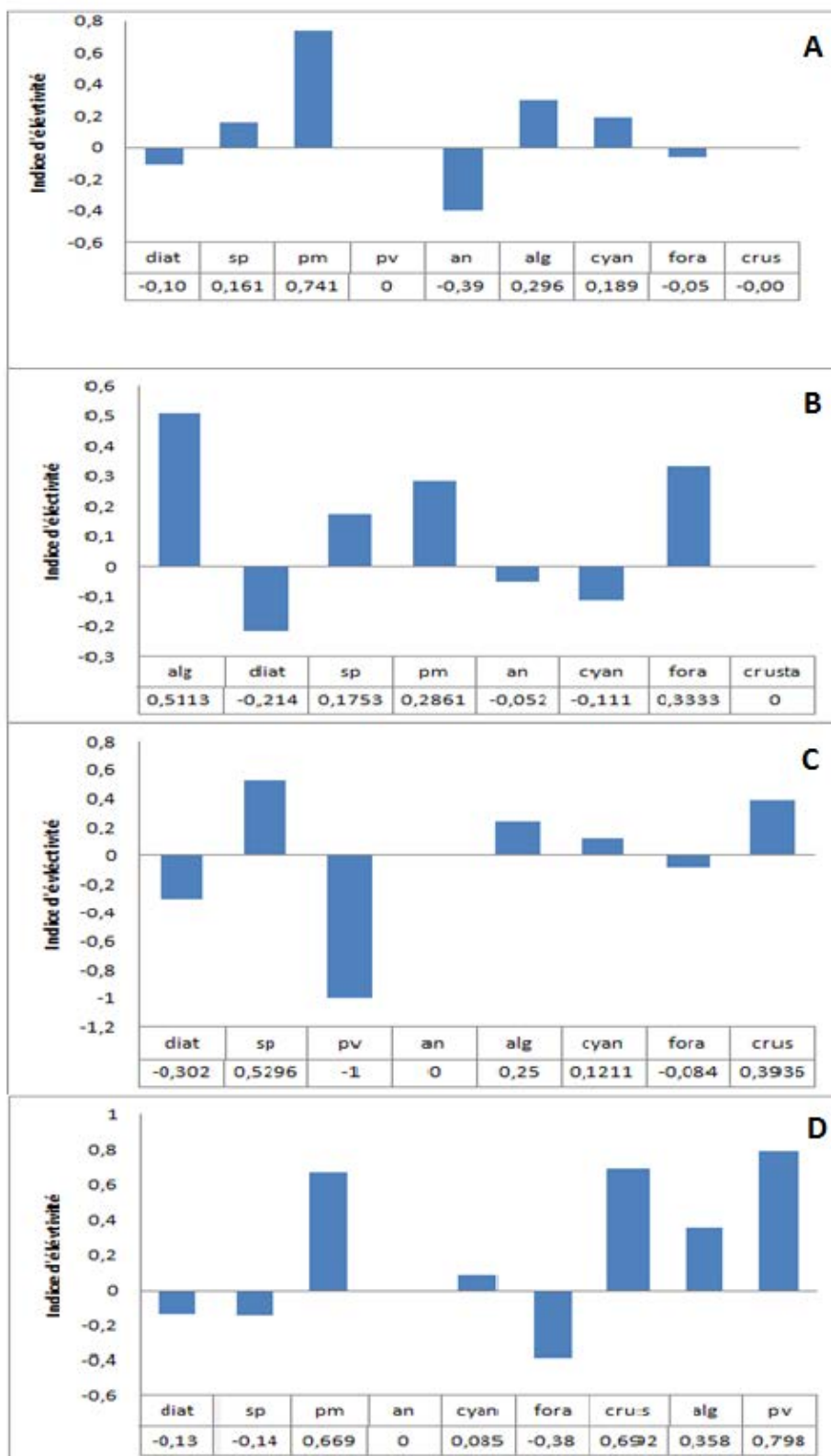
---

Les résultats obtenus montrent qu'au niveau du site de de Stidia, l'ensemble des espèces d'holothuries étudiées consomment majoritairement les diatomées, avec des pourcentages de 33.3%, 18.88%, 24.44% et 25% respectivement pour *H. poli*, *H. tubulosa*, *H. forskali* et *H. sanctori* (Fig. 13) ; ces fortes proportions ne reflète pas la préférence des holothuries pour cette source alimentaire en cette saison, du moment que l'indice d'ivlev de cette aliment est négatif chez toutes les espèce (-0,1, -0,21,-0,13 et -0,3 respectivement chez *H. poli*, *H. tubulosa*, *H. forskali* et *H. sanctori*) (Fig. 14). Les cyanophycées constituent également un aliment de choix pour les espèces *H. poli*, *H. forskali* et *H. sanctori* ; du moment qu'elles sont représentées avec des proportions de 14.66%, 18% et 12% (Fig. 13), d'autant plus qu'elles les consomment de manière préférentielle (Fig. 14). Seule l'espèce *H. tubulosa* rejette les cyanophycées, puis l'indice d'Ivlev vis-à-vis de cette source alimentaire est inférieur à zéro (Fig. 14). En cette saison estivale, les holothuries étudiées consomment les feuilles de posidonie avec de très faible proportions et c'est surtout les feuilles de posidonie mortes qui sont consommées (4.44%, 3.33% et 4% respectivement chez *H. poli*, *H. tubulosa* et *H. sanctori*) ; tandis que les feuilles vivantes de posidonie ne sont consommées que par *H. poli* et *H. tubulosa* avec les proportions respective de 0.66% et 5.88% (Fig. 13). La préférence pour les feuilles de posidonie morte est démontrée par un indice d'Ivlev qui est nettement supérieur à zéro (Fig. 14). Toutes les espèces étudiées consomment les algues macrophytes avec des proportions plus ou moins importantes et cela de manière préférentielle (5.33%, 24%, 10% et 12% respectivement chez *H. poli*, *H. tubulosa*, *H. forskali* et *H. sanctori*) (Fig. 13 et 14).

discussion



**Figure 13 :** Pourcentage des différentes sources alimentaires dans les contenus digestifs des holothuries du site Stidia pour la saison d'été. *H. poli* (A) ; *H. tubulosa* (B) ; *H. forskali* (C) et *H. sanctori* (D).



---

**Figure 14 :** Indice d'Electivité d'Ivlev indiquant la préférence ou le rejet d'une source alimentaire dans l'alimentation des holothuries du site de Stidia durant la saison d'été. *H. poli* (A) ; *H. tubulosa* (B) ; *H. forskali* (C) et *H. sanctori* (D).

La fraction animale est très largement représentée par les foraminifères chez l'ensemble des espèces d'holothuries étudiées ; cette source alimentaire présente des proportions de 16.66%, 11.33%, 16.88% et 10% respectivement chez *H. poli*, *H. tubulosa*, *H. forskali* et *H. sanctori* (Fig. 13). Néanmoins, la majorité des holothuries présentent un indice d'électivité inférieur à zéro, ce qui veut dire qu'elles rejettent cette source trophique (Fig. 14). Les crustacées constituent également une source trophique qui est sélectionnée par les holothuries (Fig. 14), quoi que cette source n'est consommée qu'avec de faible proportion (5.5%, 7.32%, 7.66% et 5% respectivement chez *H. poli*, *H. tubulosa*, *H. forskali* et *H. sanctori*) (Fig. 13). Les annélides ne sont représentés que par de faibles pourcentages dans le contenu digestif des holothuries étudiées et un indice d'Ivlev qui est inférieur à zéro (Fig. 13 et 14) ; ce qui démontre que les holothuries rejettent ce type d'aliment.

Les spicules d'éponge sont présents dans le tube digestif de la majorité des espèces d'holothuries avec des pourcentages plus ou moins importantes, mais c'est uniquement *H. poli* et *H. forskali* qui les consomment de manière préférentielle (Fig. 13 et 14).

## **B. Site de Salamandre**

Au niveau de site de salamandre, les diatomées représentent également une source d'alimentation importante chez les espèces d'holothuries étudiées (Fig. 15) ; mais ne sont consommées de manière préférentielle que par les espèces *H. poli* et *H. tubulosa* du moment que l'indice d'Ivlev de cette source trophique est supérieur à zéro chez les deux espèces (Fig. 16). On remarque qu'en cette période de l'année, l'ensemble des espèces d'holothuries étudiées ne consomment que de petites quantités de feuilles de posidonie (Feuilles mortes :

---

3.33%, 3.8%, 0.33% et 6.66% respectivement pour *H. poli*, *H. tubulosa*, *H. forskali* et *H. sanctori*. Feuilles vivantes : 2.5%, 0.88%, 0.1% et 5% respectivement chez *H. poli*, *H. tubulosa*, *H. forskali* et *H. sanctori*), mais de manière préférentielle (Fig. 15 et 16). Il est à signalé que chez l'ensemble des espèces, la proportion des feuilles morte de posidonie sont légèrement plus importante que celle des feuilles vivante et que c'est les espèces *H. poli* et *H. tubulosa* qui préfèrent le plus cette source trophique.

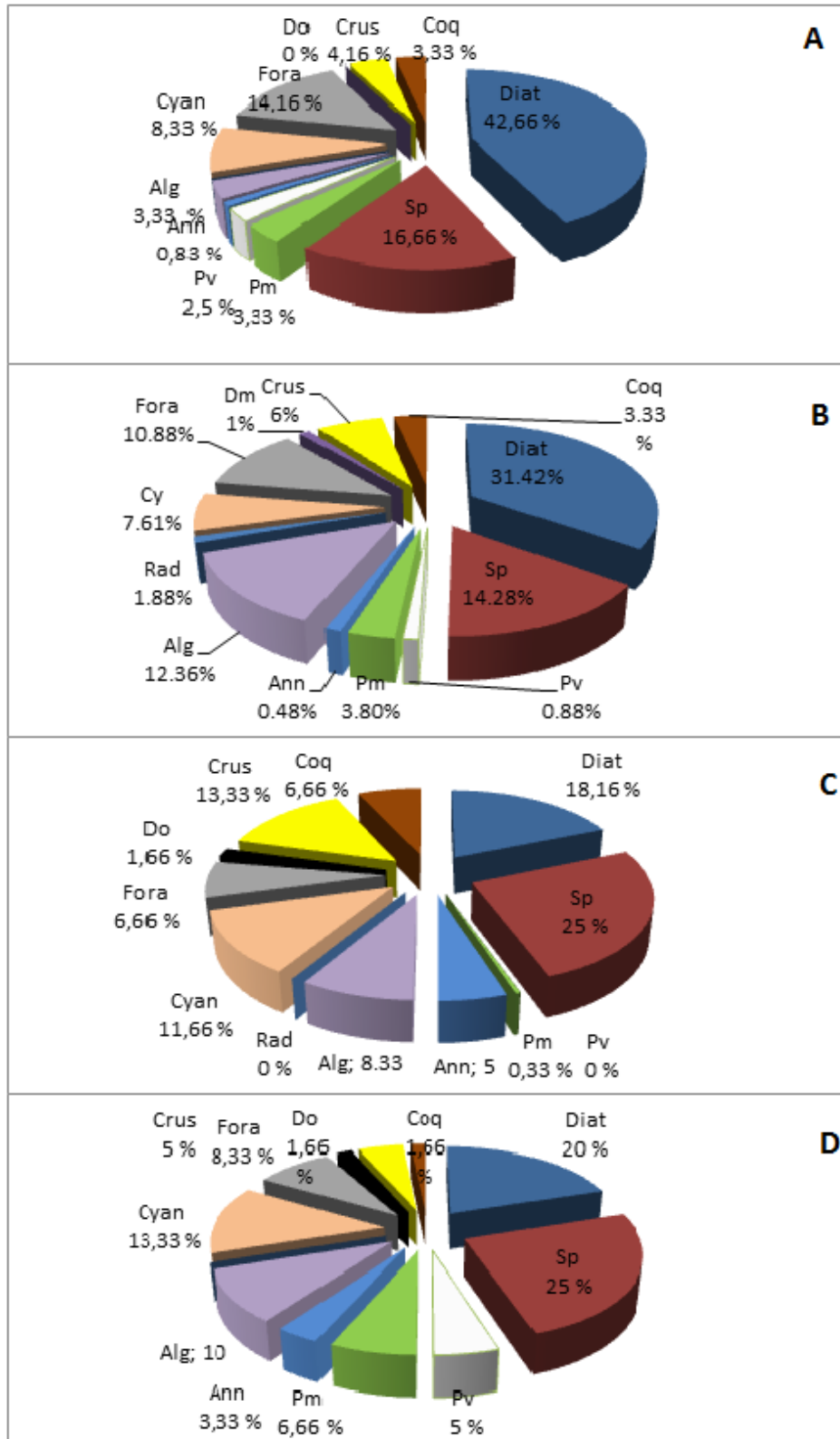
Les algues macrophytes et les cyanophycées ne sont représentées que par des faibles pourcentages chez l'ensemble des espèces étudiées (Fig. 15). Entre ces deux sources trophiques, ce sont les algues macrophytes qui sont les préférées, mis à part pour *H. poli* qui la rejette (Fig. 16).

La fraction animale est présentée essentiellement par les foraminifères chez les deux espèces *H. poli* et *H. tubulosa* avec respectivement 14.66% et 10.88% ; l'indice d'électivité de ce type d'aliment est supérieur à zéro chez ces deux espèces ce qui démontre une certaine préférence (Fig. 15 et 16). *H. forskali* et *H. sanctori* n'ont pas de préférence pour les foraminifères, du moment que la proportion de cet aliment est faible (6.6% et 8.33% respectivement pour *H. forskali* et *H. sanctori*). Les spicules d'éponge sont largement représenté dans le tube digestif des holothuries étudiées ; mais selon l'indice d'Ivlev, ce sont uniquement *H. forskali* et *H. sanctori* qui préfèrent cet aliment (Fig. 15 et 16).

Les crustacés sont représentés avec des pourcentages 4,16%, 6%, 13,33% et 5% respectivement *H. poli*, *H. tubulosa*, *H. forskali* et *H. sanctori* ; mais si on réfère à l'indice d'électivité, on remarque que c'est uniquement l'espèce *H. forskali* qui a une préférence pour cet aliment (Fig. 15 et 16). Les annélides constituent la plus préférée des sources trophiques et cela malgré qu'elles soient représentées que par de très faible proportion dans le tube digestif

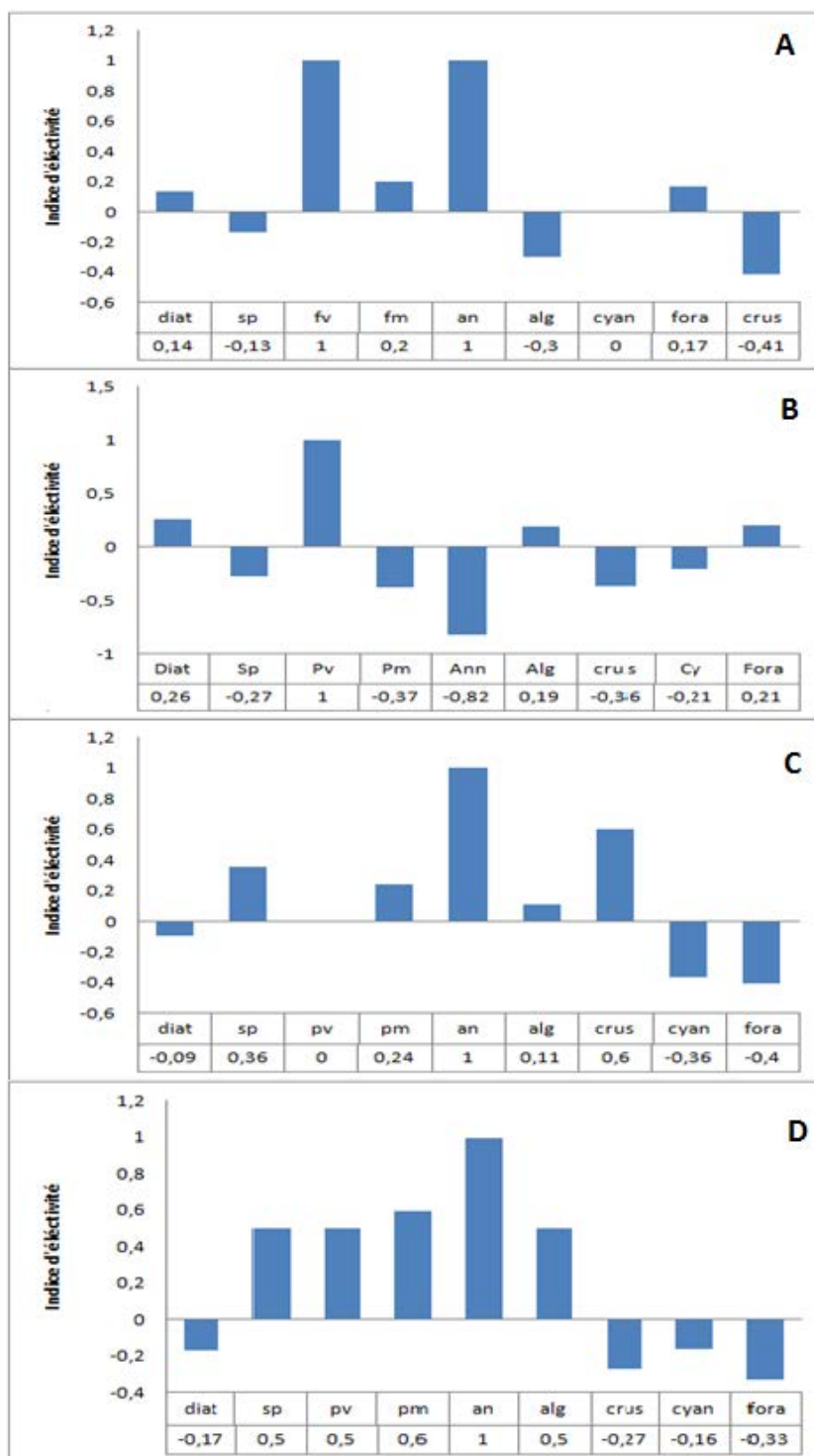
discussion

de la majorité des holothuries (0.48%, 5% et 3.33% respectivement chez *H. tubulosa*, *H. forskali* et *H. sanctori*) (Fig. 15 et 16).



discussion

**Figure 15 :** Pourcentage des différentes sources alimentaires dans les contenus digestifs des holothuries du site Salamandre pour la saison d'été. *H. poli* (A) ; *H. tubulosa* (B) ; *H. forskali* (C) et *H. sanctori* (D).



---

**Figure 16 :** Indice d'Electivité d'Ivlev indiquant la préférence ou le rejet d'une source alimentaire dans l'alimentation des holothuries du site de Salamandre durant la saison d'été. *H. poli* (A) ; *H. tubulosa* (B) ; *H. forskali* (C) et *H. sanctori* (D).

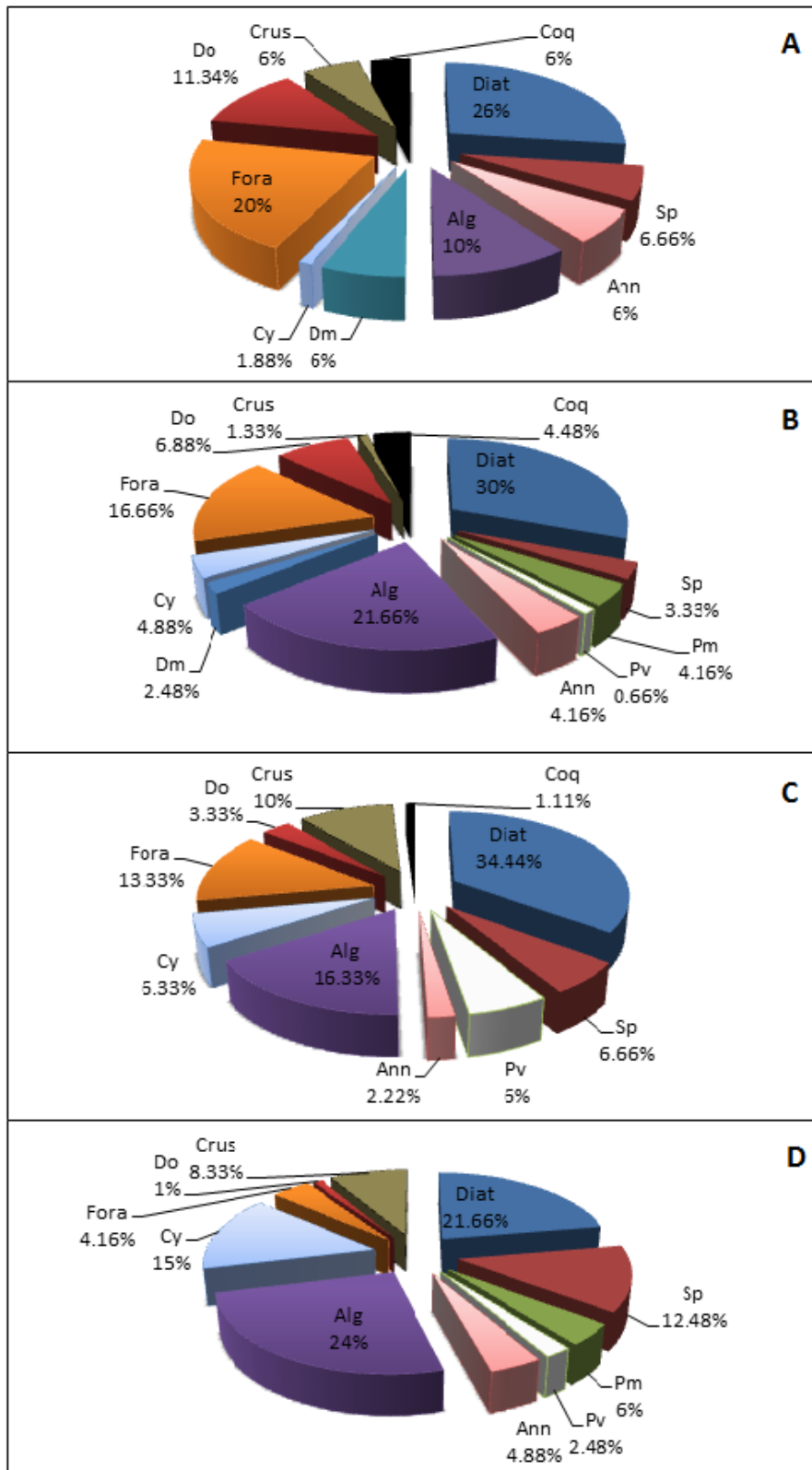
## I.2. Régime alimentaire des holothuries en période automnale

### A. Site de Stidia

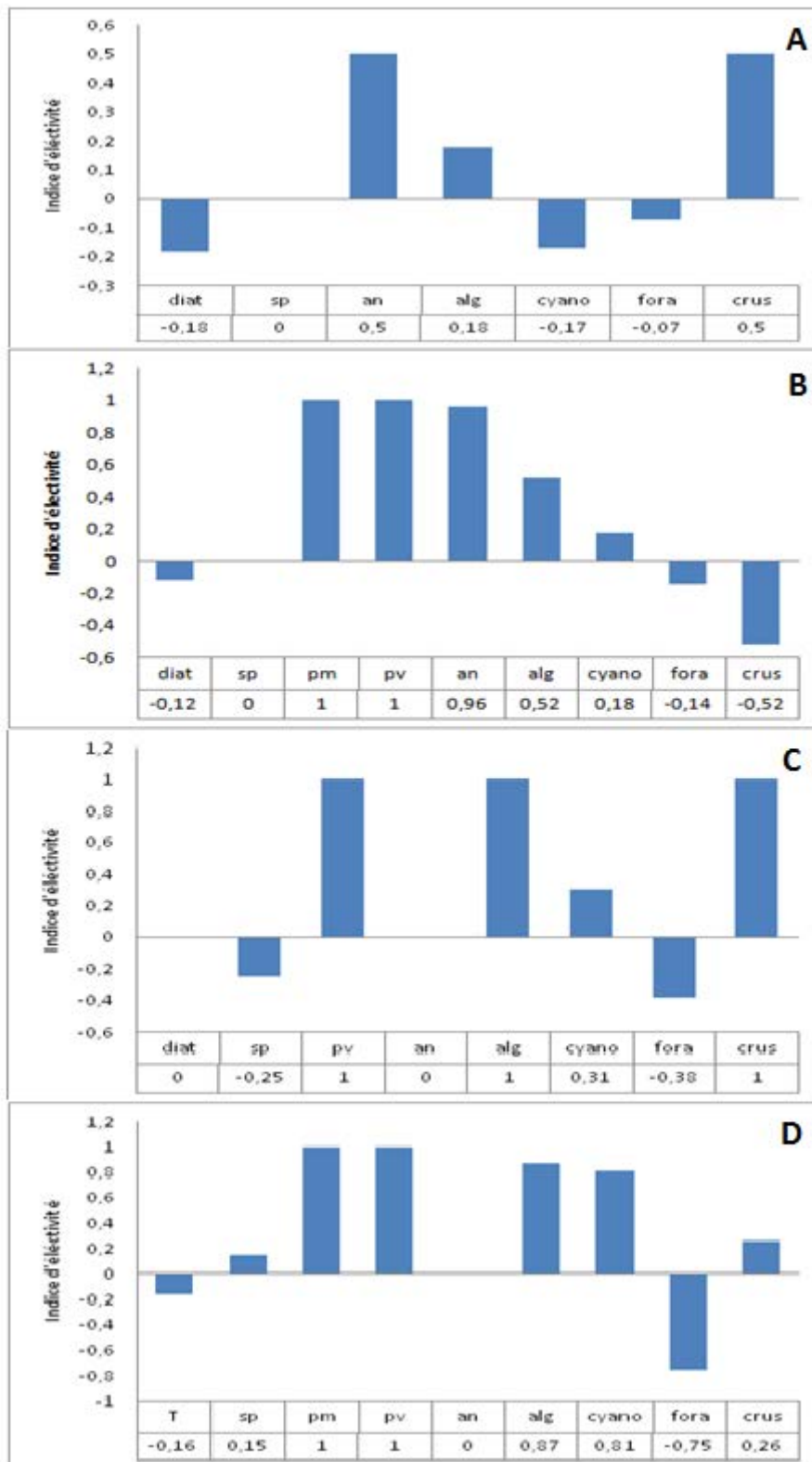
Les résultats après l'analyse du contenu digestif des quatre espèces d'holothuries, démontre que pour la fraction végétale ; c'est les diatomées qui dominent avec des pourcentages importants de 26%, 30%, 34.44%, 21.66% respectivement pour *H. poli*, *H. tubulosa*, *H. forskali* et *H. sanctori* (Fig. 17) ; seulement l'indice d'électivité pour cette source alimentaire est légèrement négatif chez l'ensemble des espèces (Fig. 18). Les résultats obtenues lors de ce travail démontrent que pour la saison automnale, les algues macrophytes constituent une source trophique assez importantes chez l'ensemble des espèces (10%, 21.66%, 16.33% et 24% respectivement chez *H. poli*, *H. tubulosa*, *H. forskali* et *H. sanctori*) ; toutes les espèces sélectionnent cet aliment, à leurs tête *H. forskali* et *H. sanctori* (Fig. 18).

Les feuilles de posidonie vivantes et mortes ne sont consommées que par les deux espèces *H. tubulosa* et *H. sanctori* avec respectivement 4.16% et 6% pour les feuilles mortes et 0.66%, 2.48% pour les feuilles vivantes (Fig. 17). *H. forskali* consomme uniquement les feuilles vivantes de posidonie avec un pourcentage de 6% ; tandis que cette source trophique n'est pas présente dans le contenu digestif de l'espèce *H. poli* en cette période de l'année. (Fig. 17). Les feuilles de posidonie (vivante et mortes), constituent un aliment de choix chez *H. tubulosa*, *H. forskali* et *H. sanctori*, du moment qu'elles présentent l'indice d'électivité d'Ivlev le plus important en cette saison automnale (Fig. 18).

discussion



**Figure 17 :** Pourcentage des différentes sources alimentaires dans les contenus digestifs des holothuries du site Stidia pour la saison d'automne. *H. poli* (A) ; *H. tubulosa* (B) ; *H. forskali* (C) et *H. sanctori* (D).



---

**Figure 18 :** Indice d'Electivité d'Ivlev indiquant la préférence ou le rejet d'une source alimentaire dans l'alimentation des holothuries du site de Stidia durant la saison d'automne. *H. poli* (A) ; *H. tubulosa* (B) ; *H. forskali* (C) et *H. sanctori* (D).

*H. poli*, *H. tubulosa* et *H. forskali* ne consomment les cyanophycées qu'avec de faible proportions (1.88%, 4.88% et 6.33%); contrairement à l'espèce *H. sanctori* qui en consomment beaucoup plus (15%) (Fig. 17). L'indice d'Ivlev nous indique que mis à part *H. poli*, toutes les espèces d'holothuries sélectionnent les cyanophycées dans leurs alimentation et que *H. sanctori* est celle qui préfère le plus cet aliment (Indice d'Ivlev = 0.81) (Fig. 18).

La fraction animale est représentée par les annélides qui sont consommées par les quatre espèces d'holothuries avec de faible proportions (6%, 4%, 2.22% et 4.88% respectivement chez *H. poli*, *H. tubulosa*, *H. forskali* et *H. sanctori*) (Fig. 17), mais c'est *H. poli* et *H. tubulosa* qui la préfère, si on se réfère à l'indice d'Ivlev (0.5 et 0.96 respectivement chez *H. poli* et *H. tubulosa*) (Fig. 18). Les crustacés sont également présent dans le contenu digestif des espèces d'holothuries étudiées et ceci avec des proportions de 6%, 1.33%, 10% et 8.33% respectivement chez *H. poli*, *H. tubulosa*, *H. forskali* et *H. sanctori* (Fig. 17). Toutes ces espèces consomment de manière préférentielle cet aliment, mis à part *H. poli* (Fig. 18). De faible proportions ont été obtenues pour les spicules d'éponge, ceci chez les espèces *H. poli* et *H. tubulosa*; contrairement aux foraminifères qui sont consommées avec d'importantes proportions chez les espèces *H. poli* (20%), *H. tubulosa* (16.66%), *H. forskali* (13.33%) (Fig. 17). On remarque les foraminifères ne sont consommées qu'avec de faible proportions par l'espèce *H. sanctori* et que toutes les espèces ne sélectionnent pas cette source trophique dans leurs alimentation, compte tenu que l'indice d'Ivlev est négatif (Fig. 17 et 18).

## B. Site de Salamandre

---

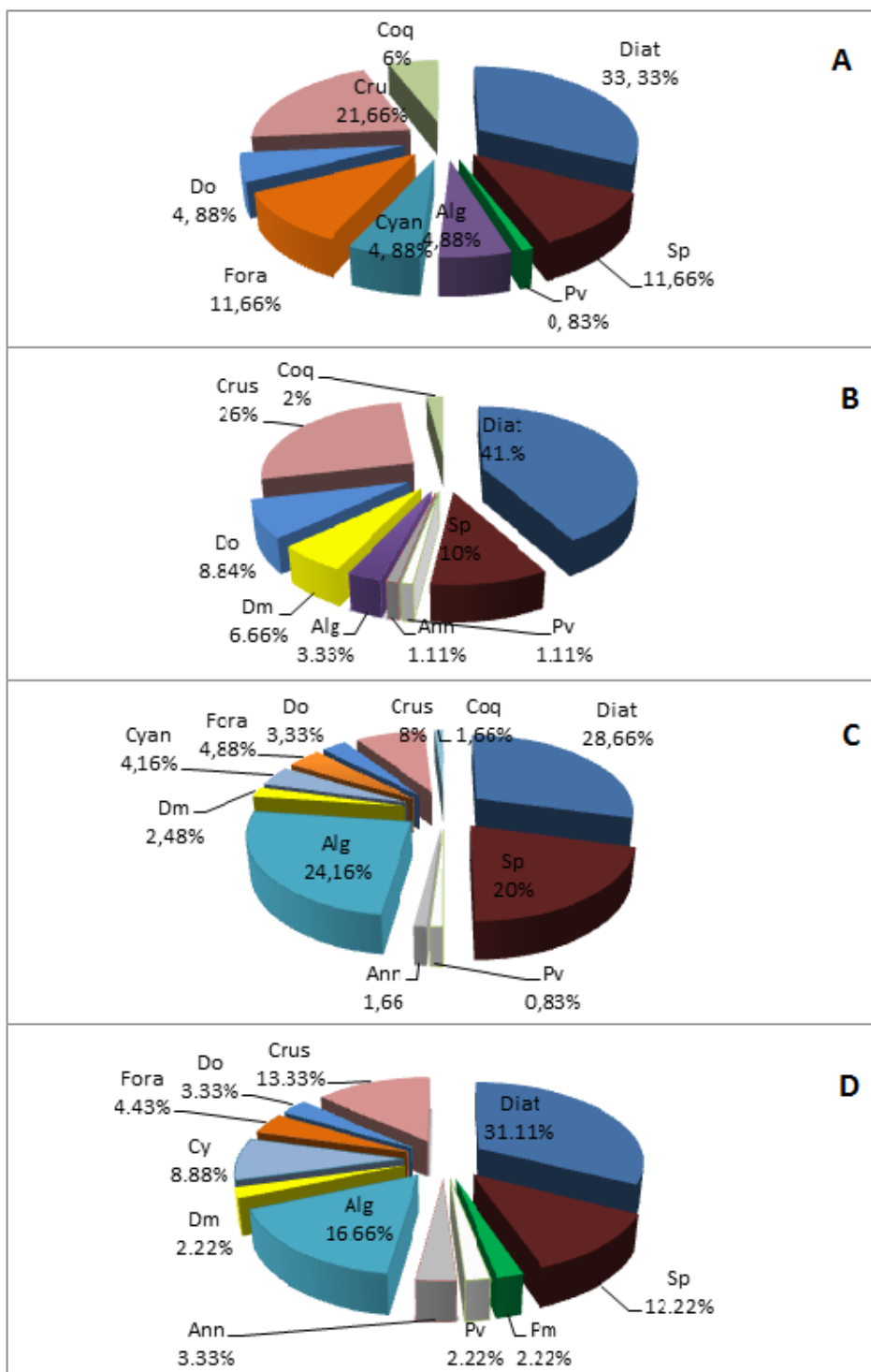
Au niveau de site salamandre les diatomées sont consommées par l'ensemble des espèces (33,33%, 41%, 28,66% et 31,11% respectivement chez *H. poli*, *H. tubulosa*, *H. forskali* et *H. sanctori*) (Fig. 19). L'indice d'électivité obtenu chez *H. forskali* et *H. sanctori* est négative et très faible chez les espèces *H. poli* et *H. tubulosa*, ce qui démontrent que les diatomées n'est pas trop préférés en cette période de l'année (Fig. 20). Les cyanophycées ne sont pas très consommées par l'ensemble des holothuries étudiées et leurs indice d'électivité est pour la plupart négative (Fig. 19 et 20), ce qui mène à dire que cette source trophique n'est pas appréciée en automne par les holothuries, excepté *H. sanctori*.

On constate que les feuilles de posidonie vivantes sont présentent dans le tube digestif de toutes les espèces d'holothuries, ceci avec des proportions de 0.83%, 1.11%, 0.83% et 2.22% respectivement chez *H. poli*, *H. tubulosa*, *H. forskali* et *H. sanctori* (Fig. 19) ; mais malgré ces faible pourcentage, les feuilles vivantes de cette phanérogame marine présentent l'indice d'électivité le plus important (indice d'Ivlev = 1) (Fig. 20), ce qui démontre les holothuries apprécient ce type d'aliment. Les feuilles morte de posidonie n'est présente que dans le tube digestif de *H. sanctori*, ceci avec une proportion de 2.22% et avec un indice d'électivité très important (Fig. 19 et 20). Les algues macrophytes constituent un aliment de choix pour les espèces *H. forskali* et *H. sanctori*, du moment que cette ressource contribue avec des pourcentages de 24.16% et 16.66% dans leurs régime alimentaire et qu'elles présentent des indices d'Ivlev important (Fig. 19 et 20) ; contrairement à *H. poli* et *H. tubulosa* ou les algues contribuent respectivement avec des pourcentages de 4.88% et 3.33% (Fig. 19).

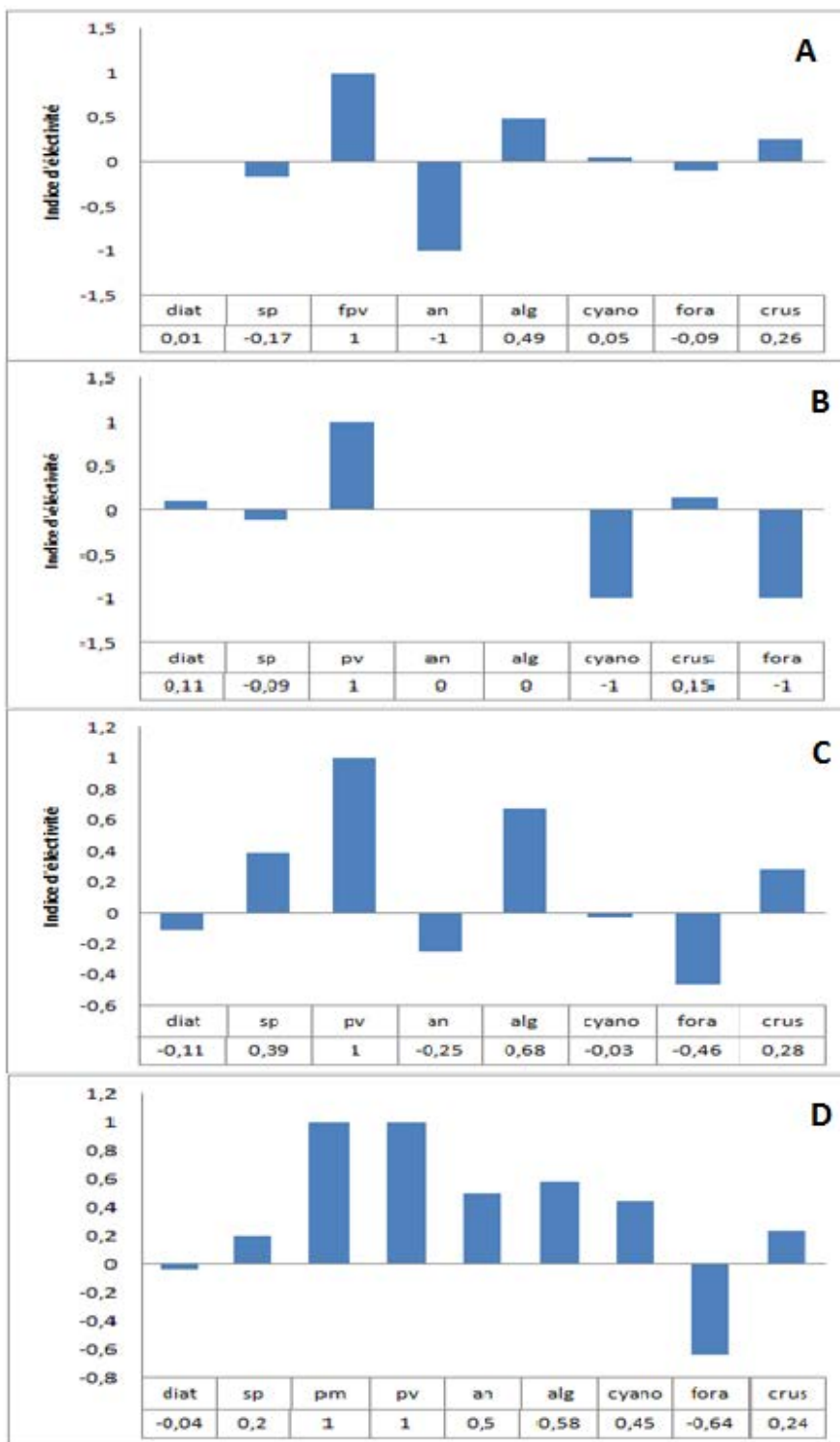
Les crustacées est la fraction animale qui contribuent le plus dans le régime alimentaire de l'ensemble des holothuries étudiées (21.66%, 26%, 8% et 13.33% respectivement chez *H.*

discussion

*poli*, *H. tubulosa*, *H. forskali* et *H. sanctori*) (Fig. 19); cette source alimentaire est consommée de manière préférentielle (Fig. 20).



**Figure 19 :** Pourcentage des différentes sources alimentaires dans les contenus digestifs des holothuries du site Salamandre pour la saison d'automne. *H. poli* (A) ; *H. tubulosa* (B) ; *H. forskali* (C) et *H. sanctori* (D).



**Figure 20 :** Indice d'Electivité d'Ivlev indiquant la préférence ou le rejet d'une source alimentaire dans l'alimentation des holothuries du site de Salamandre durant la saison d'automne. *H. poli* (A) ; *H. tubulosa* (B) ; *H. forskali* (C) et *H. sanctori* (D).

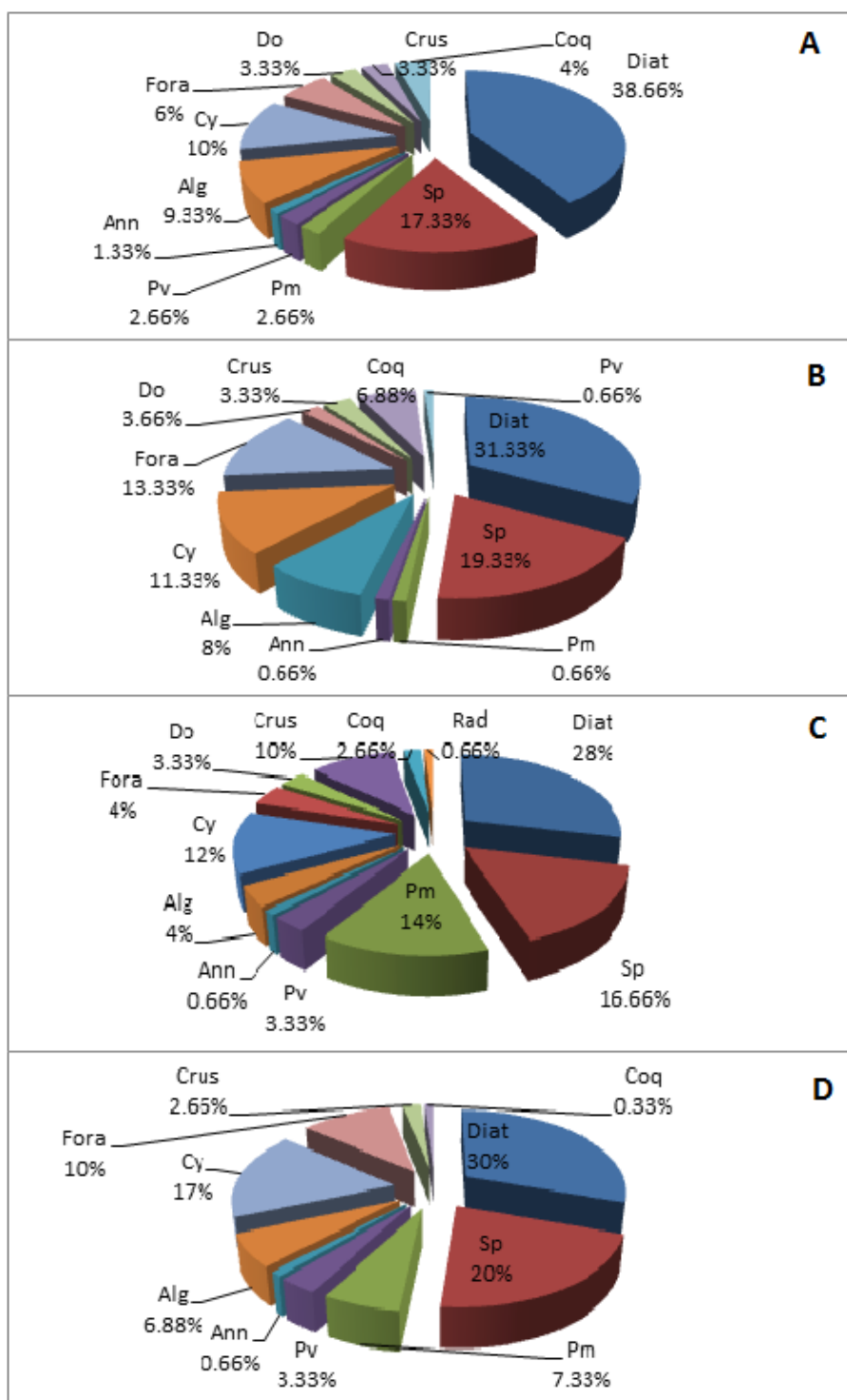
### I.3. Régime alimentaire des holothuries en période hivernal

#### A. Site de Stidia

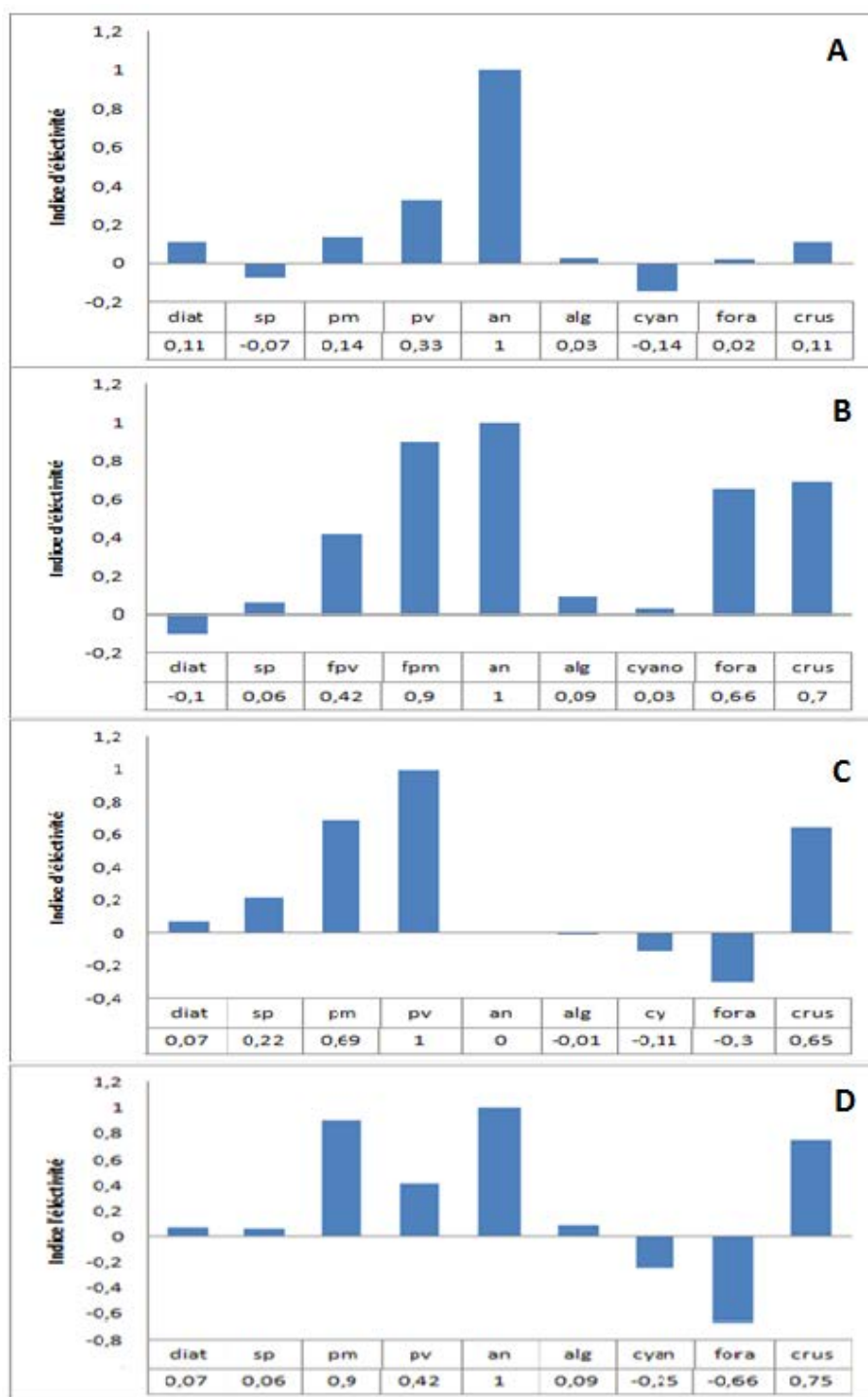
Les résultats obtenus en cette saison hivernal, démontrent une grande consommation des diatomées par l'ensemble des holothuries ; la plus grande proportion est obtenue chez *H. poli* avec 38.66%, suivie par *H. tubulosa* avec 31.33%, *H. sanctori* 30% et *H. forskali* avec 28% (Fig. 21). Selon l'indice d'électivité d'Ivlev, cette source trophique est sélectionnée par la majorité des espèces d'holothuries (Fig. 22). Les pourcentages des algues macrophytes retrouvée dans le contenu digestif sont faibles chez toutes les espèces d'holothuries étudiées ; contrairement au pourcentage des cyanophycées qui est largement supérieur (10%, 11.33%, 12% et 17% respectivement chez *H. poli*, *H. tubulosa*, *H. forskali* et *H. sanctori*) (Fig. 21).

Les feuilles de posidonie qu'elles soient mortes ou vivantes, ne sont consommées qu'avec de faibles proportions par l'ensemble des espèces d'holothuries (2.66%, 0.66%, 3.33% et 3.33% respectivement chez *H. poli*, *H. tubulosa*, *H. forskali* et *H. sanctori* pour les feuilles vivantes et 2.66%, 0.66%, 14% et 7.33% respectivement chez *H. poli*, *H. tubulosa*, *H. forskali* et *H. sanctori* pour les feuilles mortes) (Fig. 21). Toutes les espèces d'holothuries exercent une certaine sélectivité vis-à-vis des feuilles de posidonie, qu'elles soient morte ou vivante ; les plus importants indices d'électivité sont obtenues chez *H. forskali* et *H. sanctori* (Fig. 22).

La fraction animale est représentée par les annélides, les crustacées et les foraminifères, avec de très faible proportions (Fig. 21). Ce sont les annélides et les foraminifères qui sont les plus appréciées (Fig. 22). Les spicules d'éponge sont également très consommés par toutes les espèces d'holothuries ; ceci de manière préférentielle (Fig. 21 et 22).



**Figure 21 :** Pourcentage des différentes sources alimentaires dans les contenus digestifs des holothuries du site Stidia pour la saison d’hiver. *H. poli* (A) ; *H. tubulosa* (B) ; *H. forskali* (C) et *H. sanctori* (D).



**Figure 22 :** Indice d'Electivité d'Ivlev indiquant la préférence ou le rejet d'une source alimentaire dans l'alimentation des holothuries du site de Stidia durant la saison d'hiver. *H. poli* (A) ; *H. tubulosa* (B) ; *H. forskali* (C) et *H. sanctori* (D).

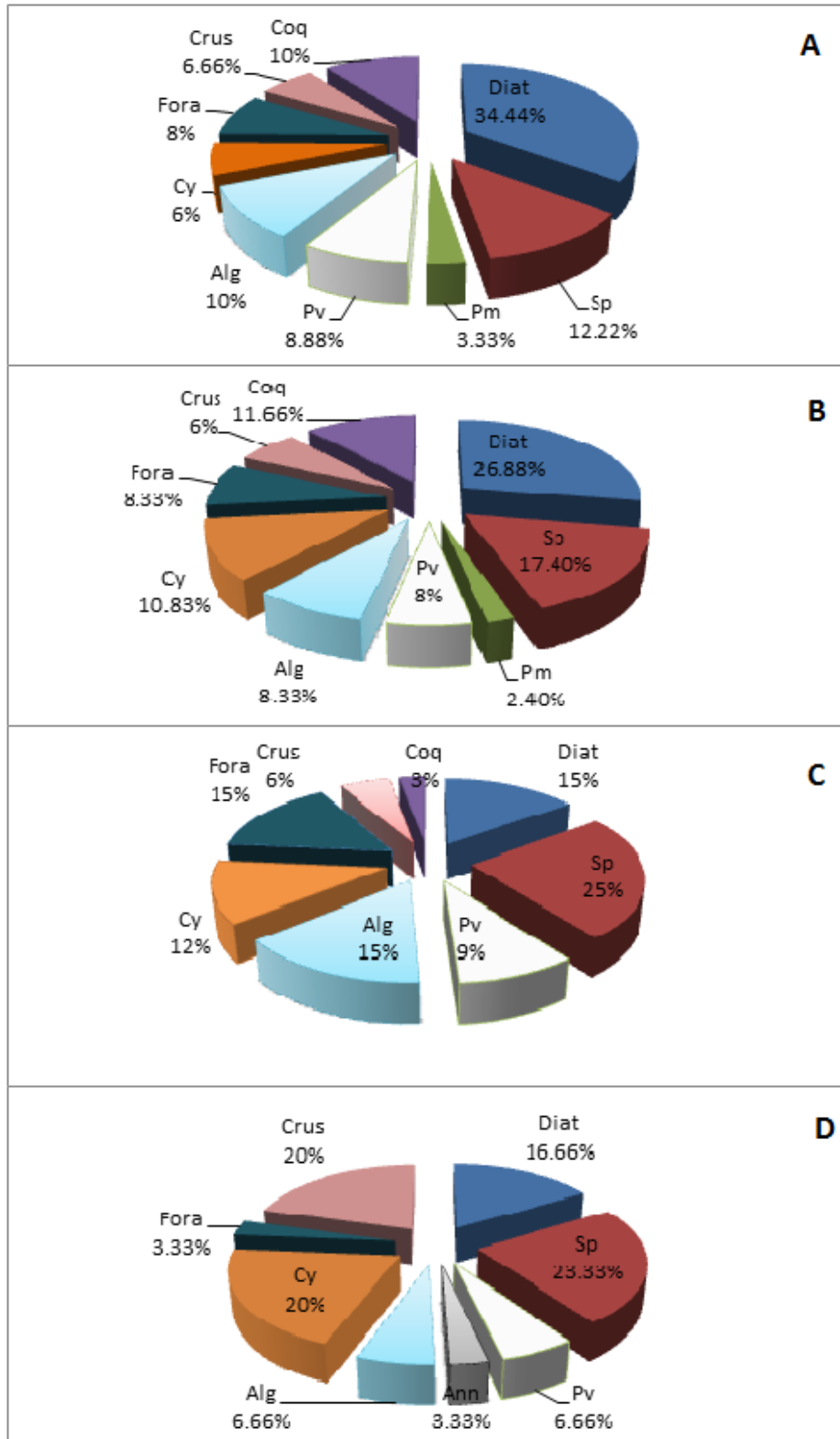
## B. Site de Salamandre

Les résultats obtenus montrent que les plus fortes proportions sont représentées par les diatomées, avec 34.44% pour *H. poli*, 26.88% pour *H. tubulosa*, 15% pour *H. forskali* et 16.66% pour *H. sanctori* (Fig. 23) ; mais si on se réfère à l'indice d'électivité ces espèces sont rejetées en cette période de l'année (Fig. 24). Les feuilles de posidonie (mortes et vivantes) sont présentes dans le contenu digestif de toutes les espèces avec des pourcentages compris entre 6.66% et 9% pour les feuilles vivantes et entre 2.40% et 33.33% pour les feuilles mortes (Fig. 23). Il est à signaler que les feuilles morte ne sont consommées que par les espèces *H. poli* et *H. tubulosa* et que *H. forskali* et *H. sanctori* sont les espèces qui préfèrent le plus les feuilles de posidonie vivantes en cette saison hivernale (Fig. 23 et 24).

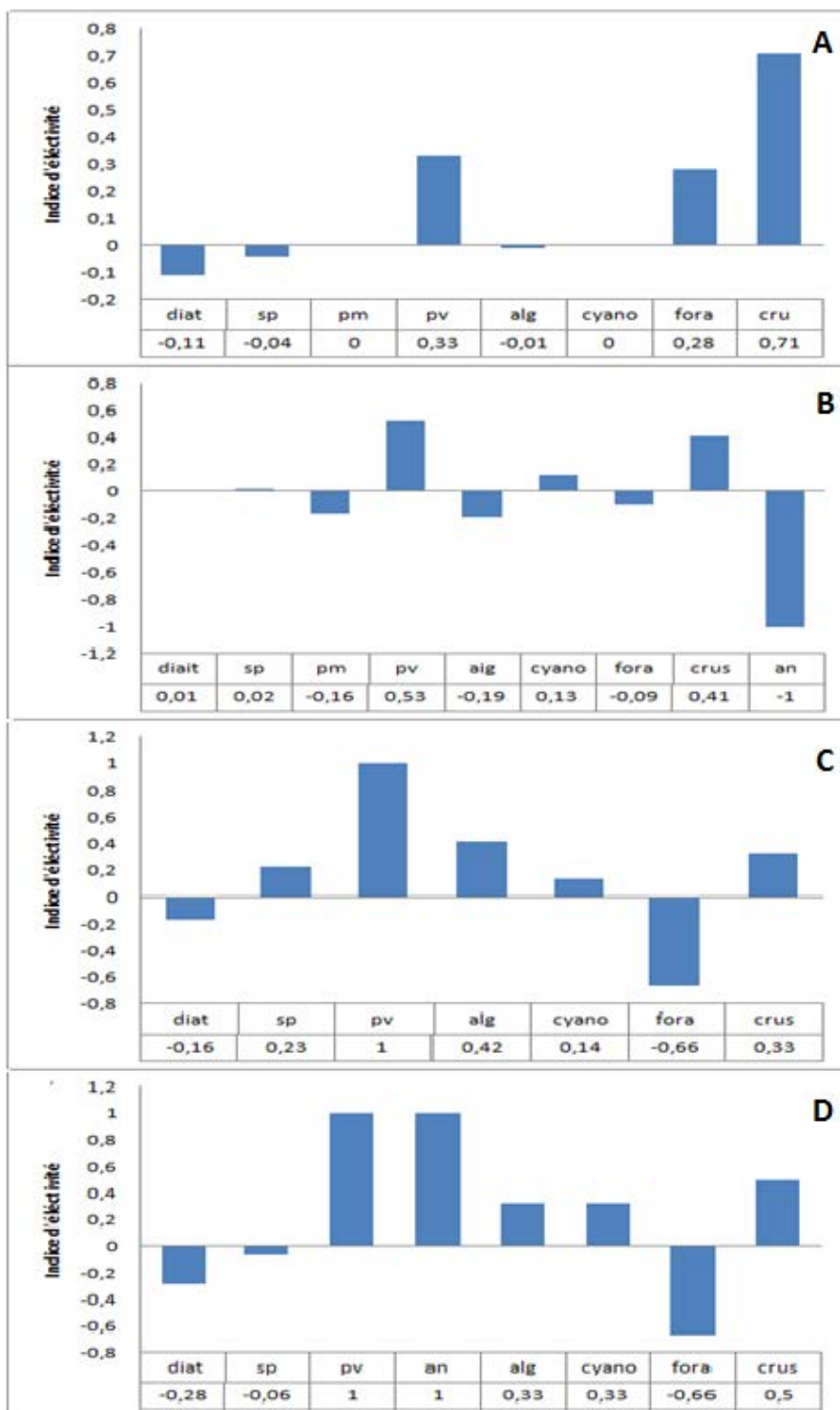
Les pourcentages des algues macrophytes retrouvée dans le contenu digestif sont 10%, 8,33%, 15% et 6,66% respectivement chez les espèces *H. poli*, *H. tubulosa*, *H. forskali* et *H. sanctori*, mais cette source trophique n'est préférée que par *H. forskali* et *H. sanctori* (Fig. 23 et 24). Les cyanophycées sont appréciées par les quatre espèces d'holothuries, mais la plus forte proportion est obtenue chez *H. sanctori* avec 20% et un indice d'électivité de 0,33 (Fig. 24).

La fraction animale est représentée par les foraminifères avec des pourcentages moyens chez les quatre espèces holothuries étudiées, mais ils constituent une source trophique qui n'est pas vraiment appréciée (Fig. 23 et 24). Les crustacés sont consommés de manière préférentielle par les quatre espèces holothuries et la plus forte proportion est obtenue chez *H. sanctori* avec 20% et indice d'électivité de 0,5 (Fig. 23 et 24). Les spicules d'éponges sont consommées par l'ensemble des espèces d'holothuries (12.22%, 17.40%, 25% et 23.33%

respectivement chez *H. poli*, *H. tubulosa*, *H. forskali* et *H. sanctori*); mais ne sont préférés que par *H. tubulosa* et *H. forskali* (Fig. 23 et 24).



**Figure 23 :** Pourcentage des différentes sources alimentaires dans les contenus digestifs des holothuries du site Salamandre pour la saison d’hiver. *H. poli* (A) ; *H. tubulosa* (B) ; *H. forskali* (C) et *H. sanctori* (D).



---

**Figure 24 :** Indice d'Electivité d'Ivlev indiquant la préférence ou le rejet d'une source alimentaire dans l'alimentation des holothuries du site de Salamandre durant la saison d'hiver. *H. poli* (A) ; *H. tubulosa* (B) ; *H. forskali* (C) et *H. sanctori* (D).

A partir des résultats obtenus, on constate que les holothuries étudiées sont attirées par les algues macrophytes, les cyanophycées, les diatomées et les feuilles de posidonie vivantes en automne et en hiver. En été, ce sont plutôt les feuilles de posidonie mortes et les foraminifères qui sont appréciées. La tendance à se pencher pour les diatomées en saison froide et pour les feuilles de posidonies mortes en période estivale a été également signalée par Sonnenholzner, (2003), Bouslama et Habib, (2015) et Benaïed et Senhadji, (2016). Les températures élevées en été favorisent une forte activité microbiennes, qui à son tour dégrade les feuilles de posidonie morte et les rend plus palatable pour les consommateurs. La contribution des foraminifères dans le contenu digestif des holothuries est importante ; Bakus, (1973) considère les foraminifères comme l'une des sources principales de nourriture pour les holothuries. Les crustacées, les annélides sont consommées par toutes les espèces et ceci le long de toutes les saisons d'étude. Selon Lawrence, (1975) et Nedelec, (1982) ; le facteur saisonnier et parfois prépondérant pour la variabilité du régime alimentaire.



# Conclusion

Le présent travail nous a permis de définir le régime alimentaire de quelques espèces holothuries aspidochirotés (*H. poli*, *H. tubulosa*, *H. forskali* et *H. sanctori*), de l'herbier de Posidonie ; provenant de deux sites différents (Stidia et Salamandre) et à différentes périodes de l'année (été, automne et hiver).

Afin de satisfaire leurs besoins en énergie, les holothuries étudiées exploitent différentes sources trophiques réparties en deux grandes fractions. La première fraction est composée de végétaux, représentées majoritairement par les diatomées et les cyanophycées et à moindre mesure, les algues macrophytes et les feuilles de posidonie (vivantes et mortes). La seconde fraction est celle des animaux, qui sont à leur tour représentée par les foraminifères, les crustacées, les spicules d'éponge et les annélides.

La contribution de chaque type d'aliment présente une différence entre les saisons et même entre les espèces. Les foraminifères sont très consommés toute au long des trois saisons d'études par *H. poli* et *H. tubulosa* des deux sites ; alors que cette source est rejetée par *H. forskali* et *H. sanctori*. Les crustacées et les annélides constituent également des sources trophiques qui sont consommées par toutes les espèces et pendant toutes les saisons d'étude ; quoique c'est en automne et en hiver que les holothuries préfèrent un peu plus ces types d'aliments. Les annélides sont les plus faiblement représentés dans le contenu digestif des holothuries. Les plus fortes proportions de spicules d'éponge dans le tube digestif de l'ensemble des espèces d'holothuries, sont retrouvées en période hivernale ; ce type d'aliment est un peu plus préféré par les deux espèces *H. forskali* et *H. sanctori*.

Les feuilles (mortes et vivantes) de posidonie ne sont que très faiblement consommées par l'ensemble des holothuries des deux sites ; la plus forte proportion (14% de feuilles vivantes) est obtenue chez *H. forskali* en période hivernale. Malgré ces faibles proportions, les feuilles (vivantes et mortes) de posidonie sont très appréciées du moment qu'elles présentent

un indice d'électivité qui est très important chez l'ensemble des espèces. Les feuilles mortes de posidonie sont consommées de manière préférentielle en période estivale par la majorité des espèces des deux sites d'études ; tandis que les feuilles vivantes de cette plante marine sont préférées en période hivernale, avec la plus forte proportion obtenue chez *H. forskali* avec 9%. Les hautes températures estivale favorisent une forte activité microbienne, qui à son tours induit une bonne dégradation des feuilles morte de posidonie, ce qui les rendent palatable pour les holothuries.

C'est en automne que les algues macrophytes sont appréciées par l'ensemble des holothuries ; *H. forskali* et *H. sanctori* sont les deux espèces qui la préfèrent le plus. Les cyanophycées représentent une source trophique qui est relativement très consommée en période hivernale et automnale. Les diatomées constituent la source alimentaire la plus largement représentée dans le contenu digestif de toutes les espèces d'holothuries étudiées, ceci en automne. Seulement cette source n'est que faiblement appréciées par *H. forskali* et *H. sanctori* ; tandis que *H. poli* exerce une certaine sélectivité envers cette source en saison estivale. Le régime alimentaire chez l'ensemble des espèces d'holothuries ne présente pas de différence entre les deux sites de Salamandre et de Stidia.

On peut dire que les holothuries étudiées lors de ce travail, peuvent avoir un impact positif sur le transfert de la matière organique produite par la posidonie vers les maillons supérieurs ; à partir du moment que les feuilles (mortes et vivantes) de cette plante marine, constitue un aliment qui est constamment retrouvé dans leurs tube digestif. Cela dit, des études plus approfondies sont nécessaire afin d'avoir une idée claire sur le régime alimentaire des holothuries aspidochirotes de l'herbier de posidonie.

## **I. Les Echinodermes**

Les Échinodermes (du grec echinos = hérisson ou épine, et derma = peau), qui tous habitent la mer, où on les trouve par tout le globe, aussi bien à la côte qu'au large et dans les plus grands fonds, forment un vaste phylum du règne animal, que l'on peut caractériser comme il suit : animaux à symétrie rayonnée (le plus souvent pentaradiée), caractérisés par l'existence d'une peau nettement distincte des organes sous-jacents, souvent pourvue de pointes ou d'épines fixes ou mobiles, et soutenue souvent aussi par une sorte de squelette intérieur ; cette peau possède toujours un nombre plus ou moins considérable de prolongements en forme de tentacules et servant à la fois à la locomotion et à la respiration. Le corps des échinodermes présente toujours une cavité viscérale, où sont renfermés l'appareil digestif et les principaux organes de circulation, de respiration et de reproduction.

Les Échinodermes constituent l'un des groupes les plus isolés du règne animal. Pendant longtemps, les zoologistes, frappés surtout de leur symétrie rayonnée, les réunirent dans un même embranchement avec les Cnidaires, sous le nom des Rayonnés. Leuckart montra que leur organisation interne, très particulière, permettait d'en faire un groupe parfaitement autonome, et cette manière de voir a été adoptée par tous les naturalistes.

## **II. Les holothuries**

### **II.1. Généralités**

Les holothuries ou concombres de mer constituent avec les oursins, les étoiles de mer, les siphonaires et les crinoïdes l'embranchement des échinodermes. Ces animaux marins se trouvent dans de nombreux biotopes à toutes les latitudes, des zones intertidales aux plus grandes profondeurs. Elles sont généralement benthiques à l'exception de certaines Elapodes 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 (Conand, 1994).

Ces animaux marins ont une symétrie pentaradiée (d'ordre 5) parfois masquée par une symétrie bilatérale, possédant un squelette intradermique formé de nombreuses plaques ou spicules calcaires. Ils présentent un 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 (Meglitsch, 1975).

Les recherches menées actuellement sur les holothuries portent plus particulièrement sur la taxonomie, l'anatomie fonctionnelle et l'écologie des espèces, comme en témoignent les ouvrages récents et les Actes des congrès internationaux sur les échinodermes: *Echinoderm Research* (De Ridder *et al.*, 1990), *Biology of Echinodermata* (Yanagisawa *et al.*, 1991), *Echinoderm Research 1991* (Scalera-Liaci et Canicatti, 1992).

## II.2. Taxonomie

La classe des Holothurides compte plus de 1250 espèces réparties en 6 ordres (Dendrochirotes, Dactylochirotes, Aspidochirotes, Elapodides, Apodides et Molpadiides), qui selon Hendler *et al.*, (1995) se distinguent d'après :

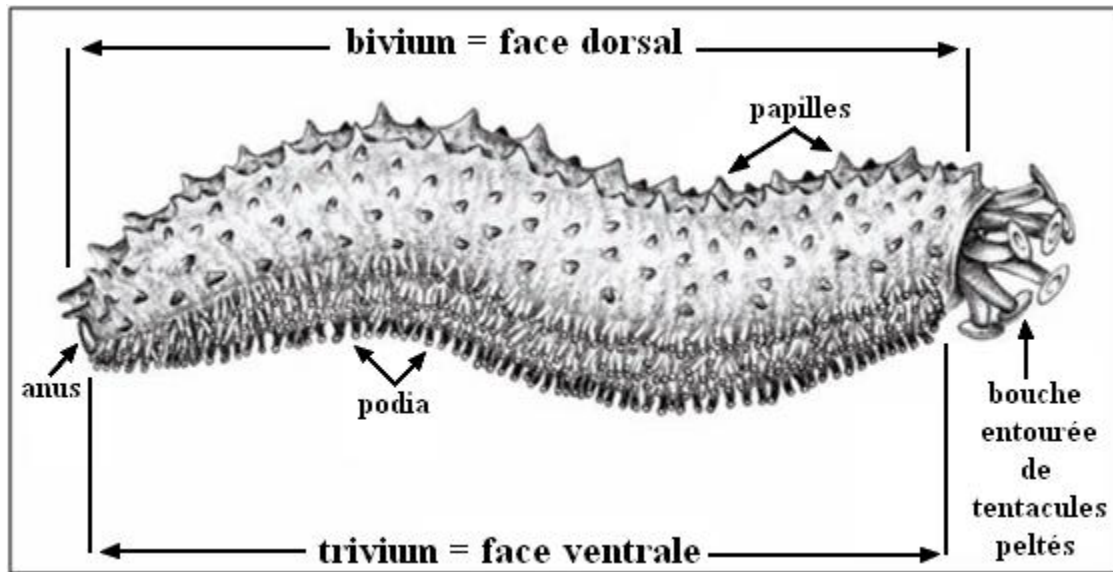
- La présence ou l'absence des pieds ambulacraires,
- La forme des tentacules buccaux (digités, dendritiques, pennés ou en forme de pelle),
- La présence ou l'absence de muscles rétracteurs oraux, d'arbres respiratoires et de tubes de Cuvier.

### II.3. Morphologie

Les holothuries sont généralement cylindriques, prismatique, 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 masqué par la disposition de 5 zones radiales ou ambulacraires alternant avec 5 zones interradiales ou interambulacraires qui s'étendent initialement de la bouche à l'anus (Tortonese et Valon, 1957).

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 ; la bouche et l'anus sont terminaux ou subterminaux sur la face dorsale ou ventrale (Tortonese et Vadon, 1987).

Une couronne de 10 à 30 tentacules buccal, de taille égale, est disposé en un seul cercle autour de la bouche ; ils ont une forme de bouclier ou de parapluie (avec une rosette de lobes à leur extrémités) 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 modifiées 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 (Fig. 1). Les podia dorsaux sont souvent coniques, sans ventouse, et sont alors appelés papilles ; tandis que le tégument est souvent épais et dur, la forme des spicules dermiques est très variables et peut être utilisée comme caractère de détermination spécifique (Tortonese et Vadon, 1987).



**Figure 1** : Morphologie d'une holothurie aspidochirote (d'après Samynet *al.*, 2006).

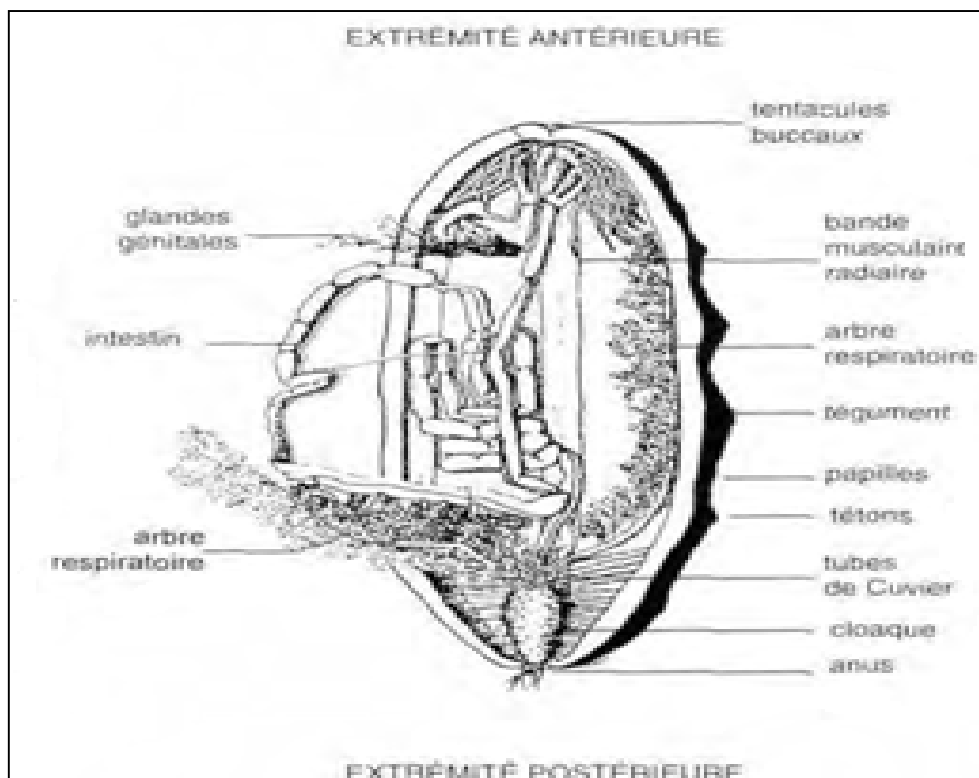
#### II.4. Anatomie

L'anatomie est présentée sommairement par une dissection de *Holothuria nobilis* (Fig. 2). La paroi du corps, comprend un épiderme qui n'est pas nettement délimité du derme lâche sous-jacent au-dessous, le derme plus dense est constitué de tissu conjonctif fibreux dans lequel sont disséminés les spicules, des pigments, des cœlomocytes et un plexus nerveux. Les descriptions d'espèces sont basées sur la forme, la distribution et l'abondance des spicules dans le tégument dorsal et ventral, les papilles, les podias et les tentacules.

Le squelette interne comprend aussi la couronne calcaire péri pharyngienne, organe en partie homologue de la lanterne d'Aristote des oursins. Sur cet anneau, formé de pièces calcaires de taille et de formes variables suivant les espèces, sont insérées cinq bandes musculaires longitudinales. Leur contraction permet de rétracter les tentacules buccaux dans la bouche sous la membrane buccale. Les Aspidochirotés sont généralement des détritivores qui utilisent leurs tentacules pour collecter leur nourriture sur le substrat meuble ou dur. Celle-ci passe ensuite dans un long tube digestif tubulaire qui débute par un pharynx musculaire; la couronne calcaire est traversée par un œsophage, un estomac

Les deux tubes ramifiés des arbres respiratoires débouchent, séparément ou non, dans le cloaque. Ils remontent dans la cavité cœlomique; l'arbre respiratoire gauche est parfois, comme chez *Holothuria nobilis* (Fig. 1), entremêlé au système hémal, attaché à la branche ascendante de l'intestin. Les tubes de Cuvier sont présents chez certaines espèces des genres *Holothuria* et *Actinopyga* et particulièrement abondants chez *Bohadschia*. Ces tubules collants, fixés à la base des arbres respiratoires, sont expulsés, par l'anus, vers l'agent d'une irritation et sont généralement considérés comme un organe de défense (Jangoux et Lawrence, 1982).

Les sexes sont généralement séparés ; la gonade est formée d'une ou deux touffes de tubules attachées au mésentère dorsal dans lequel passe le gonoducte. Il aboutit au gonopore ou à une papille génitale.

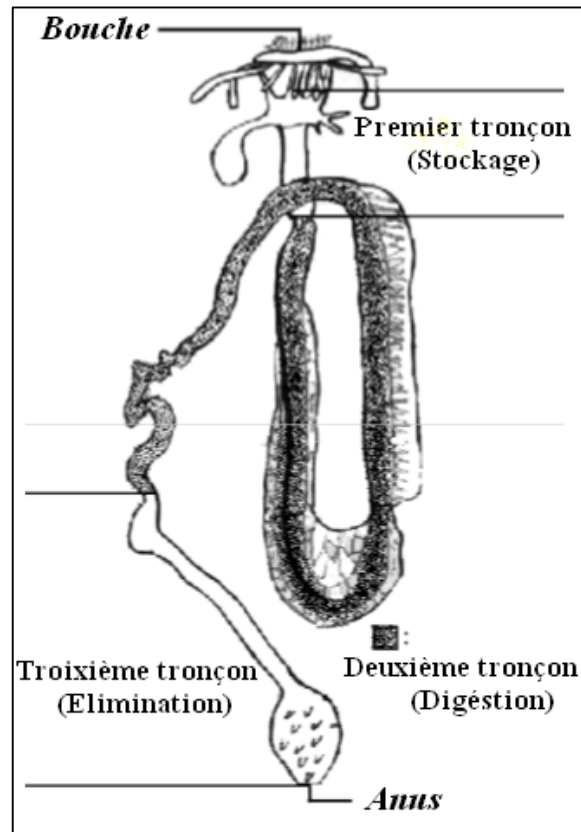


**Figure 1** : Caractéristique anatomique des holothuries ( Meglitsch P. A., 1975).

### **II.4.1. Caractéristiques du système digestif des holothuries**

Le système digestif des holothuries est formé d'un canal tubulaire. Il commence par une bouche sans dents, entouré par une couronne de tentacules, qui servent 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 ; le gros intestin se termine par une poche cloacale. 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).

Massin et Jangoux (1976) ont subdivisé le tube digestif en trois parties pouvant être caractérisées par leurs fonctions physiologiques respectives (Fig. 2). La première partie (Foregut), constitue une zone de stockage du sable et s'étend de la bouche au sphincter. La deuxième partie (Midgut), est une zone digestive qui correspond au segment entouré par le réseau admirable. La dernière partie (Intgut), est la zone d'élimination qui se compose de la quasi-totalité du deuxième tronçon digestif descendant.



**Figure 2 :** Tube digestif d'une holothurie, avec les différentes parties caractérisées par leurs fonctions physiologiques (*In Mezali, 1998*).

## II.5. Reproduction

La reproduction chez les holothuries se fait de manière sexuée (chez la plupart d'entre elle) ou asexuée. La réussite de la reproduction dépend directement de la densité d'individus adultes pour assurer la présence de quantité suffisante de spermés et d'œufs avec lesquels ils peuvent entrer en contact.

Les holothuries peuvent avoir un cycle de reproduction annuel (Conand, 1993; Hamel et Mercier, 1996; Herrero-Perezrulet *al.*, 1999; Shiell et Uthicke, 2005), biannuel (Harriot, 1985), ou même ne pas avoir de cycle de reproduction particulier (Harriot, 1985). Bien que la plupart des holothuries sont de sexes séparés, certaines espèces comportent des individus hermaphrodites, tandis que d'autres ont une reproduction asexuée, par fission. Elle est

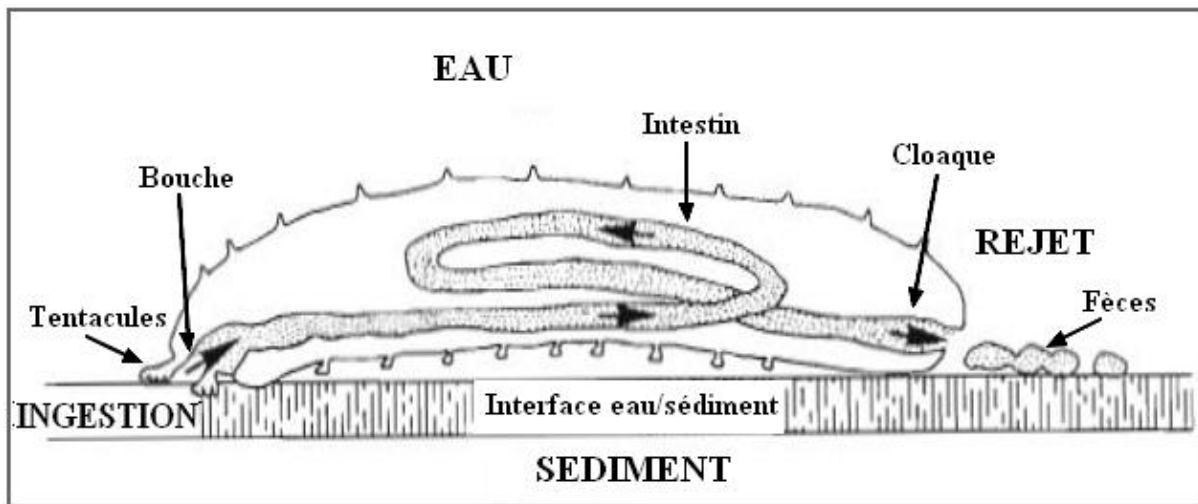
## **II.7. Aspect générale sur le comportement alimentaire des holothuries**

### **II.7.1. Régime 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). ( Massin, 1982a)

Les holothuries aspidochirotés 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 (Fig. 2) (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. 3).



**Figure 3 :** Schéma montrant le transit digestif d'une holothurie aspidochirote (d'après Conand, 1994, modifiée).

### II.7.2. La sélectivité dans l'alimentation

Certaines espèces d'holothuries ingèrent sélectivement le sable du fond marin. Selon Massin et Jangoux, (1976), *Holothuria tubulosa* est capable de reconnaître les particules riches en matière organique. Pour les mêmes auteurs, cette reconnaissance des particules est assurée par des récepteurs gustatifs présents à l'extrémité des tentacules péribuccaux. Cette stratégie de nutrition peut varier avec la saison et l'état du sédiment.

De nombreuses recherches se sont intéressées à la sélectivité des holothuries dans leurs alimentations. Plusieurs auteurs ont décrits une certaine sélectivité chimique vis-à-vis de la matière organique, dont Moriarty, (1982) ; Mezali, (2004) ; Mezali et soualili, (2013) et Belbachir *et al.*,(2014). La sélectivité exercé par les Holothuries, pourrait non seulement les avantagé dans l'obtention des aliments avec une grande valeur nutritionnelle, mais aussi pourrait bien constituer un moyen de partition de la niche écologique, entre les différentes espèces qui vivent dans le même habitat (Sloan et Von Bodungen, 1980).

## **II.8. Ecologie de quelques espèces d'holothuries aspidochirotés**

Les différentes espèces que nous allons citer, ont fait l'objet de notre étude sur le comportement alimentaire.

### **II.8.1. *Holothuria (Holothuria) tubulosa***

Essentiellement littorale, *Holothuria (H.) tubulosa* (Fig. 4) est l'une des espèces les plus communes de laméditerranée (Azzolina et Harmelin, 1989 *In* Mezali, 2008). Cette espèce peut être retrouvée entre -0.5 et -100 m de profondeur et fréquente différents biotopes tel que : sable, vase, sous les pierres, à la base des rochers côtiers ainsi qu'au niveau de l'herbier à *Posidonia oceanica* (Mezali, 2004b ;2008). *Holothuria (H.) tubulosa* est souvent associées à *Holothuria (R.) poli* dans l'herbier de Posidonies ou sur le fond rocheux (Francour, 1990).



**Figure 4 :***Holothuria (H.) tubulosa*

### **II.8.2. *Holothuria (Roweothuria) poli***

*Holothuria (R.) poli* (Fig. 5) est une espèce essentiellement méditerranéenne et littorale, vivant entre 0 et -12 m de profondeur et peut même être retrouvée entre -80 et -250 m de profondeur (Cherbonnier, 1956 In Mezali, 2008). Cette espèce fréquente des biotopes très variés : sable, vase détritique, roche, Caulerpe et herbier de Posidonies (Francour, 1984).



**Figure 5 :***Holothuria (R.) poli*

### II.8.3. *Holothuria (Panningothuria) forskali*

*Holothuria (P.) forskali* (Fig. 6) est une espèce atlantico-méditerranéenne qui se retrouve jusqu'à -100 m de profondeur, bien qu'elle soit considérée comme espèce littorale (Azzolina et Harmelin, 1989 *In* Mezali, 2008). Cette espèce habite les rebords sublittoraux et les ravins (Astall et Johns, 1991 *In* Mezali, 2008) ; elle est souvent retrouvée fixée sur le substrat dur, sous les rochers, entre les pierres et dans l'herbier de Posidonies (Mezali, 2008).



**Figure 6 :** *Holothuria (P.) forskali*

### II.8.4. *Holothuria (Platyperona) sanctori*

*Holothuria (P.) sanctori* (Fig. 7) est distribuée à travers la mer Méditerranée et l'Atlantique Est. Cette espèce préfère l'ombre des substrats rocheux (Pawson, 1978 *In* Mezali, 2008) et les tombants de mottes de l'herbier à *Posidonia oceanica* (Mezali, 2004b).



**Figure 7 :***Holothuria (P.) sanctori*

## II.9. Intérêt et rôle écologique des holothuries

Les deposit-feeders sont des animaux marins qui se nourrissent de dépôt sédimentaires. Ils sont représentés par les échinodermes tels que les oursins, les étoiles de mer et les holothuries. Ces derniers ingèrent le sédiment et le matériel détritique superficiel non vivant pour en tirer les particules nutritives qu'il contient et les micro-organismes tels les bactéries, les organismes de la Meiofaune et les fragments de phanérogames marines (Mezali, 1998). Ce comportement inclut des processus tels que la sélection alimentaire, la manipulation, l'ingestion, la digestion et l'assimilation (Mezali *et al.*, 2003).

Les holothuries aspidochirotés "deposit feeders" jouent un rôle primordial dans les populations benthiques. Ces espèces peuvent changer la taille des particules ingérées durant la digestion, par dissolution de la matière organique (*In* Mezali, 2008). L'activité sélective des holothuries "deposit feeders" peuvent profondément affecter les propriétés physico-chimiques du sédiment (Taghon, 1982).

En participant au remaniement sédimentaire et à l'altération de la stabilité des fonds, les holothuries génèrent une importante "bioturbation", jouant ainsi un rôle important dans

l'oxygénation du substrat meuble et la reminéralisation des éléments nutritifs (Massin, 1982b ; Charbonnel *et al.*, 1995d ; Uthicke et Karez, 1999). Le processus de "bioturbation" a un effet sur l'incorporation de la matière organique dans le sédiment sous forme finement divisée, dont les principaux bénéficiaires sont les meiobenthos et les microbenthos (Mann, 1978 *In* Mezali, (2008). Par leur mode alimentaire, les holothuries participent au recyclage de la matière organique et la remise en suspension des éléments nutritifs (Uthicke et Karez, 1999).

## **II.10. Exploitation halieutique des holothuries**

Les holothuries font l'objet, dans de nombreuses régions, de pêcheries artisanales (Conand et Sloan, 1989) ; sont consommées depuis des temps très anciens par des peuples asiatiques. Le tégument cru des "namako", les muscles longitudinaux crus, ainsi que certains organes salés-fermentés, intestin, glandes génitales, sont appréciés par les japonais. Le tégument sec "hai-som", obtenu par cuisson et séchage, est consommé par les chinois.

Les pêches d'holothuries sont principalement ciblées sur une soixantaine d'espèces à travers 70 pays (FAO, 2012) et commercialisées depuis plusieurs centaines d'années. L'utilisation de ces holothuries dans l'alimentation humaine a débuté en Chine depuis 1000 ans. Face à la demande grandissante des marchés asiatiques, les holothuries ont commencé à être surexploitées à partir du 18<sup>ème</sup> et du 19<sup>ème</sup> siècle. En dépit de la forte proportion de ces animaux parmi les espèces benthiques, peu de documentation existe. Récemment, l'intérêt pour l'obtention de ces données a fortement augmenté pour différentes raisons :

- Une demande grandissante pour ces produits
- L'épuisement de certaines espèces
- L'extension des zones de pêches

- Le développement de la mariculture
- Un intérêt grandissant sur les ressources biologiques et leur gestion

Les 5 zones de pêche majoritaires d'holothuries au niveau mondial sont : Papouasie Nouvelle Guinée (Océanie), Philippines (Asie), Seychelles (Afrique et Océan Indien), les Iles Galápagos (Amérique Latine et Caraïbes) et la pêche de *Cucumariafrondosa* centré sur le Canada. Au travers de ces 5 zones, le nombre d'espèces exploitées varient beaucoup, avec le plus grand nombre retrouvé en Asie (52 espèces) et dans le Pacifique (36 espèces), dû majoritairement à la grande diversité d'espèces de ces zones. Ces pêches dans les zones tropicales indopacifiques sont donc majoritairement multi-spécifiques et généralement mono-spécifiques dans les zones tempérées (FAO, 2004). L'estimation de la quantité d'holothuries pêchées par région est présentée dans le Tableau (1).

**Tableau 1:** Quantité estimée des captures d'holothuries dans le monde (FAO, 2008)

Zone géographique	Quantité récoltée (en t / an)
Asie et région Pacifique	20 000 à 40 000
Zones tempérées	9 000
Afrique et Océan Indien	2000 – 2500
Amérique Latine et Caraïbes	< 1000

Les données sur les pêches d'holothuries dans les zones indopacifiques sont rares et celles des zones tempérées de l'hémisphère nord sont principalement disponibles pour 4 pays (Canada, USA, Russie et Islande) où la pêche commerciale est centrée sur 4 espèces (*Cucumariafrondosa*, *C. japonica*, *Parastichopuscalifornicus* et *P. parvimensis*). Les 2 espèces de *Parastichopus* sont surtout récoltées par plongée en bouteille avec des quantités

similaires aux régions tropicales indopacifiques. La pêche des espèces de *Cucumaria* est beaucoup plus industrialisée avec l'utilisation de chalutiers spécialisés et à la présence d'usines de transformation installées sur le littoral. En comparaison, la pêche des espèces de *Parastichopus* date du début des années 70, alors que la majorité des pêches des espèces *Cucumaria* sont récentes et encore au stade de pêches exploratoires, essentiellement au Canada et aux Etats Unis. Les débarquements de la zone atlantique sont concentrés sur *Cucumariafrondosa* et beaucoup plus importants que la zone pacifique concentrées sur *Parastichopuscalifornicus*. En effet, entre 2003 et 2005, la quantité de *Parastichopuscalifornicus* débarquée était de 600-700 t par an pour la côte pacifique des USA (Californie, Oregon, Washington, Alaska) et de manière identique pour celle du Canada (Britannique Colombie), tandis que la moyenne était de 5000 t par an pour la côte Est des USA (Maine) concernant les débarquements de *C. frondosa* et d'environ 2000 t par an pour la partie Atlantique canadienne comprenant Terre-Neuve et Labrador et les Maritimes (NouveauBrunswick, Nouvelle-Ecosse et l'Ile du Prince-Edouard) (FAO, 2010).

### **II.11. Utilisation pharmaceutique des holothuries**

Les concombres de mer sont utilisés depuis des centaines d'années en Chine comme aliments mais aussi en médecine traditionnelle (Fredalinaet al., 1999). Dans certains pays, des produits cosmétiques sous forme de crème, shampoing ou dentifrice (FAO, 2008), et des produits nutraceutiques sont commercialisés comme l'huile de concombre de mer (Baine et Choo, 1999).

Ces propriétés médicinales ont été confirmées par les travaux sur l'huile rouge en Malaisie (ou « Gamat » qui signifie en Malais tout produit issu du concombre de mer ayant des propriétés médicinales). Cette huile issue des viscères et des membranes de *C. frondosa* a été utilisée comme adjuvant, dans des études sur l'arthrite chez le rat, afin de tester ses

propriétés anti-inflammatoires (Colin, 2002). Il est connu que *C. frondosa* contient des composés pouvant inhiber certaines prostaglandines impliquées dans la douleur et l'arthrite. Ces animaux sont également riches en chondroïtine, mucopolysaccharides, mais aussi en plusieurs vitamines et minéraux, nutriments nécessaires au bon fonctionnement de l'os et du cartilage chez l'homme.

En Amérique du Nord, les coproduits de *C. frondosa* sont fabriqués comme complément alimentaire sous forme de chondroïtine, vendus comme traitement contre l'arthrite chez l'homme et chez les animaux (Janakiramet *al.*, 2010). Ce coproduit est également commercialisé comme compost dans le Maine. Il a été noté un accroissement de la demande de ces produits en Russie afin de produire à la fois dans l'alimentaire et dans le cosmétique (FAO, 2008).

## Références bibliographiques

**Azzolina J. F., Harmelin J. G., (1989).** Répartition et fluctuation de trois espèces littorales d'holothires à Port-Cros (Méditerranée. France). *International Workshop on Posidonia beds*, Boudouresque C.F., Meinesz A., Fresi E., Gravez V., édité., *GIS Posidonie publ.*, Fr., **2** :219-230.

**Baine M; Choo P. S., (1999).**"Sea cucumber fisheries in Malaysia, towards a conservation strategy." *SPC Beche-de-Mer Information Bulletin* **12** : 6-10.

**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 Reef. *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

*Cucumariafrondosa* extract, against rat colon carcinogenesis and inhibition of human coloncancer 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-metamorphicechinodenns.In :Echinodenn Nutrition. M. Jangoux& Lawrence J. (eds), Balkema, Rotterdam : 331 -37 1.

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

**Massin C., (1982).**Effect of feeding on the environnement: 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, Mandibulates 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 aspidochirotés [*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 aspidochiotes 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 aspidochiotes (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 aspidochiotes ((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<sup>eme</sup> 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(Holothurioidea: 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 coralreefs of Palao Islands. *Stud. Palao Trop. Biol. Stu.*, **4** : 603-636.

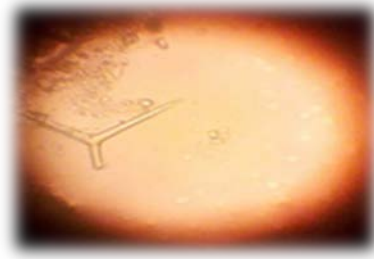
## Chapitre II : Matériel et méthode

## Chapitre III : Résultat et discussion

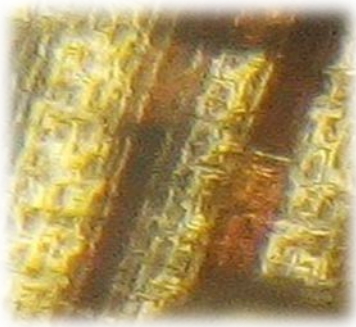
Photos des différents types d'aliments retrouvées dans le contenu digestif des holothuries étudiées lors de ce travail :



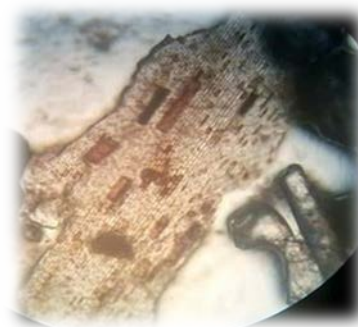
Diatomées



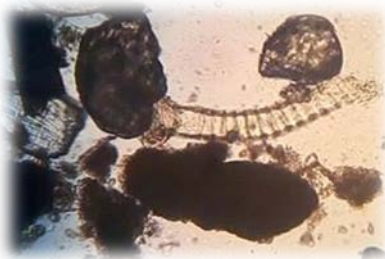
Spicules d'éponges



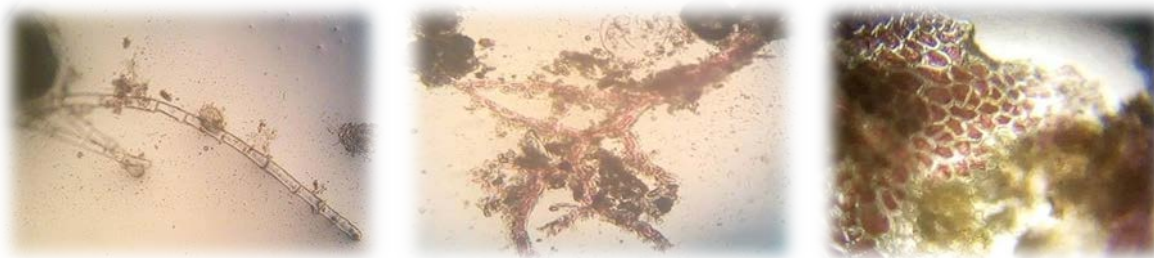
Feuilles de posidonie vivante



Feuille de posidonie morte



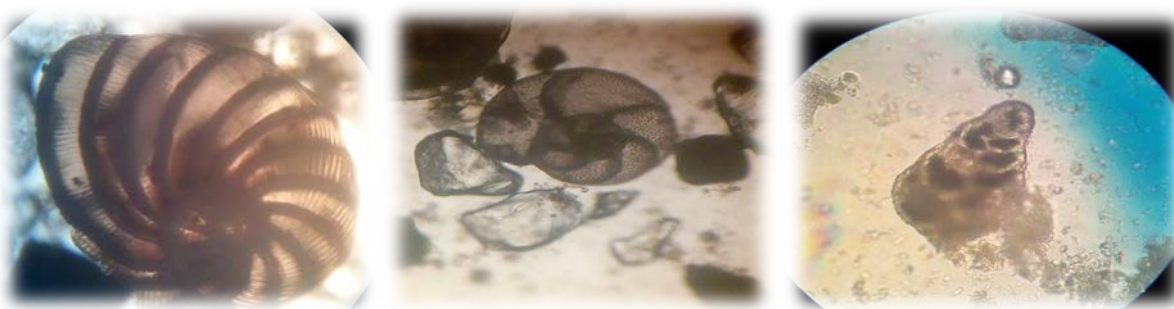
Annélides



Algues macrophytes



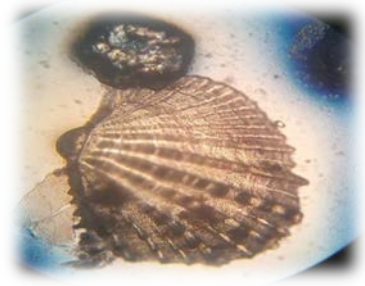
Crustacées



Foraminifères



Cyanophycées

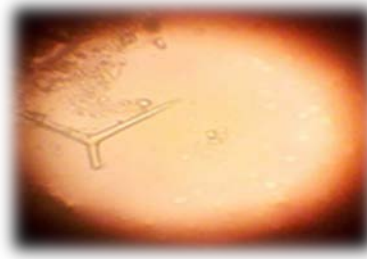


Coquille de bivalve

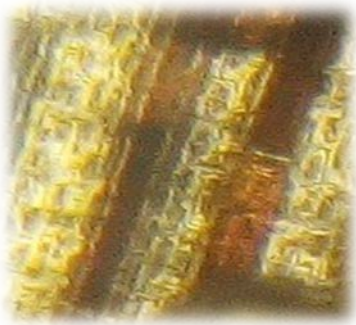
Photos des différents types d'aliments retrouvées dans le contenu digestif des holothuries étudiées lors de ce travail :



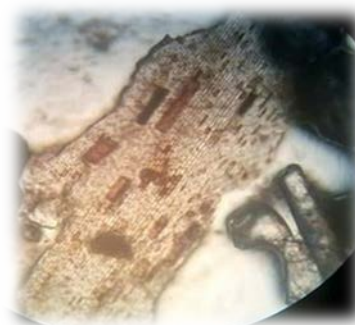
Diatomées



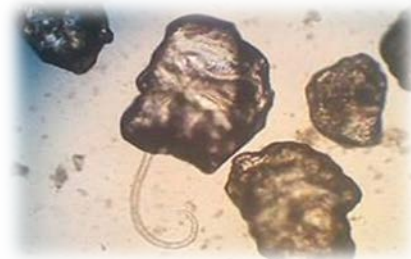
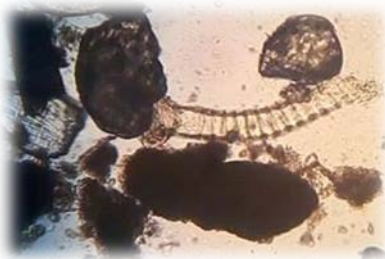
Spicules d'éponges



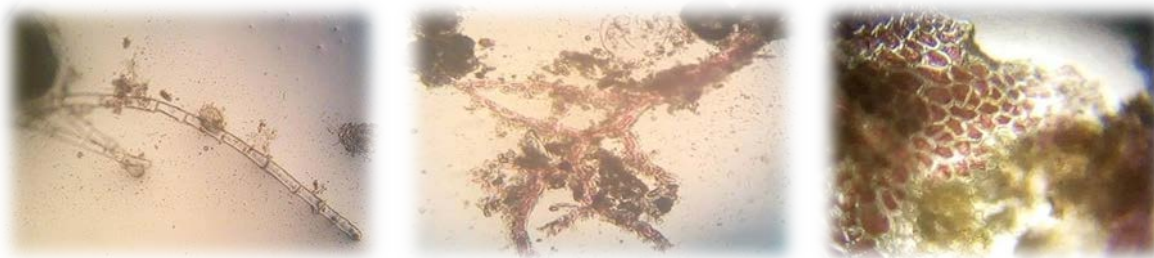
Feuilles de posidonie vivante



Feuille de posidonie morte



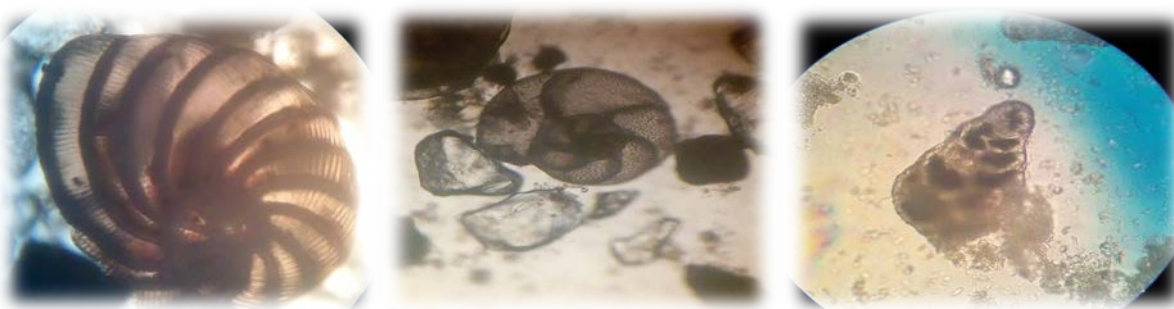
Annélides



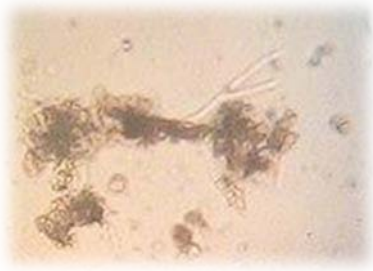
Algues macrophytes



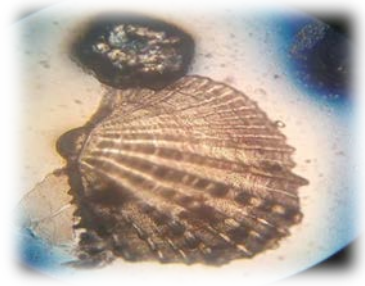
Crustacées



Foraminifères



Cyanophycées



Coquille de bivalve