

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA**  
**RECHERCHE SCIENTIFIQUE**  
**UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS DE MOSTAGANEM**  
**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**



Département des Sciences de la Mer et de l'Aquaculture

## **MEMOIRE**

En vue de l'obtention du diplôme de

### **MAGISTER EN SCIENCES DE LA MER**

**Option** : Connaissance, Valorisation et Gestion de la Biodiversité Marine Côtière.

## **Thème**

**Contribution à l'évaluation de la Biodiversité des  
Echinodermes de la région côtière  
de Mostaganem**

Présenté par : **M. BENZAIT Hocine**

La composition du jury de soutenance

<b>Nom et Prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>	<b>Appartenance Administrative</b>
<b>M. CHERIGUENE Abderrahim</b>	<b>Pr</b>	<b>Président</b>	<b>Université de Mostaganem</b>
<b>M. CHADLI Rabah</b>	<b>MCA</b>	<b>Examineur</b>	<b>Université de Mostaganem</b>
<b>M. BEKADA Ahmed M.A</b>	<b>Pr</b>	<b>Examineur</b>	<b>Centre Universitaire de Relizane</b>
<b>Mme. SOUALILI Dina Lila</b>	<b>MCA</b>	<b>Encadreur</b>	<b>Université de Mostaganem</b>
<b>M. MEZALI Karim</b>	<b>Pr</b>	<b>Co-Encadreur</b>	<b>Université de Mostaganem</b>

**Année Universitaire : 2014 /2015**

## Résumé

Cette étude, nous a permis, de mettre la lumière, sur la biodiversité d'un groupe d'invertébrés marins, peu étudié en Algérie. Ce groupe est représenté par cinq classes d'échinodermes à savoir : les échinidés, les Holothuridés, les Ophiuridés, les Astérides, et les crinoïdes.

Dans le présent travail ont été analysés la biodiversité des échinodermes, au niveau des deux sites à faible profondeur, et les traits de vie de trois espèces d'échinodermes (02 espèces d'astéroïdes) *Echinaster sepositus* et *Coscinasterias tenuispina*, au niveau du site de Salamandre et une espèce d'ophiure *Ophioderma longicauda*, au niveau du site de Stidia.

L'échantillonnage a été réalisé en scaphandre autonome, sur une période de six mois (du mois d'avril au mois d'aout 2014). Pour la détermination de la biodiversité, on a utilisé la méthode des quadrats, qui a permis d'utiliser les méthodes analytiques en déterminant les indices suivants : l'indice de Shannon (**H'**), et l'indice d'équitabilité (**J'**). Les résultats ont montré une dominance des échinides, dans les deux sites avec *Paracentrotus lividus*, au niveau du site de Stidia et *Arbacia lixula*, au niveau du site de Salamandre. Par ailleurs, les Holothuries aspidochirotés, sont représentées par *Holothuria polii* et *Holothuria sanctori* et la classe des Ophiuridés, est représentée par une seule espèce *Ophioderma longicauda*. Par ailleurs, la station de Stidia, a montré une qualité écologique légèrement supérieure (**H'=1**), et diversifiée avec une richesse spécifique supérieure à 05 par rapport au site de Salamandre. Quant à l'analyse de l'indice d'équitabilité (**J'**), celui-ci traduit un léger déséquilibre au niveau des deux sites (**J' < 0.55**).

L'étude des traits de vies des trois espèces d'échinodermes, a montré pour l'espèce *E. sepositus*, l'existence de 50% de la population présentant un diamètre de disque allant de 1,75 à 2,75cm, et une croissance allométrique minorante entre la longueur du bras et le diamètre du disque. Quant à l'analyse des indices physiologiques deux périodes de reproduction ont été décelées, la première au printemps (au mois d'Avril) et la deuxième en été (au mois de Juillet). Pour l'espèce *C. tenuispina*, la structure démographique a montré, que 50% des individus présentent un diamètre de disque allant de 0,8 à 1,00cm, marquée par une croissance isométrique entre la longueur du bras et le diamètre du disque. Pour l'espèce *O. longicauda*, échantillonnée à Stidia, la population est représentée par des individus, avec un diamètre de disque allant de 2,00 à 2,50cm, marquée par une croissance allométrique minorante.

Dans ce travail, l'inventaire faunistique, réalisé au niveau des deux sites, a permis de signaler la présence de quelques espèces endémiques et invasives : *Maja crispata* (Risso, 1827), *Lepadogaster lepadogaster*, (Bonnaterre, 1788), *Tripterygion tripteronotum* (Risso, 1810), *Tripterygion melanurum* (Guichenot, 1845), *Libinia sp.*, *Percnon gibbesi* (H.milneEdwards, 1853) et *Caulerpa racemosa* (J. Agardh, 1873).

**Mots clefs:** Biodiversités saisonnières, Echinodermes, *Ophioderma longicauda*, *Echinaster sepositus*, *Coscinasterias tenuispina*, relations allométriques, gonades.

## ملخص

هذه الدراسة، تسمح لنا بتسليط الضوء على مجموعة الشوكيات الجلد الغير الفقرية، قلما درست، خاصة التي تعيش في مياه البحر الأبيض المتوسط و المتمثلة في (قنafd البحر، نجم البحر، خيار البحر، نجوم البحر الهشة، وأخيرا زنابق البحر). هذه الأخيرة تدرس في طبقات مياه غير عميقة لسواحل مستغانم، على مستوى موقعين (مناء صلامندر و شاطئ ستيدية ) إن التنوع البيئي في كلا الموقعين، في مياه قليلة العمق، و نمط حيات نجم البحر *Echinaster sepositus*

و *Coscinasterias tenuispina* على مستوى مناء صلامندر و *Ophioderma longicauda* على مستوى شاطئ ستيدية حيث أنه تم أخذ العينات بطريقة الغطس الفردي، لفترة تمتد ستة أشهر (أفريل إلى غاية شهر أوت 2014). لتحديد التنوع البيولوجي سنستعمل طريقة الكوادر *Quadrats* و هي طريقة تحليلية تخضع للاستعمال مؤشر شانون (H) ومؤشر إكتابلتي (J). النتائج بينت لنا سيطرة قنafd البحر، في كلا الموقعين للنوع *Paracentrotus lividus* على مستوى شاطئ ستيدية و *Aracia lixula* على مستوى ميناء مستغانم. على غرار فصيلة *aspidochirotés* تتمثل ب نوع *Holothuria polii* *Holothuria sanctori* و قسم نجوم البحر الهش و الممثلة ب نوع واحد *Ophioderma longicauda* و من جهة أخرى وجد أن النوعية البيئية البيولوجية مرتفعة بقليل حسب مؤشر شانون  $H=1$ ، مرفق بتنوع في تعداد النوع عددها 05 مقارنة مع ميناء صلامندر أما بخصوص مؤشر *J* فقد تبينا أن كلا الموقعين غير متوزنان حسب المؤشر  $J < 0.55$

تحليل نمط حياة للأنواع الثلاثة من شوكيات الجلد بينت بأن نوع *Echinaster sepositus* بنائها الديمغرافيتيين أن 50% من المجموعة تملك قطر أسطوانة 1.75 و 2.75 سم و نموها يصنف في *allométrique minorante*. أما بخصوص تحليل الفيزيولوجي تبينا أن المؤشرات الفيزيولوجية سمحت لنا بتحديد التكاثر الكائن في موسم الربيع (أفريل) و فترة الصيف (جولية).

أما البنية الديمغرافية ل *Coscinasterias tenuispina* فهناك 50% من مجموعتها تملك قطر الاسطوانة 0.8 و 1.00 سم مع تصنيف نموها من النوع *isométrique* و 2.00 و 2.50 سم للقطر الأسطوانة الكائن *Ophioderma longicauda* مع صنف نمو *allométrique minorante*.

في هذه الدراسة تم القيام بجرد خاص للكائنات *faunistiques* على مستوى كل من موقعين حيث تم ملاحظة كل من كائنات دخيلة و الغير الدخيلة (*endémiques et invasives*) منها *Maja crispata* *lepadogaster lepadogaster tripterygion*, *libinia sp*, *percnon gibbesi*, *caulerpa racemosa*

كلمات المفاتيح : التنوع البيولوجي شوكيات الجلد *Ophioderma longicauda*, *Echinaster sepositus* القياسات الألو مترية *Gonades*.

## Abstract

This study, allowed us to put the light on marine invertebrate groups (echinoids, Holothuroidea, ophiuroids, Asteroidea and crinoids), rarely studied, in the Mediterranean sea. These echinoderms are studied in a shallow area of the coast of Mostaganem, at two sites (Salamander and Stidia).

In the present study the biodiversity have been analyzed in both sites and life traits of the three echinoderm species, *Echinaster sepositus* (Retzius, 1805) and *Coscinasterias tenuispina* (Lamarck, 1816) at the site of Salamander, and one species of brittle star *Ophioderma longicauda* (Retzius, 1789) at the Site of Stidia.

Sampling was carried out by scuba diving over six months (April to August 2014). For the determination of the biodiversity, we used the quadrat method. This method allowed us to use analytical methods for determining the following index: the Shannon index ( $H'$ ) and the equitability index ( $J'$ ). The results, showed a dominance of Echinoid at both sites with *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) at the site of Stidia and *Arbacia lixula* (Lamarck, 1816) at the site of Salamander. Moreover, aspidochirote, Holothuroidea are represented by *Holothuria Polii* (Del Chiaje, 1823), *Holothuria sanctori* (Del Chiaje, 1823). A class of ophiuroids is also noted and is represented by a single species *Ophioderma longicauda* (Retzius, 1789). Moreover, the site of Stidia, showed a slightly higher ecological quality ( $H' = 1$ ), and diversity with species richness of 5 compared to the site of Salamander. As for the analysis of equitability index ( $J'$ ), this one reflects a slight imbalance at the two sites with ( $J'$ )  $< 0.55$ .

Analysis of the life history of three species of echinoderm has shown that *E. sepositus*, has a disc diameter ranging from 1.75 to 2,75cm and a minorant allometric growth between the length of the arm and the diameter of the disc. As for the analysis of the physiological index two reproductive periods, are noted one in the spring (April) and the second in summer (in July). For the species *C. tenuispina*, demographic structure showed that 50 % of individuals have a disc diameter ranging from 0.8 to 1,00cm, marked by an isometric (allometric) relation between the length of the arm and the diameter of the disc. For the species *O. longicauda*, sampled in the site of Stidia, the population is represented by individuals with a disc diameter ranging from 2.00 to 2.50cm, and a minorante allometric growth.

In this work, the faunal inventory, realized at both sites (Salamandre and Stidia) has allowed us to point out the presence of endemic and invasive species; *Maja crispate* (Risso, 1827) and *Lepadogaster lepadogaste* (Bonnaterre, 1788), *Tripterygion tripteronotum* (Risso, 1810), *Tripterygion melanurum* (Guichenot, 1845), *Libinia sp*, *Percnon gibbesi* (H.milneEdwards, 1853) and *Caulerpa racemosa* (Forsskal).

**Keywords:** Seasonal Biodiversity, echinoderms, *Ophioderma longicauda*, *Echinaster sepositus*, Allometric relationship, gonads.

## **Remerciements**

*Je remercie, Dieu le tout puissant, de m'avoir donné la patience et la volonté d'achever ce travail. Ce dernier n'aurait pas pu voir le jour, sans le soutien considérable de madame SOUALILI D.L, Maître de conférences (A) au département des Sciences de la mer et de l'aquaculture, de l'Université de Mostaganem, qui a accepté d'être mon encadreur, je ne peux que lui exprimer en ses quelques lignes mes remerciements pour ses orientations et sa générosité scientifique et surtout d'avoir consacré un temps considérable à la correction de ce travail. Merci sincèrement.*

*Je remercie, également, M. MEZALI. K, Co-encadreur et Professeur au département des sciences de la mer et de l'aquaculture de l'Université de Mostaganem, pour ses efforts inépuisables sur le terrain, merci pour ses conseils qui m'ont permis d'améliorer ce mémoire, merci, sincèrement.*

*Je remercie, le président du jury, M. CHERIGUENE A, Professeur au département de Biologie, d'avoir accepté de présider le jury de soutenance.*

*Mes remerciements vont également à :*

- *M. CHADLI R, Examineur, et Maître de conférences (A) au département des sciences de la mer, et de l'aquaculture, de l'Université de Mostaganem ;*
- *M. BEKADA, M.A, Professeur au centre universitaire de Relizane*

*Merci, d'avoir accepté d'examiner, ce travail et de me faire bénéficier de vos critiques.*

*Mes remerciements vont également à M. KHERRAZ A & M. BENGHALIS, enseignants au département des sciences de la mer et de l'aquaculture.*

*Je m'en voudrais de passer, sous silence, la participation de la station maritime de la wilaya de Mostaganem et son personnel. Principalement le lieutenant-colonel M. KHEIR EDDINE Benslime, de m'avoir épaulé, tout le long de la période d'échantillonnage, je le remercie vivement, pour l'intérêt qu'il a porté à ce travail. Je n'oublierais pas M. KRIDECHEM, de le remercier pour son aide au laboratoire de Zoologie, merci encore.*

*Merci pour le soutien logistique en mer, de l'association Poisson –Bleu, particulièrement son président, ainsi que tous les membres du Club.*

*Je remercie aussi, mon ami El Akermi Mohamed, avec lequel j'ai passé des moments inoubliables, surtout sur le terrain malgré le mauvais temps et le froid de la mer, merci mon ami. Aussi, je tiens à remercier toutes les personnes, qui m'ont apporté leurs aide et ils sont nombreux, sans les citer, ils se reconnaîtront*

## **Dédicaces**

*Je dédie ce modeste travail :*

*A la mémoire de mon **père** et à ma **mère** ; Que Dieu leurs accorde sa clémence et sa miséricorde*

*Je dédie ce modeste travail à ma petite princesse, ma fille Soudjoud, que dieu me la protège*

*A MESLEM Abdelkader et son épouse, ainsi qu'à ma femme, pour leur soutien moral tout le long  
de la préparation de ce mémoire.*

*A ma belle-mère, mes frères et sœurs.*

## Sommaire

### Résumé

<b>Introduction</b> .....	01
---------------------------	----

### Chapitre I : Etudes bibliographiques

<b>1.1.</b>	Biodiversité concept & intérêt.....	02
<b>1.1.1.</b>	Définition .....	02
<b>1.1.2.</b>	Biodiversité marine et son importance.....	03
<b>1.1.3.</b>	Place des échinodermes dans la biodiversité marine.....	04
<b>1.2.</b>	Généralités sur les échinodermes.....	05
<b>1.2.1.</b>	L'importance des échinodermes marins.....	06
<b>1.2.2.</b>	Classification et phylogénie des échinodermes.....	08
<b>1.2.3.</b>	Caractéristiques communes des échinodermes.....	09
<b>1.2.4.</b>	Ecologie et anatomie des échinodermes marins.....	10
<b>1.2.4.1.</b>	Caractéristiques morphologiques et anatomiques des échinodermes.....	10
<b>1.2.4.2.</b>	Description générale de la classe des crinoïdes.....	16
<b>1.2.4.3.</b>	Description générale de la classe des concentricycloïdes .....	17
<b>1.2.4.4.</b>	Description générale de la classe des astéroïdes.....	18
<b>1.2.4.5.</b>	Description générale de la classe des échinidés.....	19
<b>1.2.4.6.</b>	Description générale de la classe des ophiuridés.....	20
<b>1.2.5.</b>	Caractéristiques comportementales.....	22

### Chapitre II : Matériel & Méthodes

<b>2.1.</b>	Choix des sites.....	24
<b>2.1.1.</b>	Présentation de la baie de Mostaganem.....	24
<b>2.1.1.1.</b>	Caractéristiques hydrologiques.....	25
<b>2.1.1.2.</b>	Caractéristiques hydrodynamiques.....	27
<b>2.1.2.</b>	Site de Salamandre.....	30
<b>2.1.3.</b>	Site de Stidia.....	32
<b>2.2.</b>	Méthode d'échantillonnage.....	33
<b>2.2.1.</b>	Echantillonnage pour réaliser l'inventaire.....	34
<b>2.2.2.</b>	Echantillonnage pour déterminer les traits de vie de quelques espèces d'échinodermes.....	35
<b>2.3.</b>	Traitement au laboratoire.....	36
<b>2.3.1.</b>	Traitement au laboratoire pour l'étude de la diversité des échinodermes.....	36
<b>2.3.2.</b>	Traitement au laboratoire pour l'étude des traits de vie des espèces d'échinodermes.....	36
<b>2.4.</b>	Méthode d'étude.....	40

2.4.1.	Détermination de la biodiversité des échinodermes.....	40
2.4.1.1.	Reconnaissance des espèces.....	40
2.4.1.2.	Caractéristiques analytiques.....	41
2.4.1.3.	Structures écologiques et trophique.....	42
2.4.1.4	Les Indices biotiques.....	43
2.4.2.	Analyse des trois populations d'échinodermes.....	45
2.4.2.1.	Analyse de la structure démographique.....	45
2.4.2.2.	Analyse de la croissance relative (relation taille-poids).....	45
2.4.2.3.	Analyse du développement des gonades et de l'activité trophique.....	45

### **Chapitre III : Résultats & Discussion**

3.1.	Evaluation de la composition des échinodermes.....	47
3.1.1.	Détermination de la richesse spécifique des Sites étudiés.....	47
3.1.2.	Composition des échinodermes au niveau de la côte de Mostaganem.....	49
3.1.2.1.	Variabilité mensuelle de l'abondance et de la dominance des classes d'échinodermes au niveau des deux sites.....	50
3.2.	La diversité spécifique.....	51
3.3.	Les différentes espèces d'échinodermes identifiées au niveau des deux sites.....	53
3.3.1.	Classe des échinidés.....	53
3.3.1.1.	L'espèce <i>Paracentrotus lividus</i> (Lamarck, 1816).....	53
3.3.1.2.	L'espèce <i>Arbacia lixula</i> (Linnaeus, 1758).....	54
3.3.1.3.	L'espèce <i>Sphaerechinus granularis</i> (Lamarck, 1816).....	55
3.3.2.	Classe des astérides.....	56
3.3.2.1.	L'espèce <i>Echinaster sepositus</i> (Retzius, 1805).....	56
3.3.2.2.	L'espèce <i>Coscinasterias tenuispina</i> (Lamarck, 1816).....	57
3.3.3.	Classe des ophiurides.....	59
3.3.3.1.	L'espèce <i>Ophioderma longicauda</i> (Retzius, 1789).....	59
3.3.4.	Classe des holothurides.....	60
3.3.4.1.	Caractéristiques de l'espèce <i>Holothuria polii</i> (Delle Chiaje, 1823).....	61
3.3.4.2.	L'espèce <i>Holothuria tubulosa</i> (Gmelin, 1788).....	62
3.3.4.3.	L'espèce <i>Holothuria sanctori</i> (Delle Chiaje, 1823).....	63
3.3.5.	Autres espèces identifiées au niveau des deux sites.....	64
3.3.5.1.	Embranchement : Mollusque.....	64
3.3.5.1.1.	L'espèce <i>Stramonita haemastoma</i> (Linnaeus, 1758).....	64
3.3.5.1.2.	L'espèce <i>Littorina littorea</i> (Linnaeus, 1758).....	65
3.3.5.1.3.	L'espèce <i>Aplysia punctata</i> (Cuvier, 1803).....	66
3.3.5.2.	Embranchement: arthropodes.....	67

3.3.5.2.1.	<i>L'espèce Percnon gibbesi</i> (H.milneEdwards, 1853).....	67
3.3.5.2.2.	<i>L'espèce Maja crispata</i> (Risso, 1827).....	68
3.3.5.2.3.	<i>L'espèce Libinia sp.</i> .....	69
3.3.5.3.	Embranchement: cnidaires.....	70
3.3.5.3.1.	<i>L'espèce Anemonia viridis</i> (Forsk., 1775).....	70
3.3.5.3.2.	<i>L'espèce Actinia equina</i> (Linnaeus, 1758).....	71
3.3.5.4.	Embranchement: Chordata.....	72
3.3.5.4.1.	<i>Tripterygion tripteronotum</i> (Risso, 1810).....	72
3.3.5.4.2.	<i>Tripterygion melanurum</i> (Guichenot, 1845).....	73
3.3.5.4.3.	<i>Gobius bucchichi</i> (Steindachner, 1870).....	74
3.3.5.4.4.	<i>Lepadogaster lepadogaster</i> (Bonnaterre, 1788).....	74
3.3.5.5.	Embranchement annelida.....	75
3.3.5.5.1.	<i>Sabella spallanzanii</i> (Gmelin, 1791).....	75
3.3.5.6.	Embranchement : Chlorophyta.....	76
3.3.5.6.1.	<i>Codium bursa</i> (C. Agardh, 1817).....	76
3.3.5.6.2.	<i>Caulerpa racemosa</i> (J. Agardh, 1873).....	77
3.3.5.7.	Embranchement : Rhodopyta.....	78
3.3.5.7.1	<i>Asparagopsis armata</i> (Harv, 1855).....	78
3.4.	Analyse des traits de vie des trois populations d'échinodermes.....	80
3.4.1.	Détermination de la structure démographique des trois populations d'échinodermes.....	80
3.4.2.	Détermination de la relation allométrie, entre certains paramètres du corps chez les trois populations d'échinodermes.....	81
3.4.3.	Détermination de la biologie de la reproduction chez l'astéride <i>Echinaster sepositus</i> .....	84
3.4.3.1.	Suivi mensuel des Indices physiologiques chez l'astéride <i>Echinaster sepositus</i> .....	87
3.4.3.2.	Influence de la température sur la variabilité de l'indice gonadique moyen de <i>Echinaster sepositus</i> .....	87
3.4.3.3.	Analyse modale chez <i>Echinaster sepositus</i> .....	88
3.4.4.	Examen des gonades d' <i>Ophioderma longicauda</i> pour la détermination du sexe.....	90
3.4.5.	Descriptions morphologiques de l'espèce <i>Ophioderma longicauda</i> .....	90
3.4.5.1.	L'examen des spicules d' <i>Ophioderma longicauda</i> .....	92
3.4.5.1.1.	Observation microscopique des spicules.....	92
3.5.	Discussion de la diversité des échinodermes au niveau des sites étudiés.....	92
3.6.	Discussion sur l'analyse des traits de vie des trois échinodermes.....	94
3.6.1.	Variabilité des traits de vie chez <i>Echinaster sepositus</i> .....	94
3.6.2.	Variabilité des traits de vie chez <i>Coscinasterias tenuispina</i> .....	96

<b>3.6.3.</b>	Variabilité des traits de vie chez <i>Ophioderma longicauda</i> .....	97
	<b>Conclusion Générale</b> .....	99
	<b>Références bibliographiques</b> .....	101
	<b>Annexes</b> .....	122

## LISTES DES FIGURES

<b>Figure 01 :</b>	Carte représentant, le hot spot de la méditerranée, cette figure inclus 100 espèces menacé.Source:www.plosone.org.....	03
<b>Figure 02 :</b>	Carte mondiale, des espèces d'échinodermes qui présentent de larges fluctuations De densité (▼▲); de densité croissantes(▲); et de densité décroissantes (▲) (d'après Uthicke et <i>al.</i> , 2009).....	05
<b>Figure 03 :</b>	l'arbre d'espèce d'échinodermes par analyse de 18S+28SrDNA+ caractère non séquence données (MFES=0.018), (d'après Janies et Mooi, 1998).....	08
<b>Figure 04 :</b>	Description anatomique d'une Etoile de mer (Brusca, 2003).....	11
<b>Figure 05 :</b>	Système ambulacraire ou aquifère d'une Astérie. Modifié (d'après Brusca, 2003).....	11
<b>Figure 06 :</b>	Schéma illustrant, la position des podias, le madréporite (M), l'anus (A) et la bouche (B) chez les Astéridés (1), Ophiuridés (2), Crinoïdes (3), Echinidés (4) et Holothuridés (5).....	12
<b>Figure 07 :</b>	Résumé des mécanismes de régulation de la reproduction chez les échinodermes marins, (Giese et Pearse, 1974).....	14
<b>Figure 08 :</b>	les différentes larves des échinodermes.....	15
<b>Figure 09 :</b>	Image d'une Crinoïde ou comatule ( <i>Lamprometra sp.</i> ).Source: www.jcgrignard.com.....	16
<b>Figure 10 :</b>	Morphologie d'un crinoïde,(Miller-harlev, 2001).....	16
<b>Figure 11 :</b>	Results of analyses of various data types, Summary of most congruent topology supported by 18S and 28S rDNA data (MFES = 0.0174). (D'après Janies et Mooi, 1998).....	17
<b>Figure 12 :</b>	Présentation des gonades de <i>Xyloplax</i> , Infra-classe des concentricycloidea, face dorsal. B- face ventral. (d'après Haney, 2003).....	18
<b>Figure 13 :</b>	Anatomie d'un Oursin, modifié (d'après Brusca et Brusca, 2003) Source: <a href="http://www.tolweb.org/tree">http://www.tolweb.org/tree</a> .....	20
<b>Figure 14 :</b>	Description Anatomie de la face ventrale d' <i>Ophioderma longicauda</i> .....	21
<b>Figure 15 :</b>	Anatomie d'une ophiure. Modifié (d'après Brusca et Brusca, 2003) Source: <a href="http://www.tolweb.org/tree">http://www.tolweb.org/tree</a> .....	21
<b>Figure 16 :</b>	Régénération d'un Bras chez <i>Ophioderma longicauda</i> .....	23
<b>Figure 17 :</b>	Carte représentant, les relevés bathymétrique de la baie de Mostaganem Source : logiciel Maxsea version 10.1.3.2.....	24
<b>Figure 18 :</b>	Interface des changements des maximums des températures et des précipitations; PMAX : Précipitation maximum ; TXE : Température maximum. Source: (Bouras et <i>al.</i> , 2007).....	26
<b>Figure 19 :</b>	Variations, interannuelles du régime du vent. Source: (Bouras et <i>al.</i> , 2007).....	28
<b>Figure 20 :</b>	Circulation de l'eau atlantique modifiée (Millot, 1987).....	29
<b>Figure 21 :</b>	Présentation du site de Salamandre avec les deux stations (St1 & St2).....	30

<b>Figure 22 :</b>	Photo, montrant, la nature rocheuse du substrat de la station St du site de Salamandre.....	31
<b>Figure 23 :</b>	La densité de la couverture végétale, du substrat dur St2, Salamandre le long du pied de digue à talus.....	32
<b>Figure 24 :</b>	Présentation de site d'étude, de la plage de Stidia, Station St3.....	33
<b>Figure 25 :</b>	Quadra de 01 mètre carré de surface, utilisé sur les roches tombants au niveau du Station St2 du port de la Salamandre.....	35
<b>Figure 26 :</b>	Des mesures biométriques portées sur l'espèce, <i>E. sepositus</i> .....	37
<b>Figure 27 :</b>	Pesages et mensurations, biométriques de l'espèce <i>C. tenuispina</i> .....	38
<b>Figure 28 :</b>	Mesures biométriques et pesage, de L'espèce <i>O. longicauda</i> .....	39
<b>Figure 29 :</b>	Dissection d' <i>O. longicauda</i> , sous la loupe binoculaire marque ZEIZ.....	39
<b>Figure 30 :</b>	Proportion des Echinodermes, au niveau de la station St3 de Stidia.....	47
<b>Figure 31 :</b>	Proportion des Echinodermes, au niveau de St2 de site Salamandre.....	48
<b>Figure 32 :</b>	Abondance et richesse des groupes d'échinodermes dans les deux sites.....	49
<b>Figure 33 :</b>	Variabilité mensuelle, et L'abondance des groupes des échinodermes.....	50
<b>Figure 34 :</b>	Variabilité mensuelle et l'abondance de groupe des échinodermes.....	50
<b>Figure 35 :</b>	Groupes d'échinodermes retrouvés au cours de L'étude. (a: <i>P. lividus</i> ; b: <i>A. Lixula</i> ; c: <i>S. granularis</i> ; d: <i>E.sepositus</i> ; e: <i>C. tenuispina</i> ; f: <i>M. glasilis</i> ; g: <i>H. sanctori</i> ; h: <i>H.poli</i> ; i: <i>H. tubulosa</i> ; i: <i>O.longicauda</i> ).....	52
<b>Figure 36 :</b>	Eléments, permettant de reconnaître l'espèce <i>Paracentrotus lividus</i> .....	53
<b>Figure 37 :</b>	Les plaques su triangulaires d' <i>A.Lixula</i> .....	55
<b>Figure 38 :</b>	Partie ventrale du test <i>Sphaerechinus granularis</i> (voir incision marques).....	56
<b>Figure 39 :</b>	les différents spicules de <i>Holothuria polii</i> .....	61
<b>Figure 40 :</b>	Différents spicules de <i>Holothuria tubulosa</i> .....	62
<b>Figure 41 :</b>	Forme des spicules chez <i>Holothuria tubulosa</i> .....	63
<b>Figure 42 :</b>	<i>Stramonita haemastoma</i> récolté au pied de digue du port de la Salamandre.....	65
<b>Figure 43 :</b>	Le mollusque commun, de la méditerranée <i>Littorina littorea</i> (Linnaeus, 1758) en abondances le long de pied de digue du bassin du port de la Salamandre.....	66
<b>Figure 44 :</b>	<i>Aplysia punctata</i> (Cuvier, 1803.....	67
<b>Figure 45 :</b>	<i>Percnon gibbes</i> (H.milneEdwards, 1853), Salamandre.....	68
<b>Figure 46 :</b>	<i>Maja crispata</i> (Risso, 1827) retrouvé au port de la Salamandre.....	69
<b>Figure 47 :</b>	A : Crabe <i>Libinia sp</i> sous le binoculaire, observé sur la plage de Stidia A ; B : <i>Libinia sp</i> . Observé de au port de la Salamandre.....	70
<b>Figure 48 :</b>	Des touffes d' <i>Anemonia viridis</i> , dans les fonds rocheux, le long des digues du port de la Salamandre.....	71
<b>Figure 49 :</b>	<i>Actinia equina</i> (Linnaeus, 1758) observée au niveau de site de Salamandre.....	72
<b>Figure 50 :</b>	<i>Tripterygion</i> rouge mâle.....	73

<b>Figure 51 :</b>	<i>Tripterygion melanurum</i> femelle.....	73
<b>Figure 52 :</b>	<i>Gobius bucchichi</i> (Steindachner, 1870) dans son environnement, à l'intérieur de la barrière de la plage de Stidia.....	74
<b>Figure 53 :</b>	<i>Lepadogaster lepadogaster</i> (Bonnaterre, 1788) (A: face ventrale; B: face dorsale).....	75
<b>Figure 54 :</b>	<i>Sabella spallanzanii</i> (Gmelin, 1791) dans son environnement, fixé sur la roche de digue du port de Salamandre.....	76
<b>Figure 55 :</b>	Deux spécimens de <i>Codium bursa</i> , de grande taille, aplatis à gauche droite forme déprimés.....	77
<b>Figure 56 :</b>	<i>Caulerpa racemosa</i> & <i>caulerpa prolifera</i> in situ –Salamandre.....	78
<b>Figure 57 :</b>	<i>H. tubulosa</i> fréquente l'algue <i>Asparagopsis armata</i> au niveau du port de la Salamandre.....	79
<b>Figure 58 :</b>	Structure démographique de la population, d' <i>Echinaster sepositus</i> (A), et de <i>Coscinasterias tenuispina</i> (B); échantillonnées dans le site de la Salamandre. (En abscisse les classes de diamètre du disque (cm) et en ordonnées le nombre d'individus.....	80
<b>Figure 59 :</b>	Structure démographique de la population d' <i>Ophioderma longicauda</i> échantillonnée dans le site de Stidia. (En abscisse les classes de diamètre du disque (cm) (intervalle de 0,25cm) et en ordonnées le nombre d'individus).....	81
<b>Figure 60 :</b>	Relation entre le Poids du corps et la moyenne de la longueur des bras d' <i>Echinaster sepositus</i> , vivant à Salamandre.....	82
<b>Figure 61 :</b>	Relation entre le diamètre du disque et la moyenne de la longueur des bras de <i>Coscinasteria tenuispina</i> , vivant à Salamandre.....	83
<b>Figure 62 :</b>	Relation entre le diamètre du disque et la moyenne de la longueur des bras d' <i>Ophioderma longicauda</i> , vivant à Stidia.....	84
<b>Figure 63</b>	L'espèce <i>E. sepositus</i> , montrant la disposition des gonades chez la femelle (A et B); isolement des gonades (C); observation Microscope des ovocytes au MPau Gx:100 (D.....	85
<b>Figure 64 :</b>	Hermaphrodisme femelle observé chez <i>Echinaster sepositus</i> (a: femelle b: mâle).....	86
<b>Figure 65 :</b>	Hermaphrodisme mâle observé chez <i>E. sepositus</i> .....	86
<b>Figure 66 :</b>	Evolution mensuelle des indices physiologiques (indice gonadique moyen: IGm) et (indice de réplétion moyen: IRm) de <i>E. sepositus</i> , vivant à Salamandre.....	87
<b>Figure 67 :</b>	Évolution mensuelle de la température et de l'indice gonadique moyen de l' <i>Echinaster sepositus</i> , vivant dans le site Salamandre.....	88
<b>Figure 68 :</b>	Analyse modale mensuelles, des classes de tailles (toux sexes confondus) chez l'espèce <i>Echinaster sepositus</i> .....	89
<b>Figure 69 :</b>	Détermination de sexe chez <i>O. longicauda</i> : (A, B, D sexe femelle; C male).....	90
<b>Figure 70 :</b>	Examen macroscopique de disque chez <i>Ophioderma longicauda</i> .....	91
<b>Figure 71 :</b>	Différentes formes géométriques, des spicules de <i>Ophioderma longicaud</i> (i: c-rod ;)......	92

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau : 01</b>	Paramètres mesurés et calculés. (Grimes, 2010).....	42
<b>Tableau : 02</b>	Seuils et classification, des peuplements à partir de l'indice de Shannon H'.	44
<b>Tableau : 03</b>	Différents indices de diversité spécifique et de la richesse du peuplement aux niveaux des sites étudiés.....	51
<b>Tableau : 04</b>	Différents groupes de la communauté, des échinodermes observés aux niveaux des eux sites.....	52
<b>Tableau : 05</b>	Variabilité de la période de la reproduction chez <i>E. sepositus</i> en Méditerranée.....	95
<b>Tableau : 06</b>	Présentation de différentes tailles de disques chez <i>O. longicauda</i> au niveau de la région de la méditerranée.....	97
<b>Tableau : 07</b>	Pourcentage des Espèces d'échinodermes au niveau des deux sites .....	122

## Introduction

Les échinodermes, jouent un rôle primordial, dans le fonctionnement des écosystèmes marins côtiers et profonds. Leurs répartitions et leurs différentes stratégies écologiques, faits d'eux de bons indicateurs de la biodiversité en milieu marin (Hereu et al., 2003). A cet effet, plusieurs groupes d'espèces sont utilisés comme outils de surveillance et de contrôle de la qualité du milieu marin, représentant une fraction importante de la richesse, de la diversité et de l'abondance des communautés marines. De nombreux travaux de recherche ont souligné leurs intérêts (Fresi et al., 2005; Hyland, 2005; Liehr et al., 2005; Occhipinti-Ambrogi, 2005; Rumohr, 2005). Aussi, il est à noter que les échinodermes tiennent leur importance du fait qu'ils occupent tous les niveaux de la chaîne trophique: herbivores (échinidés), carnivores (quelques astérides), suspensivores (ophiurides, crinoïdes) et détritivores (astérides, holothurides, ophiurides).

En Algérie, les études sur la biodiversité des échinodermes ont concerné quelques travaux, où la diversité de ces derniers a été signalée sur les listes d'inventaires; établis pour des études du benthos. Au niveau de Mostaganem, aucune étude sur la biodiversité des échinodermes n'a été réalisée, les rares travaux traitant de la biodiversité marine de la région de Mostaganem ont signalé la forte présence de ce groupe au niveau de cette région.

Ainsi, cette étude se propose d'une part de combler l'absence d'inventaire et d'autre part de mesurer la biodiversité de ce groupe et d'évaluer la richesse du milieu. A cet égard deux sites ont été choisis, exposés différemment à un degré de pollution. Le site de Salamandre localisé au niveau du port, très influencé à différentes sortes de pollution et le site de Stidia qui apparait moins affecté par la pollution. Pour mener cette étude, on a utilisé les indices biotiques (Indice de Shannon Wiener ( $H'$ ) et indice d'équitabilité de Pielou ( $J'$ ) afin de caractériser la structure et la qualité du milieu des deux sites. Parallèlement à cette étude, on a essayé de déterminer les traits de vie des espèces d'échinodermes, *Echinaster sepositus* (Retzius, 1805) et *Coscinasterias tenuispina* (Lamarck, 1816), au niveau du site de Salamandre et *Ophioderma longicauda* (Retzius, 1789), au niveau du site de Stidia, qui sont les plus dominantes et susceptibles de nous donner plus d'informations sur la qualité écologique des milieux étudiés.

## **Chapitre I : Etudes Bibliographiques**

### **I. 1. Biodiversité concept et intérêt**

#### **I.1.1. Définition**

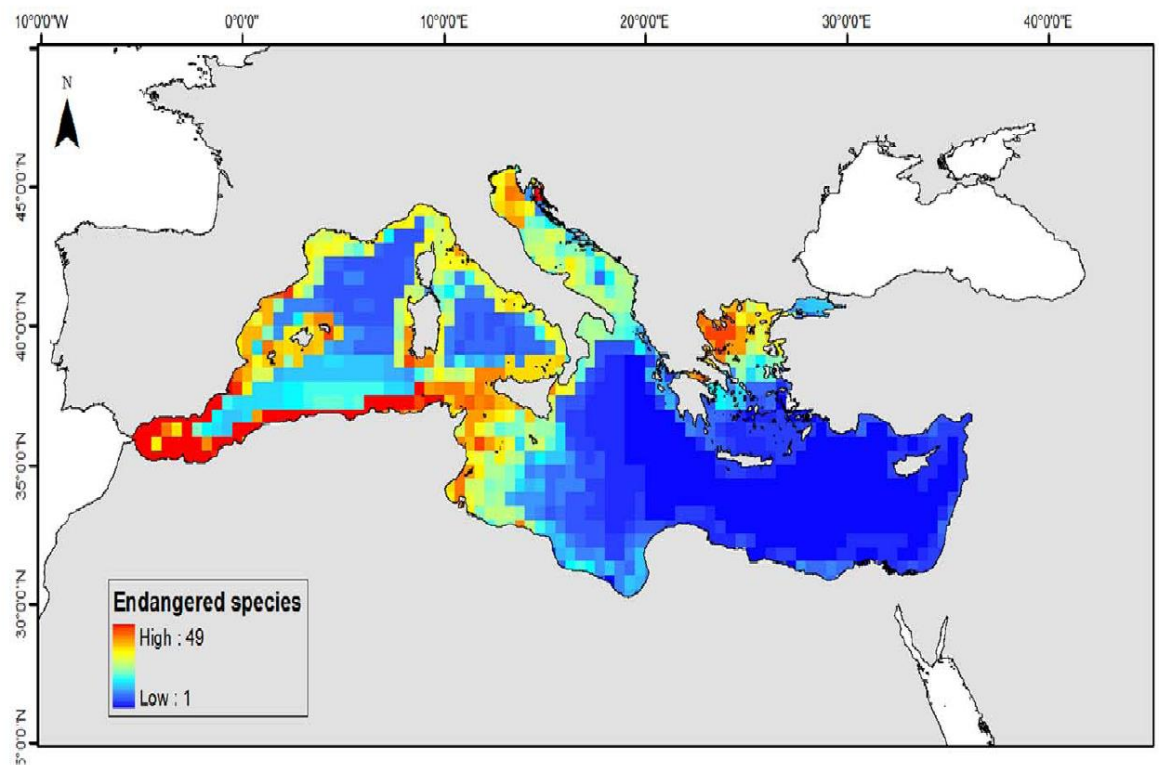
La biodiversité, ou diversité biologique, est la variété et la variabilité de tous les organismes vivants. Ceci inclut la variabilité génétique à l'intérieur des espèces et de leurs populations, la variabilité des espèces et de leurs formes de vie, la diversité des complexes d'espèces associées et de leurs interactions, et celle des processus écologiques qu'ils influencent ou dont ils sont les acteurs (Assemblée Générale de l'UICN, "the World Conservation Union, (Costa Rica, 1988).

Ainsi, il ressort de cette définition générale quatre types de biodiversité:

- a) Biodiversité génétique: Elle concerne des populations distinctes de la même espèce. Elle est utilisée dans le domaine du génie génétique.
- b) Biodiversité spécifique: Elle se rapporte à la fois au nombre d'espèces dans une région, «la richesse spécifique» et aux relations mutuelles entre espèces «la diversité taxinomique» exemple. Le nombre d'espèces terrestres est supérieur au nombre d'espèces marines, mais elles sont plus étroitement apparentées dans le milieu terrestre. Il en résulte que la diversité dans les écosystèmes est plus importante.
- c) la diversité des écosystèmes: qui fait référence à la variabilité des communautés biologiques, et à la dynamique et la nature de leur interdépendance et des interactions avec l'environnement. La diversité à ce niveau est distincte de (a) et (b), dans la mesure où elle comprend à la fois les parties vivante (biotique) et non vivante (abiotique).
- d) Biodiversité fonctionnelle: (diversité éco-systémique), Elle met en relation les diversités constitutives-génétiques et spécifiques ainsi la diversité structurelle et fonctionnelle des écosystèmes (abondance relative des espèces, structure des populations en classes d'âges, processus biologiques comme la prédation, le parasitisme, le mutualisme,. etc.).

### I.1.2. Biodiversité marine et son importance

Le hot spot de la biodiversité du bassin méditerranéen, est le deuxième plus grand hot spot du Monde et la plus grande des cinq régions de climat de la planète. Le hot spot s'étend sur plus de 02 millions de kilomètres carrés, du Portugal à la Jordanie vers l'est, et du nord de l'Italie au Cap-Vert, vers le sud. Le bassin méditerranéen représente le troisième hot spot, en diversité végétale, le plus riche du monde, (Mittermeier et *al.*, 2004). On y trouve environ 30 000 espèces de plantes, dont plus de 13000 endémiques ou n'existant nulle part ailleurs; de nombreuses autres découvertes sont faites chaque année.



**Figure 1:** Carte représentant le hot spot de la méditerranée, (avec 100 espèces menacées). Source: [www.plosone.org](http://www.plosone.org).

En Méditerranée, les inventaires font état de 10000 – 12000 espèces, ce qui équivaut à 4-18% (en fonction des groupes taxonomiques), des espèces marines connues dans le monde, et ce, sur respectivement 0,82% et 0,32% de la surface, et du volume de l'océan mondial. Elle constitue, l'un des 25 pôles de biodiversité reconnus à l'échelle planétaire. C'est, aussi, le cas pour le domaine continental du bassin méditerranéen, qui tout en ne représentant que 1,6% de la surface des continents, englobe 10% de la biodiversité mondiale.

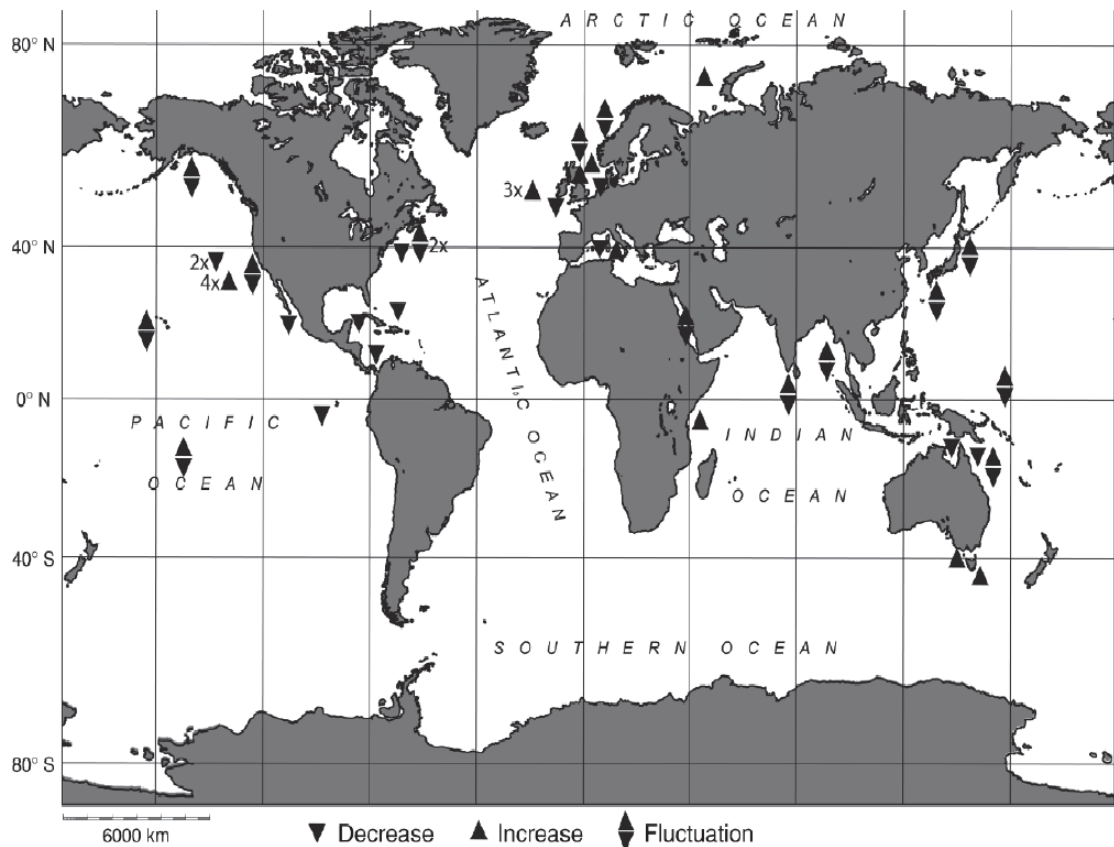
L'endémisme est plus important en Méditerranée qu'en Atlantique. Sur le plan biogéographique, le biote méditerranéen comporte, en effet, 55 à 77% d'espèces atlantiques, 03 à 10% d'espèces pantropicales, 05 % d'espèces lessepsiennes et entre 20 et 30 % d'espèces endémiques (PNUE-PAM-CAR/ASP, 2010).

### **I.1.3. Place des échinodermes dans la biodiversité marine**

Chez les échinodermes, plusieurs espèces indigènes présentent d'importantes fluctuations de densités, qui se manifestent dans le temps. Cette augmentation de densités se traduit, soit par des phénomènes de prolifération remarquables «Out-break», soit dans le cas contraire par des phénomènes d'extinction «Die-off»). Ainsi, pour les échinodermes, on parle soit d'explosion' soit de régression; ce qui constitue de fait ; une caractéristique originale propre à cet embranchement. (Uthicke et *al.*, 2009). Parmi les principales hypothèses avancées pour expliquer cette fluctuation on retrouve:

1. la variabilité des taux de fécondation, corrélée au niveau de densité des individus adultes, en lien avec les ressources trophiques disponibles pour les adultes (Lauzon Guay et Scheibling, 2007 ; Wahle et Peckham, 1999 ; Babcock et *al.*, 1994).
2. le développement larvaire de type planctotrophique (Uthicke et *al.*, 2009), la capacité d'adaptation des espèces à des modifications environnementales (Menge, 1982) et, pour certaines espèces, leur aptitude à s'agrèger (Guillou, 1996).

Ainsi, la régression, chez les échinodermes est directement ou indirectement liée à l'homme et attribuerait donc en partie, les fluctuations observées à des perturbations d'origine anthropique comme la surpêche de prédateurs/compétiteurs (Jackson et *al.*, 2001 ; Worm et *al.*, 2005), les maladies (Scheibling et Hennigar, 1997), les fluctuations de nourriture (Brodie et *al.*, 2005) et le climat notamment à travers une augmentation des flux d'eau continentale riches en nutriments (Birkeland, 1982 ; Glynn, 1985 ; Fabricius, 2006). Par ailleurs, les échinodermes qui ont proliféré de façon spectaculaire dans les différentes régions du globe, appartiennent principalement aux classes des étoiles de mer, et des oursins et dans une moindre mesure à celles des holothuries et des ophiures (Uthicke et *al.*, 2009).



**Figure 2:** Carte mondiale des espèces d'échinodermes qui présentent de larges fluctuations de densité (▼▲), de densité croissante (▲), et de densité décroissante (▲) (d'après Uthicke et *al.*, 2009)

## I.2. Généralités sur les échinodermes

Les Échinodermes, sont des organismes exclusivement marins, caractérisés par une symétrie Pentaradiaire et par la présence d'un squelette calcaire interne. On en compte environ 6000 espèces, dont la grande majorité vie en étroite relation avec les fonds marins. Les échinodermes, sont parmi les invertébrés, les plus répandus et certains d'entre eux comme les étoiles de mer sont de véritables symboles de la vie marine (Belanger, 2009).

Les échinodermes, peuvent s'avérer fort utiles dans certains cas, particulièrement lorsque les organismes normalement utilisés ne sont pas présents dans le milieu étudié. Ces organismes possèdent pour la plupart les caractéristiques recherchées chez un Bio-indicateur (Arnauld et *al.*, 2006). L'utilisation de la macrofaune benthique en tant qu'indicateur (descripteur) de l'état de l'environnement marin s'est renforcée ces dernières années dans diverses régions du monde aussi bien, en milieu marin côtier que profond. En général, les échinodermes remplissent les conditions

qui font d'eux de bons descripteurs écologiques (In grimes, 2010), (Fisher et al., 2001), qui sont décrits ci-dessous:

Les descripteurs écologiques doivent avoir:

1. Une sensibilité aux actions anthropiques et aux mesures de conservation;
2. Interagir avec l'ensemble de leurs populations;
3. Avoir une bonne représentativité;
4. Accessibilité sur le terrain, ce qui facilite les recensements et les identifications après un effort d'échantillonnage raisonnable;
5. Offrir des avantages de mesures écologiques sans risque de destructions;
6. Occuper tous les niches des consommateurs dans les chaînes trophiques;

Toutes ces conditions, semblent être vérifiées chez les échinodermes; Ils sont sessiles ou ne se déplacent que sur de courtes distances, sont faciles à capturer et à identifier et comptent parmi les espèces prédominantes de la macrofaune benthique de nombreux écosystèmes marins (Warnau et al., 2006). De plus, ils occupent toutes les niches des consommateurs dans les chaînes trophiques, depuis les (oursins), jusqu'aux filtreurs (ophiures, crinoïdes), aux détritivores (holothuries, ophiures) aux carnivores (étoiles, ophiures) et aux nécrophages (étoiles, ophiures). Les régimes alimentaires spécifiques de ces organismes (holothuries dépositaires, oursins brouteurs, étoiles de mer prédateurs de mollusques), peuvent fournir des renseignements précieux sur les transferts trophiques des différents polluants étudiés (Den-Besten et al., 2001; Warnau et al., 2006).

### **I.2.1. Importance des échinodermes marins**

L'une des perspectives patrimoniales, abordée en 21<sup>ème</sup> siècle est les mesures de conservation de la biodiversité. Il s'agit de la mise en œuvre, une gestion adéquate, par des scientifiques (In Polverini, 2011).

Le concept de valorisation des invertébrés marins, telle que la macrofaune benthique représentaient par les échinodermes, reste l'un des outils biologiques, les plus utilisés. Ces derniers sont considérés comme des bioindicateurs, dans les habitats des fonds marins ou des descripteurs biologiques adéquats, capables de mesurer le degré de changement écologique en raison surtout des conditions qu'ils remplissent, telles que : l'abondance, la dispersion, la sensibilité, et l'interaction trophique. De plus, le fait que les échinodermes occupent toutes les niches de consommateurs, leurs

rôles est important dans la gestion et la dégradation de la matière organique des fonds marins, ils assurent le fonctionnement structural des écosystèmes côtiers et profonds. Sous l'influence de facteurs environnementaux complexes et grâce à la structure des peuplements benthiques et à l'organisation des espèces au sein de ces peuplements; il est possible d'apprécier la qualité globale du milieu à travers les bio-indices structuraux (Dauvin, 1993). Il est à noter, que leurs populations, peuvent considérablement osciller entraînant des phénomènes: « d'explosions» ou à l'inverse « d'extinctions » en fonction des changements de l'ensemble de la communauté (e.g. Sala *et al.*, 1998 a).

Parmi les échinodermes, on retrouve les holothuries qui couronnent le concept écologique, formant un compartiment majeur de l'écosystème à *Posidonia oceanica*. Elles jouent un rôle important dans le recyclage de la matière organique et dans l'oxygénation du sédiment du fond marin. (Mezali et Francour, 2012).

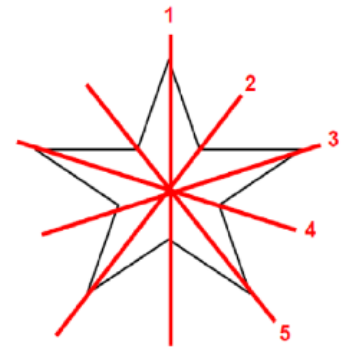


d'Échinodermes, tous pentaradiées, sont bien individualisées, voir la position du Xyloplax, qui semble bien apparenté avec le groupe des astérides, au sein même des eleuthérozoa, attribuée à l'infra classe concentricycloidea (Baker *et al.*, 1986) où seulement trois espèces ont été décrites (*Xyloplax janetae* n. sp. *Xyloplax medusifformis* et *Xyloplax turnerae*).

### I.2.3. Caractéristiques communes des échinodermes

Répondus dans toutes les mers du globe et à toutes les profondeurs, les échinodermes forment un groupe benthique important. Le terme d'échinoderme (Grec: hérisson et derma, peau) désigne donc des animaux ayant une peau recouverte d'épines. Ils constituent l'un des groupes les mieux caractérisés du règne animal, et ils se reconnaissent à première vue, indépendamment d'autres particularités de leur organisation, ils présentent avant tout des caractères essentiels:

- ✓ Symétrie penta radiaire (5 bras), d'autres symétrie bilatérale mieux adaptée aux déplacements (état larvaires).
  - ✓ Squelette calcaires (carbonate de calcium, en plus chez les étoiles de mer et oursin et ou moins chez les holothuries)
  - ✓ Spicules
  - ✓ Animaux en général diurnes
  - ✓ Grand pouvoir de régénération (après une amputation).
  - ✓ La bipolarités face orales et aborale
  - ✓ Système aquifère (ambulacraires) intervient dans la locomotion et la prise de nourriture
  - ✓ Espèces sédentaires
- Les échinodermes se divisent en six classes :
1. Classe: Echinoidea (oursins)
  2. Classe: Holothuroidea (concombres de mer)
  3. Classe: Asteroidea (étoiles de mers)
  4. Classe: Ophiuroidea (étoile fragile)
  5. Classe: Crinoidea
  6. Classe: Concentricycloidea



<b>Class: Echinoidea</b>	<b>Class: Holothuroidea</b>
Order: Cidaroida	Order: Dendrochirotida
Order: Echinothuroida	Order: Dactylochirotida
Order: Diadematoïda	Order: Aspidochirotida
Order: Pedinoïda	Order: Elasipoda
Order: Salenoïda	Order: Apodida
Order: Phymosomatoïda	Order: Molpadiïda
Order: Arbacioïda	Class: Crinoidea
Order: Temnopleuroïda	Order: Isocrinida
Order: Echinoida	Order: Comatulida
Order: Holoctypoida	Order: Millericrinida
Order: Clypeasteroida	Order: Bourgueticrinida
Order: Cassiduloïda	Order: Cyrtocrinida
Order: Spatangoida	
Order: Neolampadoïda	
Order: Holasteroida	
<b>Class: Asteroidea</b>	<b>Class: Ophiuroidea</b>
Order: Brisingida	Order: Oegophiurida
Order: Forcipulatida	Order: Phrynophiurida
Order: Valvatida	Order: Ophiurida
Order: Notomyotida	
Order: Paxillosida	<b>Class: Concentricycloidea</b>
Order: Velatida	Order: Peripodida
Order: Spinulosida	

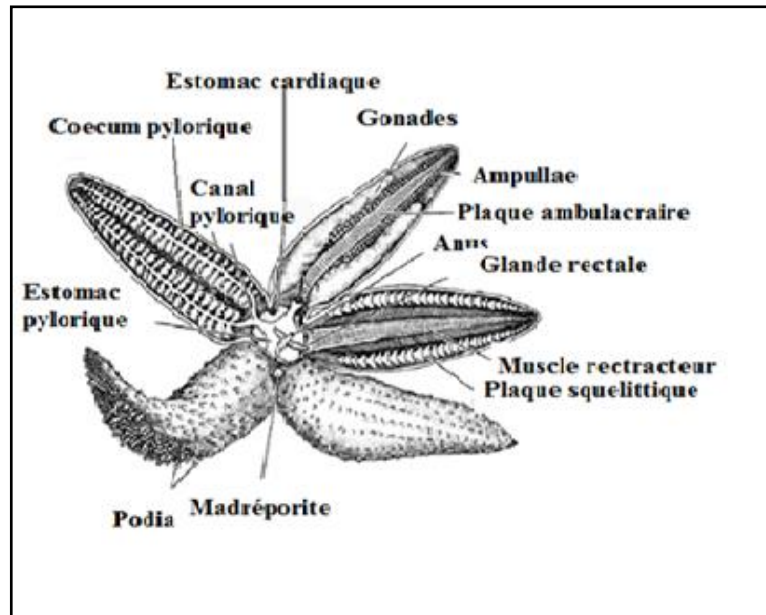
Les concentricycloïdes, récemment découverts en 1986 et encore très mal connus (Ruppert et Barnes, 1994). L'espèce a été retrouvée dans les abysses au nord de l'Océan Pacifique et le sud de New Zealand et au niveau de la mer de Tasman, ainsi qu'aux Bahamas, entre 1057-1208 m de profondeur.

#### **I.2.4. Ecologie et anatomie des échinodermes marins**

##### **I.2.4.1. Caractères morphologiques et anatomiques des échinodermes**

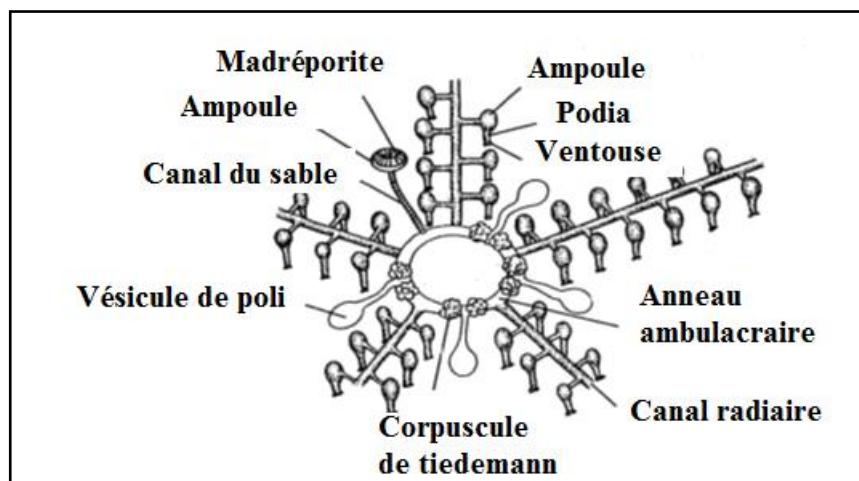
Squelette : Les échinodermes sont des animaux acéphales, (sans tête) à la peau rugueuse pouvant être hérissée de piquants. Ils ont un squelette, constitué de spicules (chez les holothuries) ou de plaques qui peuvent porter des épines (étoiles de mer, ophiures), des piquants (oursins) et des pédicellaires, appendices articulés (figure 4).

Cet endosquelette dermique calcaire composé de plaques, plus ou moins jointives et soudées permet le mouvement.

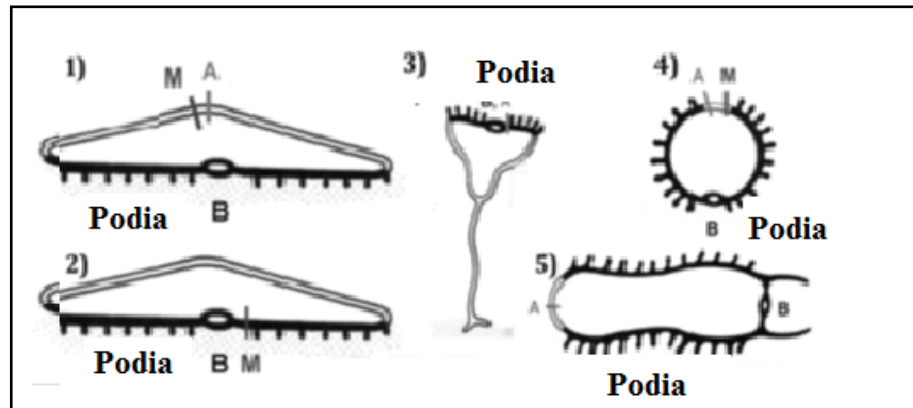


**Figure 4:** Description anatomique d'une étoile de mer (Brusca, 2003)

**Le système aquifère:** ou ambulacraire, est formé de canaux remplis de liquide d'une composition très similaire à l'eau de mer (figure 5), qui passe à travers une plaque calcaire criblée de petits trous, communément appelée la plaque madrépore ou madréporique. L'animal benthique se déplace grâce au système hydraulique qui circule à l'intérieur des canaux ambulacraires dont des petits pieds ou podia à ventouse se déclanchent pour s'adhérer aux différents types du substrat (figure 6).



**Figure 5:** Système ambulacraire ou aquifère d'une astérie (d'après Brusca, 2003)



**Figure 6:** Schéma illustrant la position des podia, le madréporite (M), l'anus (A) et la bouche (B) chez les Astérides (1), Ophiuridés (2), Crinoïdes (3), Echinidés (4) et Holothuridés (5).

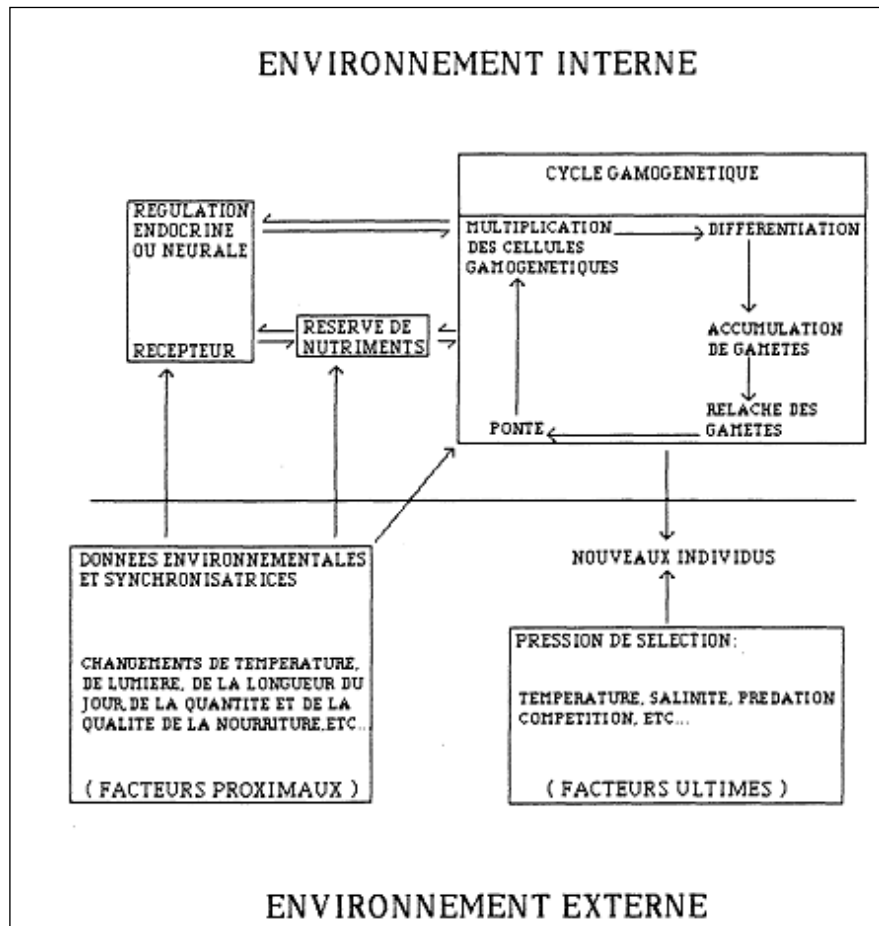
**Système respiratoire:** Chez les échinodermes, le transfert de l'oxygène et les éléments nutritifs à l'intérieur des tissus se fait via le système aquifère, toutes les espèces qui possèdent des podia s'en servent pour les échanges gazeux puisque ceux-ci peuvent capter l'oxygène grâce à leurs vésicules et le transmettre aux différents organes. Si on prend l'exemple des holothuries, ces derniers ont des organes arborescents qui communiquent avec l'extérieur par le cloaque. L'épiderme porte parfois des branchies ciliées ou a lieu un échange à contre-courant permettant une plus grande diffusion, les pieds ambulacraires forment également une surface d'échange, l'azote est rejeté chez les échinodermes sous forme ammoniac ou remplaçant le système excréteur. Quant aux échinides, de nombreux oursins réguliers possèdent 10 fentes sur leur test. De ces fentes peuvent sortir de petits sacs tégumentaires qui jouent le rôle de branchies. Chez les Etoiles de mer, on retrouve des branchies appelées papules et chez les Ophiures, celles-ci sont appelées bourses et sont situées à la base des bras.

**Le système nerveux :** chez les échinodermes est formé de deux éléments principaux, anneau nerveux central et des nefs radiales chez étoiles de mer. L'extrémité des bras possèdent des organes oculaires pour s'orienter par rapport à la surface.

**Le système reproducteur:** Le plus souvent, les sexes sont séparés. Il existe quelques cas d'hermaphrodites. La fécondation est externe et a lieu, dans l'eau de mer. La plupart ont une larve pélagique nageuse, l'adulte se forme par bourgeonnement; les Échinodermes sans dimorphisme sexuel, les gamètes sont relâchés dans l'eau de mer

où a lieu la fertilisation, les œufs sont en général incubés à proximité des pores génitaux. Ils peuvent rester au contact du tégument ou de l'estomac dévaginé chez certaines étoiles de mer. En générale la ponte dépend aux facteurs environnementaux exogènes qui imposent une périodicité (Sastry, 1975 ; Smith, 1971). La reproduction chez la plupart des échinodermes, serait un phénomène cyclique (Chia, 1966a ; Giese, 1959 ; Thorson, 1949), d'autre, comme les Crinoïdes gardent les embryons collés aux pinnules jusqu'au stade de larve achevée selon (Giese, 1959).

Ce sont les facteurs physico-chimiques représentés surtout, par la température qui peut avoir des effets sur la nourriture disponible, le métabolisme, donc sur la croissance (Giese, 1959 ; Fuji, 1960), suggère la température, comme facteur de déclenchement de la ponte, non comme l'atteinte d'un seuil de température définie pour provoquer la ponte mais plutôt comme d'un écart de température à l'intérieur duquel la ponte est possible. Cependant, la température est considérée comme facteur d'inhibition ou de ralentissement de la nutrition, selon (Smith, 1971). D'autres auteurs, comme (Himmelman, 1979), trouve une inconsistance entre la température et la ponte comme chez le genre de chiton *Mopalia*. Un autre facteur influençant la reproduction serait la photopériode selon (*In* Boivin, 1985) Ces facteurs du milieu influencent et synchronisent le cycle reproductif par leur intervention. Les événements gamogénétiques sont contrôlés par des facteurs endogènes, mais la synchronisation des individus est probablement coordonnée par un ou des facteurs externes (Chaet et McConnaughy, 1959 ; Himmelman, 1979 ; Giese et Pearse, 1974), présentent une figure résumant très bien le cadre théorique des mécanismes de régulation de la reproduction (figure7).



**Figure 07:** Résumé des mécanismes de régulation de la reproduction chez les échinodermes marins (d'après Giese et Pearse, 1974)

En générale, il existe trois types de stratégie de reproduction chez les invertébrés marins (Thorson, 1949 ; Smith, 1971):

- 1) Pondre beaucoup de petits œufs, libérés dans le plancton (planctophages).
- 2) Pondre de gros œufs, moins nombreux mais avec suffisamment de vitellus pour nourrir la larve jusqu'à la fixation benthique.
- 3) Pondre un faible nombre de gros œufs, couvés ou attachés au substrat

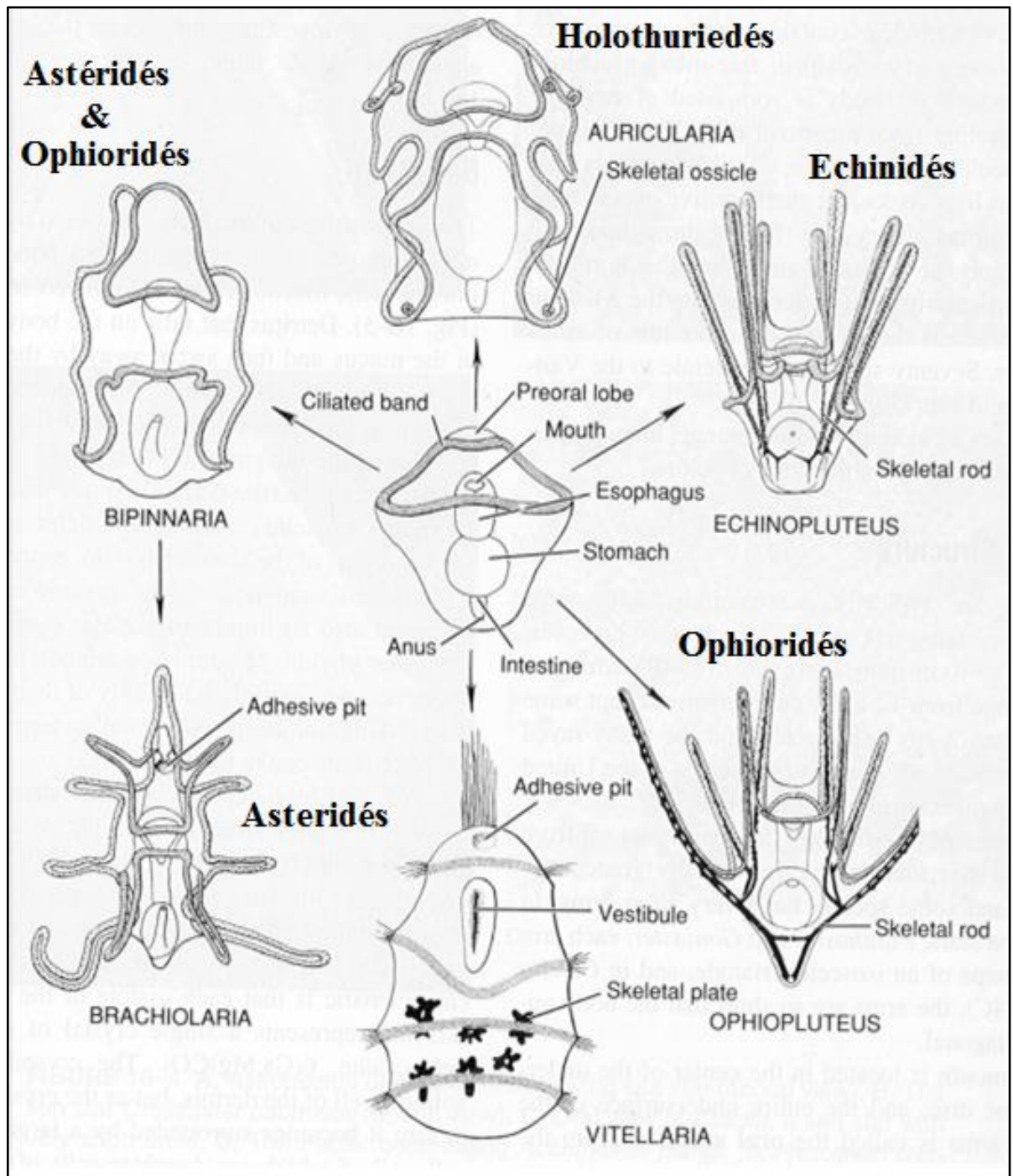


Figure 8: Différentes larves des échinodermes

### I.2.4.2. Description générale de la classe des Crinoïdes



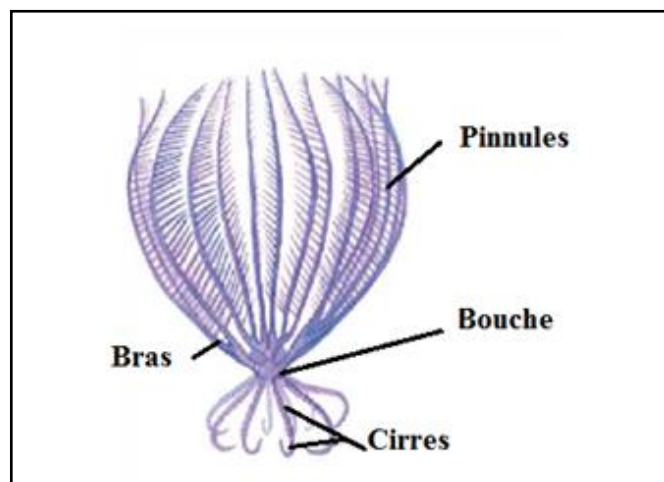
**Figure 9:** Image d'une Crinoïde ou comatule (*Lamprometra sp.*)

Source : [www.jcgrignard.com](http://www.jcgrignard.com)

Elles possèdent au minimum 10 bras ou 5n bras, on peut observer la présence de cirres qui permettent aux espèces de se détacher du pédoncule de bouger sur le fond.

Il s'agit d'espèces microphages. On peut observer la présence de sillons qui dirigent les aliments vers la bouche. Il y a quelques 1000 à 1500 orifices, qui mettent l'animal et son système aquifère en contact avec l'environnement. Deux caractères permettent de les classer parmi les être évolués ou primitifs s'affrontent :

- ✓ Primitifs présentent une fixation au substrat
- ✓ Les évolués présentent Système nerveux



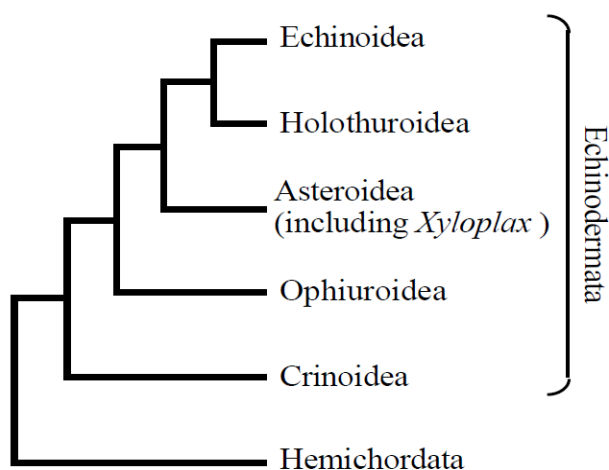
**Figure 10:** Morphologie d'un crinoïde (Miller-harlev, 2001)

Environ 600 espèces, dont une centaine vient dans les fonds marins, à grande profondeur, toutes les espèces sont libres, comme les Comatules ou «plumes de mer», elles sont formées d'un corps, le calice, protégé par des plaques calcaires, qui porte des bras creux, allongés, au nombre d'un multiple de 5, plus ou moins ramifiés, collecteurs de nourriture et jouant aussi un rôle locomoteur. Certaines comatules tropicales possèdent jusqu'à 200 bras, la bouche et anus sont situés dans la couronne des bras. Sur la face opposée, les espèces libres portent de courts appendices de fixation temporaire, (les cirres). L'espèce ne possède pas (la plaque madréporite, piquants, pédicellaires). Les crinoïdes peuvent régénérer en quelques semaines des bras abîmés.

#### I.2.4.3. Description générale de la classe des Concentricycloïdes

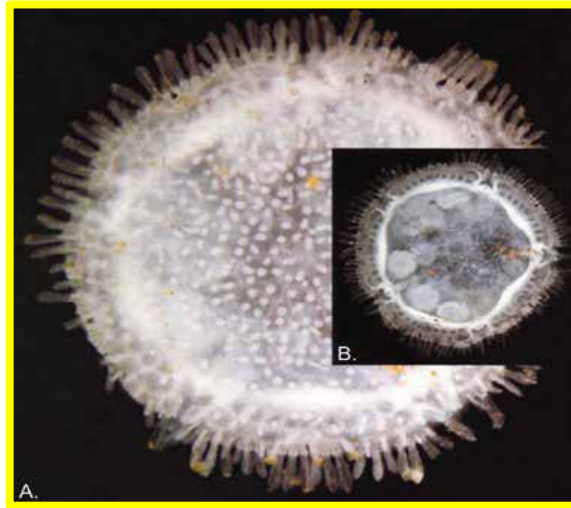
L'espèce est décrite, avec des petits disques flottant dans l'eau à l'échelle millimétrique, 10 mm de diamètre, de vue elle ressemble à une méduse flottante. Elle est de forme circulaire avec des plaques calcaires, le corps est plat entouré d'une série de piquants, trois espèces illustrent ce groupe : *Xyloplax medusiformis*

(Baker et al., 1986), *Xyloplax turneae* (Baker, Rowe & Clark, 1988), et *Xyloplax janeta*, le genre *Xyloplax* (Christopher L Mah, 2006) présente une compatibilité avec les données phylogénétiques du groupe des astéridés et les ophiuridés. Une affinité phylogénétique mis en évidence par l'analyse cladistique et le séquençage nucléotides (Janies et Mooi, 1998).



**Figure 11:** Résultats des données, résumé des analyses aperçus des différents types de support topologique a dapter par 18S and 28S rDNA data (MFES = 0.0174), (D'après Janies et Mooi, 1998)

Les espèces abyssales se nourrissent probablement de biofilms bactériens proche a du bois putréfier. *X. turnerae* est pourvue d'un estomac réduit, mais *X. medusiformis* n'a qu'un système digestif. Les trois espèces citées sont de sexes séparés, avec une fécondation interne, les gonades sont parfois visibles par transparence dans l'animal, formant cinq couples de taches marron-rouges; seule *X. medusiformis* est vivipare avec certitude (figure.12).



**Figure 12:** Présentation des gonades de *Xyloplax*, Infraclasse des concentricycloidea, A- facedorsal. B- faceventral (Haney, 2003).

#### I.2.4.4. Description générale de la classe des astéroïdae

Les astéroïdae, ont des bras qui peuvent atteindre jusqu'à 60cm de long, leurs bras sont au nombre de 5, le tout attaché à un disque central, une amputation suite à une mal formation ou à une blessure peut éventuellement modifier ce nombre, les plaques calcaires ne sont pas jointives, ce qui fait que si les plaques venait à être mise à nu (après avoir sécher l'animal), elles tomberaient, n'étant plus maintenues, on peut observer des papules, la surface de l'animal est ciliée, cela lui sert à débarrasser les vases, l'animal possèdent des pédicellaires. L'appareil ambulacraire est présent avec deux types de podia :

- Les podias avec ventouses pour les substrats durs
  - Les podias sans ventouse pour les substrats meubles
- Le système nerveux est non ganglionnaire (non centralisé)
    - ✓ Ils sont macrophage : ils se collent au bivalve, collent leurs ventouses et tirent, exerçant ainsi une forte pression sur le bivalve. Lorsque la coquille est ouverte, l'étoile de mer crache ses enzymes digestives sur le corps du bivalve, le prédigérant, avec une dévagination de l'estomac

✓ Ils sont microphage :

- Ils possèdent 10 gonades (2 par bras). Pourtant on ne peut déterminer le sexe de l'animal que lors de la reproduction

Près de 100 espèces couvent les œufs jusqu'à l'éclosion des larves, et parfois même jusqu'au stade juvénile (Chia, 1966a). Le plus commun des modes est celui où la femelle maintient les embryons ou les larves sous la surface du disque comme chez *Leptasterias pusilla* (Fisher, 1930) *L. aequalis*, (Stimpson, 1862) et *L. hexactis* (Stimpson, 1862). Les premières étapes du développement se font dans l'estomac *L. tenera* (Stimpson, 1862) et *Granasternutrix* (Studer, 1885). D'autres espèces gardent leurs jeunes sur la partie aborale comme chez *Ctenodiscus crispatus* (Retzius, 1805)

#### **1.2.4.5. Description générale de la classe des Echinoidea**

Le diamètre maximum est de 36cm. Ils ne possèdent pas de bras différenciés et il n'existe aucun caractère sexuel secondaire, seule la couleur des gonades durant la période de reproduction permet de différencier les sexes. Les plaques calcaires sont suffisamment proches pour pouvoir tenir ensemble dans le cas où l'animal serait séché et les plaques mises à nu. Pour la locomotion, il existe 2 systèmes :

- ✓ Des podias
- ✓ Des piquants

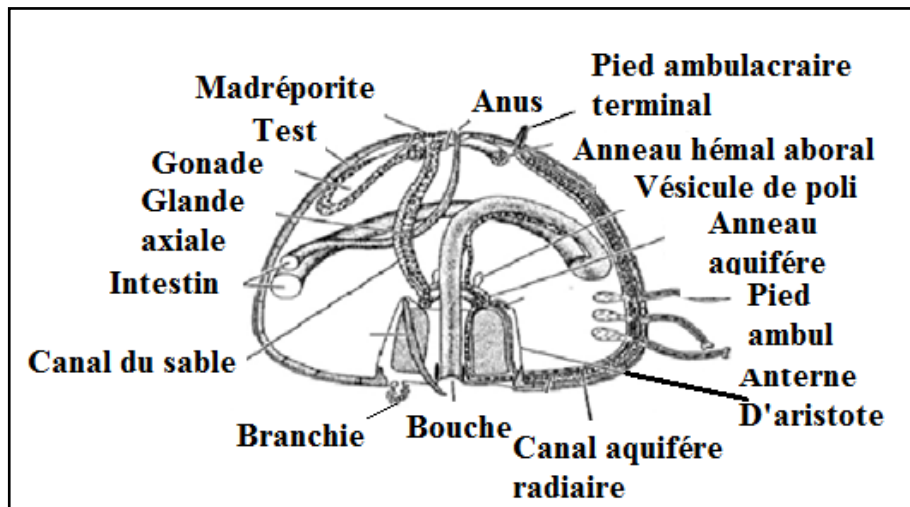
Ce sont des animaux racleurs. Ils possèdent un système de dents compliqué. Il existe en effet 5 dents autour de la bouche, c'est ce que l'on nomme la lanterne d'Aristote d'Aristote, le siphon permet le départ facilité de l'eau, ce qui concentre mieux la nourriture. On observe 5 paires de branchies qui font saillies autour du péristome.

Ils possèdent aussi, des pédicellaires. Il existe une certaine tendance à la symétrie bilatérale, c'est grâce à cela que l'on peut différencier :

- ✓ Les oursins réguliers
- ✓ Les oursins irréguliers qui possèdent des piquants très courts qui leur permettent de se déplacer par natation. Ils se déplacent toujours dans le même sens.

Chez les échinides, représentés par les oursins, de nombreuses espèces ont des piquants, leur forme est variable: subsphérique, subconique, cordiforme, aplatie ou discoïdale. Les oursins subsphériques et subconiques sont représentés par les oursins réguliers à symétrie radiaire, bouche et anus étant situés aux deux pôles, tandis que

les espèces cordiformes et aplaties, sont représentées par les oursins irréguliers avec une symétrie bilatérale plus nette.



**Figure 13:** Anatomie D'un Oursin, modifié (d'après Brusca et Brusca, 2003)

#### **1.2.4.6. Description générale de la classe des Ophiuridae**

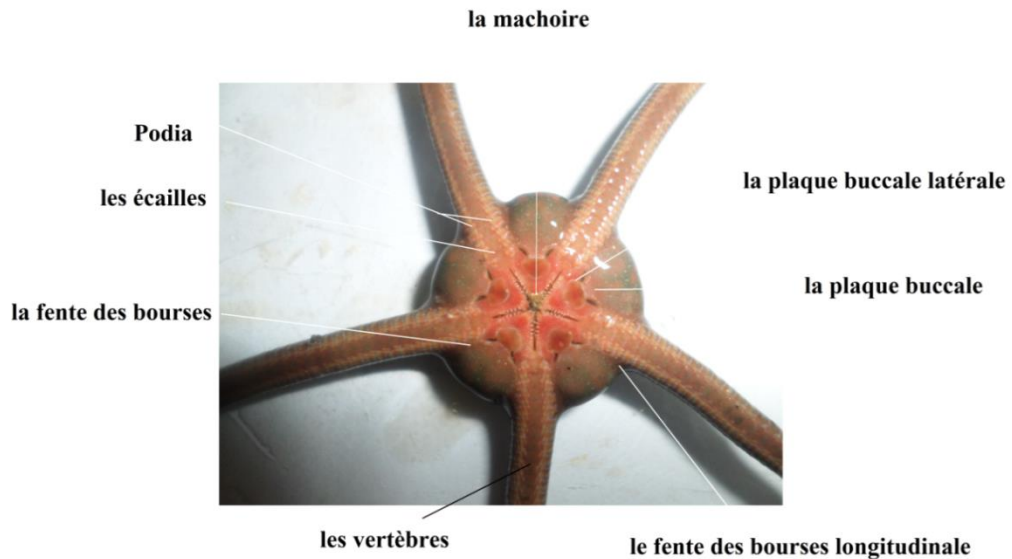
Un total de 2064 espèces d'ophiures a été recensé dans le monde (Störh *et al.*, 2012). Toutes les ophiures sont exclusivement marines, en général, on peut observer chez ces espèces :

- ✓ Des vertèbres
- ✓ Des piquants
- ✓ Des bourses qui servent à la respiration, des bourses dites aussi gonades et des bourses qui servent à la gestation.

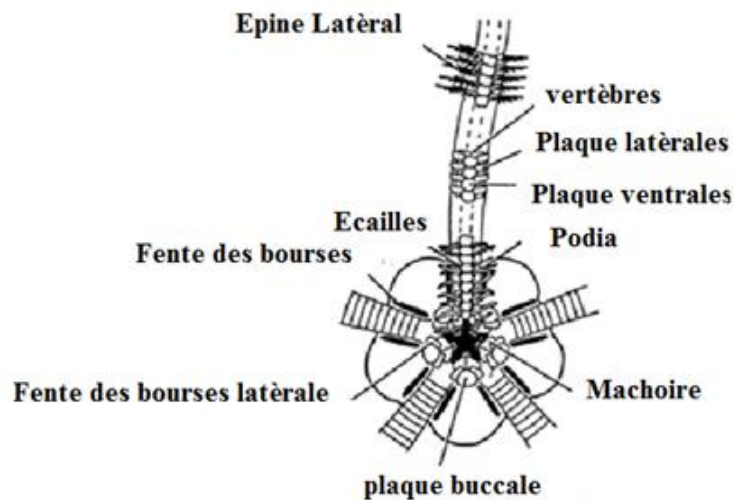
Absence d'intestin et anus, quant à l'estomac, il ne peut pas s'évaginer, par contre, ces animaux peuvent présenter le phénomène d'éviscération, c'est-à-dire l'éjection sous le stress du contenu du disque central. On constate aussi le phénomène d'autotomie, grâce à une musculature particulière, un bras se casser volontairement pour se libérer d'un prédateur.

Les ophiures se composent d'un disque plat arrondi, à partir duquel partent cinq bras simples quelques fois ramifiés, longs, grêles et tout à fait distincts du disque, la face ventrale du disque porte une bouche centrale ouverte sur une cavité générale renfermant un tube digestif appelé le sac stomacal ainsi que les bourses portant les glandes génitales. Chacune de ces bourses (10 au total) s'ouvrent vers l'extérieur par une fente longitudinale étroite, visible sur la face ventrale, de chaque côté de la base

des bras. Ces fentes ont à la fois une fonction de respiration (échanges gazeux) et de reproduction (libération des produits sexuels) (Koehler, 1969 ; Southward et Campbell, 2006). Deux paires de tubes ambulacraires (appelés podia ou tentacules) se distribuent en deux rangées.



**Figure 14:** Description Anatomie de la face ventrale de de *Ophioderma longicauda* PHOTO : BENZAIT Hocine



**Figure 15:** Anatomie d'une ophiure. Modifié (d'après Brusca et Brusca, 2003)

Selon (Warner, 1982) les ophiures peuvent être carnivores (prédatrices et/ou nécrophages) et se caractérisent en général par la présence de courtes épines, sur les

bras afin de saisir leurs proies. Les espèces peuvent être également dépositives et capter les particules à la surface du sédiment à l'aide de leurs podia, on distingue également des espèces microphages, lorsqu'elles se nourrissent de petites particules animales ou végétales au niveau du sédiment ou en suspension.

En général, les espèces sont gonochoriques (sexes séparés), rarement hermaphrodites, une fois les gamètes mâles et femelles libérés dans le milieu, les œufs fécondés se métamorphosent en une larve appelée ophiopluteus. On distingue deux types de développement larvaire chez les ophiures: les larves lecithotrophiques qui dépendent des ressources vitellines présentes dans l'œuf et les larves planctotrophiques qui dépendent du plancton (Stöhr, 2005).

### **1.2.5. Caractéristiques comportementales**

Les échinodermes, plus particulièrement les ophiures et les étoiles de mer sont pourvus d'une faculté de régénération (une automutilation volontaire), d'une partie du corps, dont le rôle est de minimiser les dommages et d'assurer le maintien des tissus restants. Les bras sont constitués d'une série de segments identiques. Lorsqu'un bras s'autotomise, la rupture du tendon permet au segment de muscle autotomisé de se séparer nettement du reste du bras (Wilkie et Emson, 1987) ; beaucoup d'échinodermes montrent une large gamme de réponse à l'intensité lumineuse. Les ophiures ne présentent pas d'yeux spécialisés, toute fois leur réaction vis-à-vis de la lumière est liée à la présence de récepteurs photosensibles sur le tégument. En effet, la sensibilité à la lumière semble corrélée à des structures spécialisées (microlentilles de calcite) localisées au niveau des plaques dorsales des bras. L'existence de ces photorécepteurs permet d'élucider le comportement des ophiures, depuis la détection d'un congénère, d'un prédateur jusqu'au retrait rapide vers une zone de refuge (Aizenberg et *al.*, 2001).



**Figure 16:** Régénération d'un Bras chez *Ophiodrma longicauda*

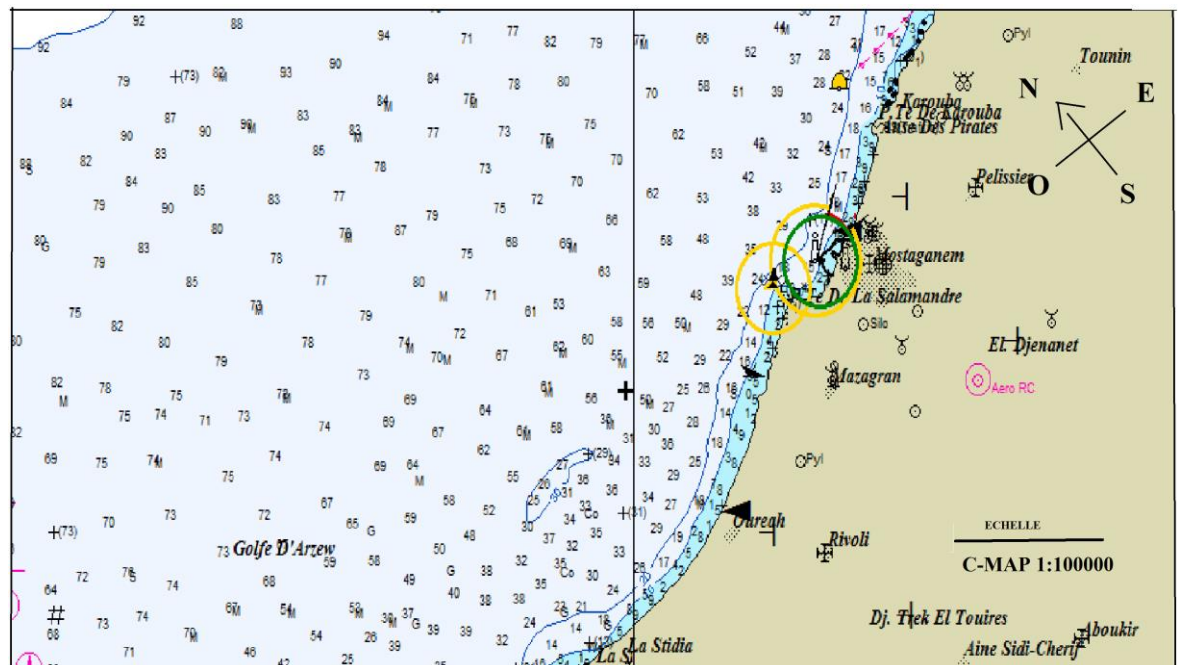
La connaissance des liens, entre les ophiures et différentes sources trophiques, au sein des systèmes qui les hébergent, constitue une étape clé, dans la compréhension du processus d'expansion des espèces. Les écosystèmes marins côtiers sont le réceptacle de la matière organique (fraîche et détritique), dérivée d'une production primaire autochtone très diversifiée (herbier, phytoplancton, macro algues, microphytobenthos) mais, aussi, de matériel organique terrigène délivré par les apports d'eaux douces. Cette diversité de sources de matières organiques accompagne d'une variabilité spatio-temporelle (Canuel et *al.*, 1995) en lien avec les caractéristiques biotiques et abiotiques des écosystèmes, autant de facteurs qui les rendent complexes du point de vue trophique. Si le phytoplancton semble constituer une base essentielle dans le régime alimentaire à titre (*Ophiothrix fragilis* (Abildgaard, 1789), (Warner, 1982 ; Davoult et Gounin, 1995), étudier à la pointe de Bretagne, la nature exacte des particules ingérées et assimilées par *Ophiocomina nigra* (Abildgaard, 1789 in O.F. Muller, 1789), reste encore peu connue.

## Chapitre II : Matériel & Méthodes

### II.1. Choix des sites

Deux sites ont été choisis (Stidia et Salamandre), qui sont situés dans la baie de Mostaganem, dans sa partie Est; soumis à des degrés différents aux rejets anthropiques. Le choix des sites tient compte des différences de localisation géographique, d'urbanisation du littoral et des conditions hydrodynamiques. Ces sites ont été choisis également pour des raisons pratiques, telles que la facilité d'accès sans avoir recours à une embarcation.

#### II.1.1. Présentation de la baie de Mostaganem



**Figure 17:** Carte représentant les relevés bathymétriques de la baie de Mostaganem  
Source : logiciel Maxsea version 10.1.3.2

Située au Nord-Ouest du territoire national, Mostaganem est une ville côtière, caractérisée par la présence d'un cordon littoral, d'une longueur de 124km, qui débute de l'embouchure de El-Mactaa à l'Ouest, au Cap Nagraoua à l'Est Avec un climat semi-aride et des températures chaudes notamment la saison estivale, la wilaya couvre une superficie de 2.269 Km<sup>2</sup>, limitée au Nord par la mer de la Méditerranée, à l'Ouest par les wilayas d'Oran et de Mascara, à l'Est par la wilaya de Chleff et au Sud par la wilaya de Relizane. Elle est peuplée de 745.500 habitants (RGPH., 2008).

La wilaya est victime du phénomène de littoralisation, dont les côtes subissent continuellement des agressions anthropiques (les rejets des eaux usées et industrielles, les apports agricoles en pesticides, ouvrages portuaires), ainsi que les apports terrigènes en sels nutritifs, provenant des Oueds (Oued chalef, Oued Kramis, Oued Roumane, Oued El Abid, Oued Seddaoua et Oued Zerrifa), caractérisés par des périodes de crues hivernales et des baisses périodiques en saison chaude.

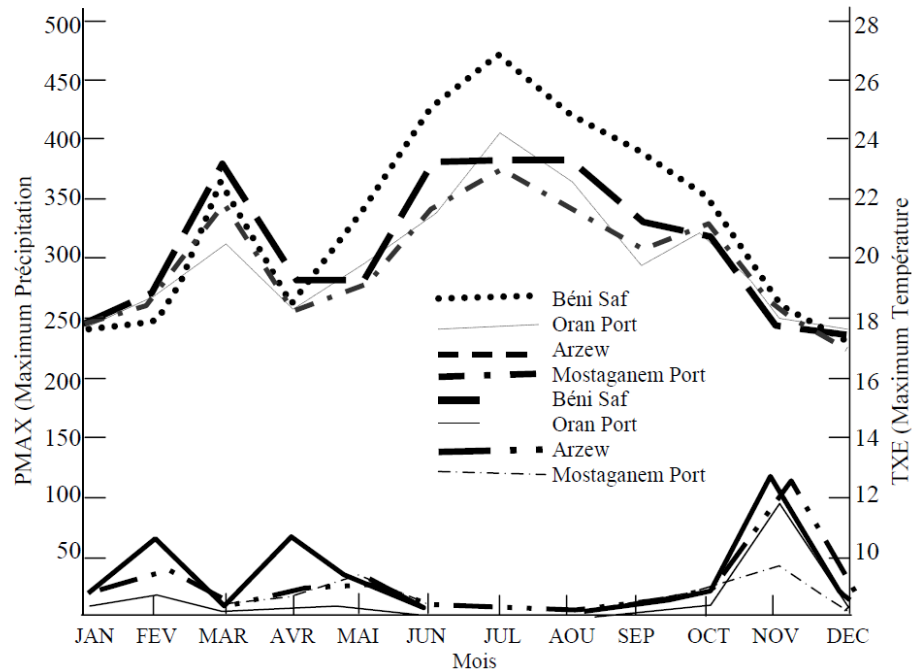
La configuration sous-marine est formée de pentes douces, avec des fonds sableux et argileux par endroits isolés et avec des fonds rocheux. La pluviométrie est irrégulière. Les cotes algériennes sont influencées par le courant occidental de la Méditerranée, caractérisés par un apport d'eau atlantique, venant du détroit de Gibraltar. Ce courant se divise en deux, d'une part, il remonte le long de la côte Ouest de la Corse et continue le long des côtes françaises et espagnoles, formant ainsi le courant liguro-provençal; d'autre part, il continue le long des côtes Algériennes, où une seconde subdivision s'effectue alimentant la courantologie de la mer Tyrrhénienne et de la Méditerranée orientale (Benzohra, 1993). Le flux moyen de cette eau est de l'ordre de un million de m<sup>3</sup>/s soit 31.600 Km<sup>3</sup>/an. Ce flux détermine, par son importance, la circulation générale de la méditerranée occidentale. Ces eaux ont une salinité inférieure à 36,5‰, au fur et à mesure de leur progression vers l'Est. Elles se méditerranéisent, le long des côtes algériennes et atteignent une salinité de 37‰ en été. Ainsi, les salinités des eaux algériennes hors des zones d'embouchures varient peu (Lacombe et Tchernia, 1960 ; Grovel, 1961).

#### II.1.1.1. Caractéristiques hydrologiques

**La pluviométrie:** varie entre 350 mm sur le plateau et 400 mm sur le piémont de Dahra Cette région de Mostaganem, est caractérisée par des pluies à basse fréquence. En effet, la distribution des pluies vers le sud, montre une profonde dichotomie entre les deux interfaces (marine et continentale); le mois de Juin, les eaux côtières gardent une température avoisinant les 20°C et donnerait de faibles précipitations littorales. Toutefois, il est probable que l'enregistrement continental, en terme de précipitation, soit plus faible que celui du large (Bouras et *al.*, 2004 ; Bouras, 2007). Les moyennes mensuelles des pluviométries météorologiques entre 1976 à 2000, montrent des maximas et des minimas d'amplitudes inégales, générant différentes reconfigurations et réponses écologiques de l'ensemble de l'écosystème côtier.

Le maximum principal des précipitations est centré sur le mois d'Octobre à Décembre, et atteint en moyenne 150mm, alors que le maximum secondaire, centré sur les mois de

Janvier à d'Avril, ne dépasse pas 60mm en moyenne (Figure 18). Les minimas, de Juillet et d'Août, ne dépassent pas 10mm ; ceci est en parfaite cohérence avec les variations saisonnières des températures maximales. En effet, au moment où elles s'annulent, les précipitations augmentent et vice versa.



**Figure 18:** Interface des changements des maximums des températures (Bouras et *al.*, 2007) et des précipitations. PMAx : Précipitation maximum ; TXE : Température maximum

**La température:** est un élément clé, en Océanographie. Ce facteur contrôle en surface l'intensité des échanges mer-atmosphère et conditionne largement et significativement l'écologie des systèmes marins et côtiers; les observations effectuées entre 1976 à 2000 en face d'Oran, de Béni Saf, d'Arzew et de Mostaganem, sur la côte et au-dessus du plateau continental algérien, témoignent de la présence de fortes fluctuations saisonnières. Les années modèles obtenues le long du littoral et du plateau continental et les moyennes mensuelles montrent :

- une décroissance de la température de Septembre à Février.
- une valeur minimale en Décembre-Janvier ( $T_p = 6-8 \text{ }^\circ\text{C}$ ).
- une augmentation du mois de Mars au mois de Juin.
- un maximum de Juin à Août ( $T_p = 25-28 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

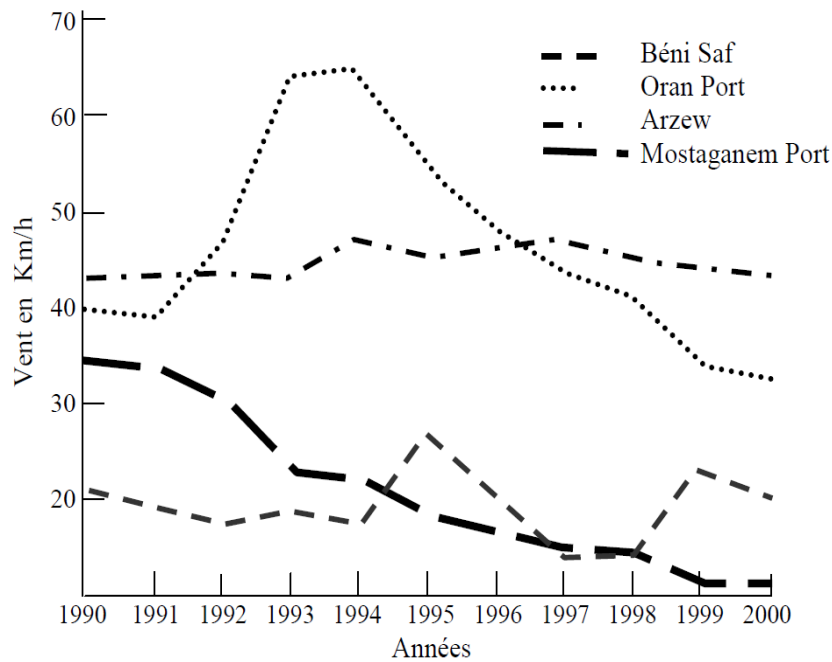
Généralement, la région côtière, se distingue par un signal semi-annuel, plus prononcé, le refroidissement apparaît en surface et il est souvent masqué; en partie, par les eaux chaudes d'origine continentale. La variabilité saisonnière moyenne de la température, le long de la côte et du plateau oranais, montre des minima absolus. De plus, la température tant en surface qu'en subsurface y croît d'Est en Ouest. Les différentes données (Guibout, 1987) ont montrés que la profondeur de la thermocline est plus faible à l'Est qu'à l'Ouest et il en est de même de l'amplitude, de la variabilité saisonnière. Toutefois, on peut noter une durée de refroidissement, en particulier en hiver, légèrement supérieure (de 2 à 3 semaines). Si l'on se déplaçait le long de la côte de Béni-Saf, vers Mostaganem, on pourrait bien noter des similitudes qui se transformeraient subitement à l'Est de Mostaganem. On peut envisager que les axes méridiens et verticaux étant pris respectivement du Sud vers le Nord et de la profondeur vers la surface, cette distribution cohérente souligne la quasi-simultanéité des remontées (up-welling) du niveau marin (Milot, 1989).

**La salinité:** est un facteur physique très important, pour l'ensemble de l'écosystème du plateau continental; elle joue un rôle primordial, dans la densité et la qualité de l'eau et elle détermine aussi la vitesse du courant géostrophique. La salinité de surface, au voisinage de la côte est de l'ordre de 36‰ à 38‰. Ces fluctuations sont associées aux changements de pluies et températures locales, dont le maximum se situe en été. La salinité décroît légèrement d'hiver en été, période qui correspond au maximum de température, cette évolution saisonnière est extrapolable et cette modification se distingue de celle de la température par un accroissement mensuel d'énergie. Cette différence peut s'expliquer par l'apport des cours d'eaux (Macta, Tafna, Chleff). Dont les conséquences sur la variabilité sont plus importantes pour la salinité de surface que pour la température (Bouras et Boutiba, 2004).

#### II.1.1.2. Caractéristiques hydrodynamiques

**Le vent:** Les observations marines côtières, montrent que les vents des secteurs d'Oran et d'Arzew sont dominants, pendant les saisons automnales et hivernales, par rapport à ceux de Béni-Saf de Mostaganem, la direction des vents est presque perpendiculaire, par endroit, à la côte. Les flux d'humidité associés à ces derniers ont un parcours exclusivement marin et subissent l'effet de divergence, induit par l'irrégularité des reliefs, la régression des pluies pour le littoral côtier occidentale, peut être expliqué par l'absence de vent, entraînant, une diminution du niveau marin et des nouvelles données en termes de sels nutritifs, un impact écologique de l'ensemble de l'écosystème marin.

Selon (Bouras et *al.*, 2006), l'importante fluctuation du pic de pluie du littoral, doit appartenir à la thermodynamique de surface, au large du bassin. Globalement, l'alternance des changements thermiques et pluviométriques provoque le refroidissement saisonnier des eaux de surface côtières, ces fluctuations climatiques bouleversent l'intensité des échanges avec l'atmosphère et redistribuent la quantité de chaleur, qui conditionne les activités vitales du domaine marin.



**Figure 19:** Variations interannuelles du régime du vent (Bouras et *al.*, 2007)

**Le courant:** Vue la configuration de la mer méditerranéenne, qui se divise en plusieurs petites mers: (mer Adriatique, mer d'Alboran, Tyrrhénienne, bassin Levantin, et Algéro-provençal, ionienne), et sa géomorphologie sous-marine accidentée, l'eau atlantique peu salée pénètre en surface par le détroit de Gibraltar, transformée en eaux méditerranéenne, plus dense, avec un taux de renouvellement varie entre 50 ans a 100 ans (Millot et Taupier-Letage, 2005), les courants génèrent des tourbillons de quelques centaine de kilomètre, avec un durée de vie qui varie entre quelques mois à quelques années, d'autre sont connus; exemple le Lerapetra observé au Sud-Est.



**Figure 20:** Circulation de l'eau atlantique modifiée d'après (Millot, 1987).

Ainsi, l'eau atlantique modifiée (Benzohra, 1993), arrivée au bassin algérien en une couche superficielle de 150 mètres d'épaisseur, et une température de  $15\text{ C}^{\circ}$  à  $23\text{ C}^{\circ}$  en surface, et de  $13.5\text{ C}^{\circ}$  à  $14\text{ C}^{\circ}$  en profondeur, l'eau est plus au moins stable, avec un courant en veine étroite (Millot, 1987 ; Millot, 1993 et Benzohra, 1993) et associés à des up-welling, une des conséquences d'enrichissement majeure, augmentant les capacités trophiques de milieu. Le sens et l'intensité de ce courant sont en fonction de l'amplitude et de l'incidence de la houle par rapport à la côte de la topographie et de la granulométrie des sédiments (Millot, 1989). Les courants de la côte arrivent moins intenses en profondeurs, orientés principalement vers l'Est (*In* Boubenia, 2011). L'intensité du courant d'Ouest prédomine en surface, de janvier à février, et au niveau du golfe d'Arzew, il tend à s'affaiblir en Juillet, Août et Octobre.

Ces différents paramètres, influencent les variations saisonnières, de la teneur en oxygène. En saison chaude, la teneur en oxygène dissous dans les eaux, du plateau continental algérien, décroît rapidement de la surface vers la profondeur (Leclaire, 1972). Par contre, en saison froide une très forte homogénéisation, sur toute la couche d'eau est observée (Servain et *al.*, 1982). Dans les deux cas, la teneur en  $\text{O}_2$ , varie avec la profondeur; ce qui est en harmonie avec un up-welling peu profond.

**La houle :** La houle est un facteur important, qui détermine l'hydrodynamisme sédimentaire particulièrement à des profondeurs moins importantes. Sa propagation et sa direction est liée à celle du vent. La cote de Mostaganem est influencée par du vent venant de N.E. en été et au début de l'automne avec une amplitude de faible houle. Par contre, le vent venant de N.O génère en saisons d'hiver et de printemps, une houle avec

une amplitude importante. Les houles de secteur Est et Nord- Ouest, présentent sensiblement les mêmes fréquences d'apparition, avec une légère prédominance des houles de direction Nord-Ouest, les houles de secteur Est et Nord-Est sont les moins fréquentes. (In Chihebe, 2013).

En général, les houles de petites et moyennes amplitudes, ne sont notables que dans les zones de déferlement et n'affectent donc que le triage des sables et des graviers de la frange littorale (fond -10 m). Ils assurent le transport latéral par dérive littorale et la dispersion. Par contre, les houles de fortes amplitudes pourraient agir jusqu'à des fonds de (40 m - 60 m).

**La marée :** En méditerranée, la marée est presque nulle et les variations annuelles du niveau de la mer, sont de l'ordre du mètre, selon les saisons. Une forte évaporation par rapport aux apports fluviaux et aux précipitations, engendrant un niveau très bas, avec une augmentation de température ; en été particulièrement.

### II.1.2. Site de Salamandre

Ce site est localisé à l'intérieur d'un port, caractérisé par une concentration de toutes les flottilles confondues, (Chalutier, Sardinier, Plaisanciers, etc...), à l'exception des marchandises. Les flottilles rentrent au bassin d'accostage par un passage étroit appelé le cercle d'évitage (Figure 21). Le port a une forme de (T), et de (L), jouant un rôle de brise vents et de barrière de protection contre le fort hydrodynamisme, (les incidents des houles et des forts courants, vents dominants). Le poste d'accostage est fortement envasé ; la zone d'échantillonnage est caractérisée par deux stations (St1 et St2) (Figure 21).



**Figure 21:** Présentation du site de Salamandre avec localisation des deux stations d'Etude (St1 & St2)

- Station N° 1 :

La station N° 1, est située dans le port de Salamandre, avec les coordonnées GPS 35° 55' 18.90 '' N 0°03'15.58''E ; elle est caractérisée par des digues à talus, formant un substrat dur, composé par des éboulis, et un empilement des blocs (grosses pierres). La profondeur varie entre 5 à 6 mètres, le substrat est colonisé par une ceinture rocheuse recouverte par des algues brunes, constituant un refuge et une réserve en nourriture (épiphytes), pour la faune.

Comme tous les ouvrages portuaires, le site est exposé aux actions anthropiques, définies par une intense pollution, (d'hydrocarbure, peintures, lubrifiants). Ces polluants couvrent la surface des eaux des bassins, accélérés par l'action de vidange des engins de pêches, (observation personnel).



**Figure 22:** Photo montrant la nature rocheuse du substrat de la station St1 du Bassin d'accostage du port de la Salamandre PHOTO : BENZAIT Hocine

- Station N° 2 :

La station N° 2 est exposée au vent dominant venant de Nord-Ouest, située 35°55' 17.22 N 0°03' 18.39 ''E. par coordonnées GPS. Elle subit continuellement la force des vagues et des houles ainsi que l'hydrodynamisme. Le substrat est dur, configuré par des gites et des blocs couverts d'algues denses ; la forme des roches est fortement façonnée par des courants, les cavités sont profondes, ce qui offre un abri, pour diverses espèces cryptiques et un refuge pour les espèces vulnérables contre les prédateurs.

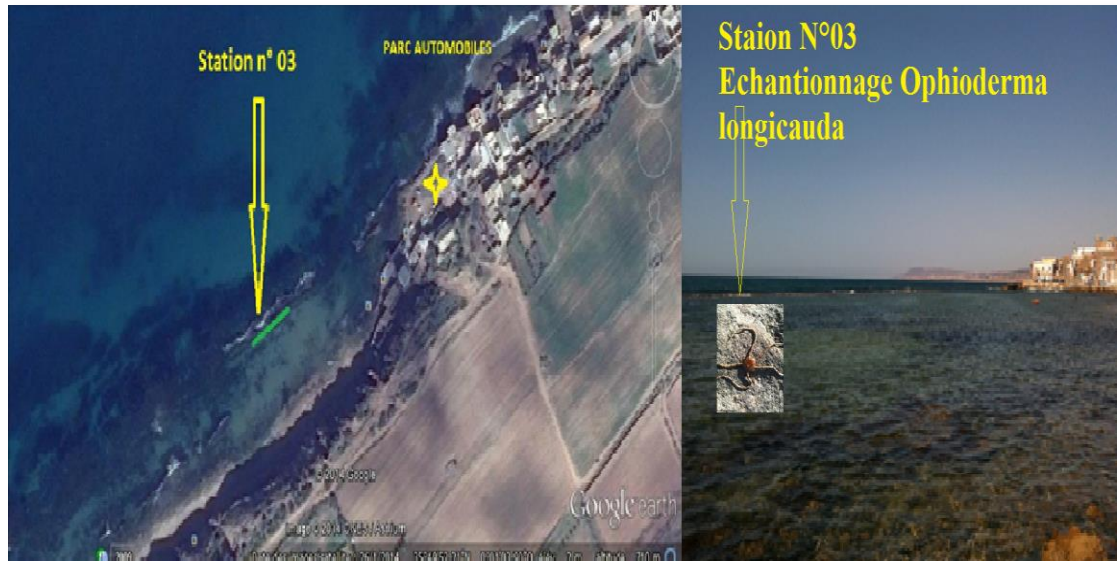
La profondeur est importante, elle peut atteindre les 11 mètres. L'eau est moins trouble par contre les eaux des bords de zone d'évitage, le facteur de turbidité est plus prononcé. La végétation est très dense s'installe le long de la ceinture (Figure 23).



**Figure 23:** La densité de la couverture végétale du substrat dur station St2 –Salamandre le long de pied de digue à talus PHOTO : BENZAIT Hocine

### II.1.3. Site de Stidia

Stidia est un petit village de 15.000 habitants situé à 15 Km à l'Ouest de Mostaganem. Le site est caractérisé par un substrat dur au niveau des premiers mètres de profondeur (entre 0-3m) et vers le large, le substrat change et devient meuble caractérisé par du sables fins et grossier ; la zone d'échantillonnage présente les coordonnées suivantes : GPS 35° 49'51.71'' N 0° 01'06.74'' O (Figure 24). Certains traits particuliers, fait de la plage de Stidia une frange côtière, riche en biocénose de la posidonie. Ces banquettes de feuilles mortes sont signe de l'existence d'un fort hydrodynamisme (Mezali, 2007).



**Figure 24:** Présentation de site d'étude de la plage de Stidia, St 3

L'hydrodynamisme au niveau de ce site engendre en permanence un échouage important des feuilles mortes, appelée aussi la litière. Cette dernière s'installe sur les franges de la cote, favorisant épanouissements des biotopes aux différents organismes vivants.

## II.2. Méthodes d'échantillonnage

L'objectif d'une stratégie d'échantillonnage, est de parvenir, à travers un plan d'échantillonnage, à une estimation la plus précise possible ; des paramètres étudiés et de leur variabilité, en prenant en compte les connaissances préalables du milieu et les contraintes logistiques (Blanchet, 2004). Pour notre part, la considération des interactions entre la structuration des espèces d'échinodermes et les facteurs environnementaux, en particulier l'effet de l'hydrodynamisme, la nature du substrat et le degré d'exposition aux différentes sources de pollution, constituent un élément fondamental de notre stratégie d'échantillonnage.

Dans cette étude, deux parties distinctes ont été réalisées :

- La première partie, concerne l'inventaire des espèces des échinodermes, au niveau des deux sites étudiés, en contribuant à l'évaluation de l'état écologique des deux milieux.
- La deuxième partie, traite de l'évaluation de la structure démographique de trois espèces d'échinodermes dominantes à savoir : (02 espèces d'astéroïdes)

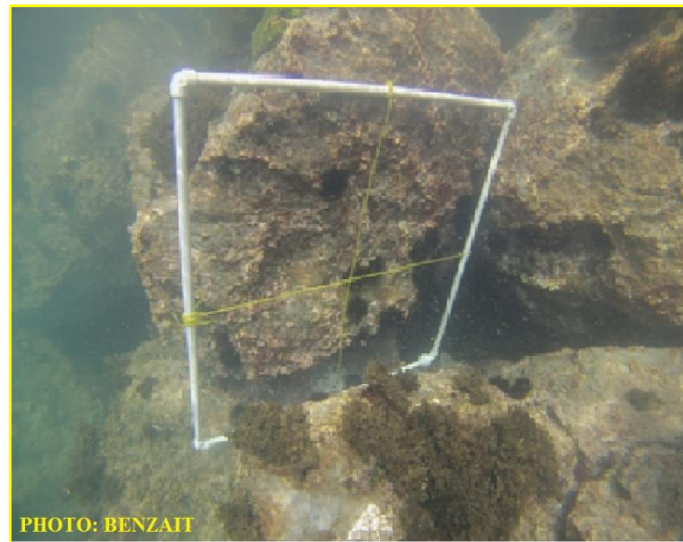
*Echinaster sepositus* (Retzius, 1805) et *Coscinasterias tenuispina* (Lamarck, 1816) au niveau du site de Salamandre et une espèce d'ophiures *Ophioderma longicauda* (Retzius, 1789) au niveau du site de Stidia.

### II.2.1. Echantillonnage pour réaliser l'inventaire

Disposant de très peu de données, tant quantitatives que qualitatives; des zones d'étude, nous avons adopté, la méthode qui consiste à utiliser un quadra de 01 mètre carré, tout le long d'un transect linéaire de 15 mètres. Le quadra est fabriqué avec du tube HP dur, (Figure 25), d'un diamètre de 14 mm, comme l'on cela a été utilisé, par plusieurs chercheurs tels que (Harmelin et *al.*, 1981 ; Azzolina, 1988 ; Le Direach, 1987 ; Semroud, 1993 ; San-Martin, 1995). Aux niveaux des deux sites, l'échantillonnage a été réalisé mensuellement, à partir du mois d'avril, jusqu'au mois d'août de l'année 2014 (soit 05 mois de prélèvement).

La diversité biologique des sites, a été appréciée en notant en particulier, la présence de toutes les espèces d'Echinodermes (Holothuries, Etoiles de mer, Ophiures, Oursins) sur une ardoise en pvc; seules les espèces, dont l'identification était douteuse ont fait l'objet d'une récolte (les espèces sont transportées dans une glacière et ramenées au laboratoire a l'état frais).

L'abondance des individus, appartenant aux différentes classes d'échinodermes, a été réalisée, en effectuant un dénombrement par m<sup>2</sup>. Il est à noter, que le groupe des ophiures a été très difficilement dénombré, particulièrement au niveau du port de Salamandre, où ces espèces présentent un caractère cryptique et se cachent au niveau des fissures, des trous et des crevasses profondes, que présentent les rochers, (l'espèce se refuge loin de la lumière et des prédateurs).



**Figure 25:** Quadra de 01 mètre carré de surface, utilisé sur les roches tombant au niveau du St2 du port de la Salamandre.

### II.2.2. Echantillonnage pour déterminer les traits de vie de quelques espèces d'échinoderme

Durant les mois de prospection réalisés, avant d'entamer l'inventaire, des espèces d'échinodermes, mis à part, les échinides; nous avons remarqué, la dominance de deux espèces d'astéroïdes *Echinaster sepositus* (Retzius, 1805) et *Coscinasterias tenuispina* (Lamarck, 1816) au niveau du site de Salamandre, à deux endroits différents, d'où le choix de deux stations afin de nous permettre d'étudier les traits de vie de ces deux espèces, au niveau du site de Salamandre; Ainsi qu'une autre espèce d'ophiuride *Ophioderma longicauda* (Retzius, 1805), qui apparaît comme dominante au niveau du site de Stidia plage. Par conséquent, et selon le temps qui nous a été imparti pour réaliser ce mémoire, comme c'est détaillé ci-dessous, on a déterminé :

- Pour l'espèce *Echinaster sepositus* (Retzius, 1805)
  - La structure démographique de toute la population et la relation taille-poids, pour cela un prélèvement annuel de 238 individus de l'espèce *Echinaster sepositus* (Retzius, 1805) a été réalisé sur une période, allant d'août 2013 à août 2014.
  - Le suivi du développement des gonades, sur une période de six mois allant de Mars 2014 à Août 2014.

- Pour l'espèce *Coscinasterias tenuispina* (Lamarck, 1816)
  - La structure démographique de toute la population et la relation taille-poids, pour cela, un prélèvement annuel de 180 individus de cette espèce a été réalisé sur une période allant d'Août 2013 à Juillet 2014.
- Pour l'espèce *Ophioderma longicauda* (Retzius, 1789)
  - La structure démographique de toute la population et la relation taille-poids, pour cela un prélèvement annuel de 80 individus de cette espèce a été réalisé sur une période allant de Décembre 2013 à Août 2014.

### II.3. Traitement au laboratoire

Dans la même journée qui suit l'échantillonnage, deux types d'échantillons ont été transportés et traités au laboratoire.

#### II.3.1. Traitement au laboratoire pour l'étude de la diversité des échinodermes

Pour l'inventaire et la détermination de la diversité des échinodermes, les espèces d'échinodermes difficiles, à identifier *in situ*, ont été récoltées individuellement et une fois au laboratoire, on a procédé à l'identification de ces espèces en s'aidant des clés d'identification ; ensuite elles ont été conservées dans des bocaux contenant de l'eau de mer et du formol et portant toutes les informations nécessaires (le lieu, la profondeur, la nature du substrat, le numéro du quadra et la date de prélèvement).

#### II.3.2. Traitement au laboratoire pour l'étude des traits de vie des espèces d'échinodermes

Un autre échantillonnage a été traité comme suit, selon l'espèce étudiée:

- ❖ Pour l'espèce *Echinaster sepositus* (Retzius, 1805)

Mensuellement une trentaine d'individus, de l'*Echinaster sepositus* (Retzius, 1805) est récolté en scaphandre autonome, en apnée à une profondeur allant de 3 à 9 m, au niveau de la station N°1 du site de Salamandre. Une fois au laboratoire, les échantillons sont d'abord mesurés, pesés, disséqués et sexé. Pour la détermination de la structure démographique et de la relation taille – poids, des mesures métriques ont été faites sur un total de 238 individus, à l'aide d'un pied à coulisse à 1mm près pour le diamètre du disque, et 0.02 mm pour la longueur des bras (Figure 26). Le poids total de chaque individu, récolté est pesé avec une balance à 0.1 g près de précision. Pour le suivi du développement des gonades et de la variabilité du contenu digestif, sur l'ensemble des

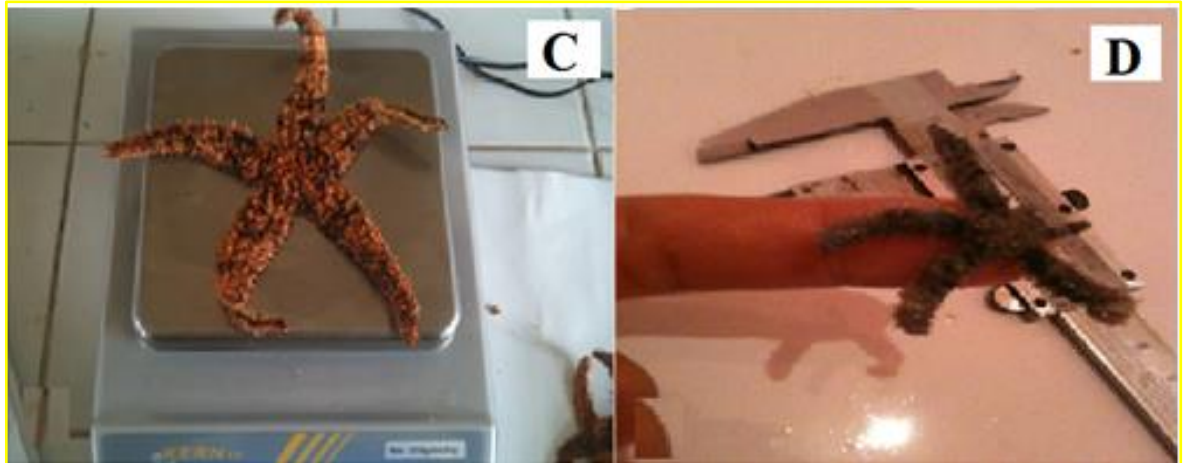
individus disséqués ; le contenu digestif et les gonades sont prélevés séparément et sont soigneusement déposés sur des carrés de papier aluminium, préalablement marqués et pesés à l'aide d'une balance de précision au 1/10<sup>e</sup> de mg près. Après séchage à l'étuve, à une température de 70°C pendant 24 à 48 heures jusqu'à obtention d'un poids constant, l'ensemble des gonades et des contenus digestifs est pesé au 1/10<sup>e</sup> de mg près. Dans ce travail nous contentons à utiliser le poids frais ; Le sexe est déterminé par la couleur des gonades et l'examen de la laitance.



**Figure 26:** des mesures biométriques portées sur l'espèce *E. sepositus*

❖ Pour l'espèce *Coscinasterias tenuispina* (Lamarck, 1816)

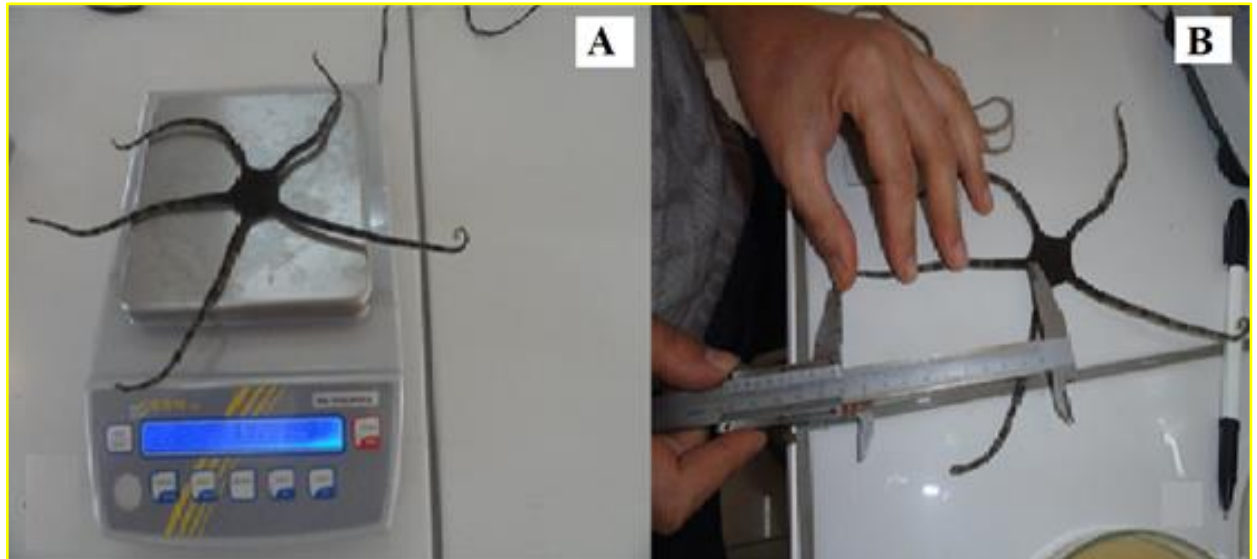
Pour cette espèce, une moyenne de 183 individus de *Coscinasterias tenuispina* (Lamarck, 1816) est récoltée en scaphandre autonome, en apnée à une profondeur allant entre 0.50 m et 6 m, au niveau de la station N°2 du site de Salamandre. Une fois au laboratoire, les échantillons sont d'abord mesurés, pesés, disséqués et sexés. Pour la détermination de la structure démographique et de la relation taille –poids, des mesures ont été faites, sur un total de 183 individus, à l'aide d'un pied à coulisse à 1mm près, pour le diamètre du disque et 0.02 mm pour la longueur des bras. Le poids total de chaque individu récolté est pesé avec une balance à 0.1 g près de précision (Figure 27).



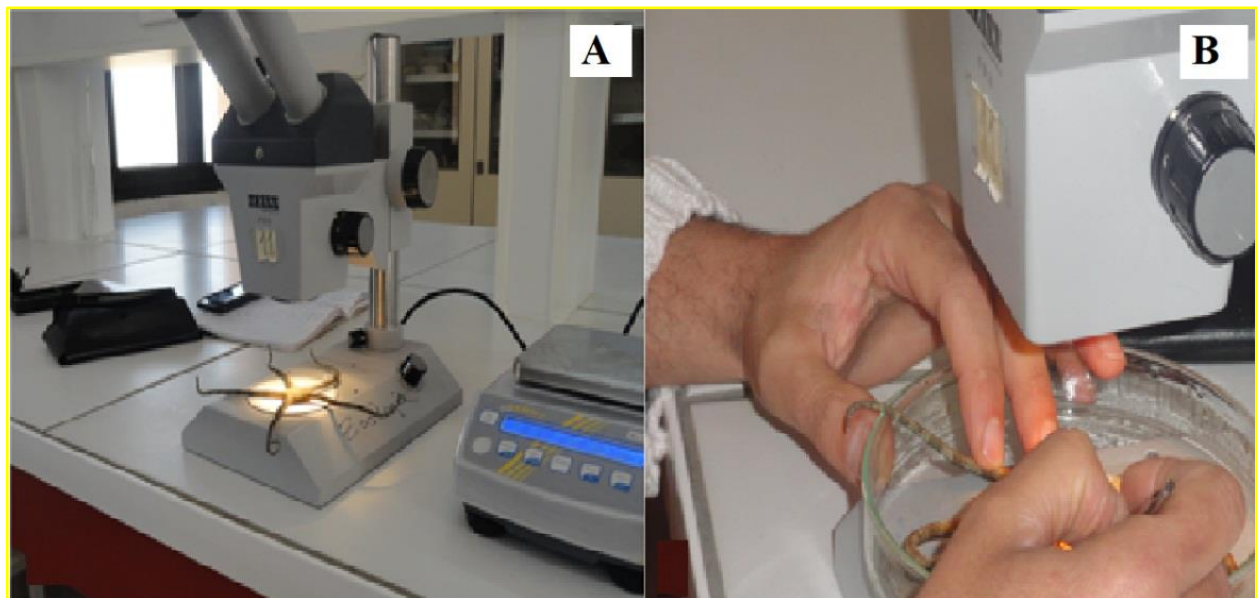
**Figure 27:** Mensurations biométriques et la pesées réalisées sur espèce *C. tenuispina*

❖ Pour l'espèce *Ophioderma longicauda* (Retzius, 1789)

Quant à cette espèce, une moyenne de 15 individus est récoltée, en scaphandre autonome, en apnée à une profondeur peut important, au niveau du site de Stidia. Une fois au laboratoire, les échantillons sont d'abord mesurés, pesés, disséqués et sexés. Pour la détermination de la structure démographique et de la relation taille – poids, des mesures ont été faites sur un total de 80 individus, à l'aide d'un pied à coulisse à 1mm près pour le diamètre du disque, et 0.02 mm pour la longueur des bras. Le poids total de chaque individu récolté, est pesé avec une balance à 0.1 g près de précision (Figure 28, 29). Aussi, une analyse approfondie des spicules, existant au niveau du disque de chaque individu a été réalisée pour confirmer la bonne identification de cette espèce. Ainsi, la méthode consiste après avoir réalisé les mensurations citées ci-dessus, on procède à l'isolement du disque, qui est nettoyé délicatement avec de l'eau distillé. Ensuite on met le disque dans un tube en verre contenant de l'eau de javel et on laisse agir quelques minutes. Après, avec une pipette, on prend quelques gouttes entre lame et lamelle et on observe au microscope photonique. La détermination des différents types de spicules, va nous permettre de confirmer l'identité de l'espèce en s'aidant de clés de détermination appropriée.



**Figure 28:** Mesures biométriques et la pesée de l'espèce *O. longicauda*



**Figure 29:** Dissection de *O. longicauda*, sous la loupe binoculaire marque ZEISS (Agrandissement W 10\*/25)

## II.4. Méthodes d'étude

### II.4.1. Détermination de la biodiversité des échinodermes

#### II.4.1.1. Reconnaissance des espèces

La reconnaissance est faite en deux, voir, trois étapes : tri sous la loupe binoculaire et identification des individus de grande taille appartenant aux mollusques, aux décapodes, aux cnidaires et aux échinodermes. L'identification est faite jusqu'au rang de l'espèce avec un comptage du nombre d'individus par espèce. La position systématique des espèces est affectée en se référant à une documentation spécialisée, dont (Koeler, 1921 ; Tortonese, 1965 ; Fisher et *al.*, 1987). Nous avons utilisé la bibliographie, la plus récente. Généralement les clés dichotomiques des échinides mets en évidence, un test de forme plus au moins globuleuses, dont la bouche et l'anus diamétralement opposés, la bouche au centre de la face orale. Chez *A. lixula*, le tubercule primaire est confiné à la face dorsale, piquant lisse, aplati avec une couche de cortex bien développée, plaque madréporique a plus 70 pores, cinq sphéridies, logées dans une petite niche, près du péristome, la bouche et plus accentuée contrairement, a l'espèce *P. lividus*, dont le test est déprimé et plus ou moins surbaissé, les plaques éparses autour de la bouche. 5 à 6 paires de pores sur chaque plaque ambulacraire, disposés en arcs, ainsi qu'un tubercule primaire, ces derniers disposés en lignes radiales, les pédicellaires sont globifères et sans glandes sur la tige. Chez *S. granularis*, le test est globuleux, chaque plaque inter-ambulacraire, porte plusieurs tubercules primaires, disposés en rangées transversales, avec des piquants assez courts, subégaux, serrés, obtus à l'extrémité et violets, les pores disposés en arcs de quatre paires un peu irrégulières, pédicellaires globifères gros avec des glandes sur la tige.

L'identification de la classe des Holothurides l'ordre des aspidochiotes, qui se caractérisent par la présence ou l'absence des pieds ambulacraires, la forme des tentacules buccaux ; l'espèce *H. polii* ; abondante sur les franges de littoral, est identifiée par une bouche entourée d'une vingtaine de courts tentacules rétractiles, se terminant en étoile, la face dorsale est couverte de tubercules coniques, irrégulier, peu proéminents et surmontés de petites papilles blanches, les podias, sont blancs et munis de ventouses. D'autres clés sont utilisées, basées sur la dispersion des sclérites, dont l'examen révèle des spicules dermiques lisses différents. Concernant *H. sanctori*, cette dernière est identifiée par des papilles dorsales de grande taille et la présence de podias ventraux denses, avec l'existence de tube de cuvier.

Le crustacé décapode, *Maja crispata* (Risso, 1827) observé au port de la Salamandre, est identifié par une carapace arrondie dure et fortement bombée, avec les bords et la surface dorsale dotés de solides épines, deux piquants épais au niveau du rostre, des pattes longues et fines. Sa couleur varie du brun-rouge au brun-jaune.

L'espèce farouche *Percnon gibbesi* (H.milneEdwards, 1853) observé dans les crevasses de digue de la Salamandre, est reconnu par un corps plat et carré, avec une surface lisse, présente une carapace vert brunâtre et ses longues pattes aplaties, sont cerclées de petits bracelets jaune dorés, la surface ventrale est pale. Les pattes ambulatoires possèdent une rangée d'épines, le long du bord d'attaque. Les pédoncules oculaires et les pinces sont oranges.

L'espèce *Aplysia spp.*, vue fréquemment en saisons printanière et estivale (observation personnel) au niveau du port, est identifiée, par un manteau qui recouvre complètement une coquille cornée rudimentaire. La tête porte quatre tentacules, dont deux oreilles et triangulaires qui s'étendent en avant et les deux autres sont relevées obliquement en arrière.

#### **II.4.1.2. Caractéristiques analytiques**

Les caractéristiques analytiques, renseignent sur l'importance, la place et l'influence d'une espèce au sein d'un peuplement. Plusieurs descripteurs classiques sont utilisés à cet effet (Tableau 1).

**Tableau 01:** Paramètres mesurés et calculés.

La richesse spécifique	C'est le nombre total d'espèces (Taxons) présentes dans le prélèvement.
Abondance	C'est le nombre d'individus d'une espèce récoltés dans le prélèvement considéré. Dans la présente étude le prélèvement a été effectué sur m <sup>2</sup> .
Densité	C'est le nombre d'individus par unité de surface. C'est le paramètre le plus important d'une population animale. Dans cette étude, la densité est rapportée à une surface de substrat de 1 m <sup>2</sup> (ind./m <sup>2</sup> ).
Dominance	<p>C'est l'abondance d'une espèce par rapport à l'abondance totale des individus de toutes les espèces du prélèvement. La dominance est exprimée en pourcentage.</p> $Da = \frac{Na}{Na + Nb + \dots + Nn} \times 100$ <p>Da : dominance de l'espèce «a» ; Na : abondance de l'espèce « a » Na, Nb, ... Nn : somme des abondances des espèces « a, b, ... n » du prélèvement</p>
Fréquence	<p>C'est le nombre total des prélèvements où l'espèce considérée est présente, par rapport au nombre total des prélèvements effectués. La fréquence est exprimée en pourcentage.</p> $F = \frac{Pa}{P} \times 100$ <p>Fa : fréquence de l'espèce « a » ; Pa : nombre des prélèvements où l'espèce « a » existe; P : nombre total des prélèvements réalisés.</p>

### II.4.1.3. Structure écologique et trophique

Pour mettre en évidence les structures trophiques et écologiques des peuplements étudiés, un travail bibliographique conséquent a été effectué pour chacune des espèces. Les affinités des espèces benthiques avec le milieu et le substrat et les régimes alimentaires permettant de comprendre les différentes associations entre stations et entre espèces.

Le terme signification écologique d'une espèce correspond à son affinité vis à vis du substrat (la fraction sédimentaire qui lui convient) et à sa capacité à traduire la qualité des fonds qu'elle occupe (pollué, très pollué, enrichi, propre, sub-normal...). A cet effet, on a tenté de déterminer la signification écologique qui a été réalisée à partir d'une synthèse bibliographique sur la base des travaux suivants (Picard, 1965 ; Glemarec, 1969 ; Bellan-Santini, 1989 ; Oulmi, 1991 ; Grimes 2010).

Pour le régime alimentaire des espèces d'échinodermes, on s'est basé sur la littérature et on a classé les différentes espèces identifiées selon la classification de (Hily et Bouteille, 1999). Ainsi on a réalisé une fine classification des régimes alimentaires des espèces récoltées en se basant sur le mode de nutrition de l'espèce (suspensivore (S), déposivore de surface (DS), déposivore de sub – surface (DSS), omnivore (O), carnivore (C), herbivore (H), carnivore et/ou déposivore de surface (C/DS).

#### II.4.1.4. Les indices biotiques

Les indices de diversité, les plus utilisés sont l'indice de richesse spécifique de Margalef suivi par l'indice de diversité de Shannon- Wiener (Salas et *al.*, 2006). Ceux-ci ont trait au peuplement dans son ensemble. Le calcul des indices de diversité de Shannon et de la régularité (équitabilité) permet d'évaluer la diversité spécifique et l'état d'équilibre numérique des peuplements (Costello et *al.*, 2004).

Ces indices, sont mis au point pour évaluer la réponse des peuplements benthiques aux changements naturels et ceux induits par les activités humaines, aussi bien dans la masse d'eau que dans le sédiment (Borja et Muxika, 2005).

Dans cette étude on a calculé :

- L'indice de diversité spécifique de Shannon et Weaver est une mesure de composition spécifique en relation avec la dominance ( $D_i$ ) des différentes espèces de l'échantillon (Daget, 1976), il est donné par la formule suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^{i=s} D_i \log_2 D_i$$

Où  $H'$  : Indice de Shannon,  $p_i$  : Dominances de l'espèce  $i$ , avec  $D_i = n_i/N$ ,  $n_i$  : L'effectif de l'espèces  $i$  et  $N$  : L'effectif total.

D'après (Legendre et Legendre, 1984), les valeurs de l'indice de Shannon sont nulles lorsque l'échantillon ne contient qu'une seule espèce. Les valeurs les plus élevées de  $H'$  correspondent à un prélèvement équilibré et diversifié. (Glemarec et Hily, 1981), situent les valeurs obtenues pour cet indice, dans un milieu normal au-dessus de 03, entre 01 et 03 dans un milieu déséquilibré et tendant vers le 01, dans le cas d'un milieu pollué. Cet indice est largement utilisé en écologie benthique (Bellan, 2007 ; Davies et *al.*, 1984 ; Gray et *al.*, 1992 ; Glemarec, 2003 ; Simboura et *al.*, 2007 ; Grall et Nolwenn, 2005). Nous avons considéré l'échelle suivante pour les valeurs de l'indice  $H'$  : > 4 très équilibré ; 2,5 - 4 équilibré ; 1,5 - 2,5 déséquilibré et <1,5 très déséquilibré (tableau 2).

Tableau 02 : Seuils et classification des peuplements à partir de l'indice de Shannon H'.

Etat écologique	Valeur de H'	Classification de la pollution
Mauvais	$0 < H' \leq 1.5$	Azoïque, très pollué
Médiocre	$1.5 < H' \leq 3$	Fortement pollué
Moyen	$3 < H' \leq 4$	Modérément pollué
Bon	$4 < H' \leq 5$	Zone de transition
Très bon	$H' > 5$	Site de référence

- Indice d'équitabilité de Pielou (J')

Cet indice exprime la répartition des individus entre espèces, d'un même milieu. L'indice de régularité fluctue entre 0 et 01. Si J' tends vers 01, le peuplement est en équilibre, la distribution des individus entre les espèces est équitable (*In Legendre et Legendre, 1984*). A l'inverse une équitabilité qui tend vers zéro caractérise un peuplement déséquilibré. L'indice d'équitabilité de (*In Lardici et al., 1992*) est donné par la formule :

$$J' = H' / H'_{\max}$$

Avec :  $H'_{\max} = \log_2 S$  ; H' : indice de Shannon ; S : le nombre d'espèces récolté dans le prélèvement.

La richesse spécifique « S » d'une récolte est le nombre d'espèces trouvés. L'intérêt de calculer cet indice, réside dans l'information qu'il transmet sur la dispersion des individus entre espèces (*Legendre et Legendre, 1984*) au sein d'un milieu donné. Dans cette étude, on a considéré l'échelle suivante pour l'Equitabilité J' : <0.4 : très déséquilibré ; 0.4 - 0.6 : déséquilibré ; 0.6 - 0.8 : subnormal et 0.8-1 : normal.

## II.4.2. Analyse des trois populations d'échinodermes

### II.4.2.1 Analyse de la structure démographique

L'analyse de la structure démographique, a été réalisée chez les trois espèces *Echinaster sepositus* (Retzius, 1805), *Coscinasterias tenuispina* (Lamarck, 1816) & *Ophioderma longicauda* (Retzius, 1789) est basée sur la méthode de (Petersen, 1892), qui s'appuie sur la répartition de cohortes selon une distribution gaussienne. Elle est facilement utilisable lorsque les cohortes sont issues d'une seule ponte bien individualisée (classe d'âge) et que la croissance est homogène au sein des individus de cette classe d'âge. Par contre, chez les espèces présentant plusieurs pontes dans l'année, les cohortes ont tendance à se chevaucher et l'interprétation devient difficile.

### II.4.2.2 Analyse de la croissance relative (relation taille-poids)

L'analyse de la relation taille-poids, a été effectuée chez les trois espèces d'échinodermes, *Echinaster sepositus* (Retzius, 1805) & *Coscinasterias tenuispina* (Lamarck, 1816), au niveau du site de Salamandre et une espèce d'ophiures *Ophioderma longicauda* (Retzius, 1789), au niveau du site de Stidia, en se basant sur la comparaison de la croissance entre deux variables peut être effectuée à l'aide d'équations mathématiques. Si  $x$  et  $y$ , sont deux grandeurs, mesurées sur un même animal, la relation d'allométrie peut s'exprimer sous la forme suivante (Huxley, 1932).

$$y = bx^a$$

Où (a) (coefficient de régression). Le coefficient de corrélation (r), exprime la dépendance entre deux variables. La précision du modèle d'allométrie, est déterminée par ce coefficient, dont la corrélation est d'autant plus forte qu'il est proche de 03. Pour estimer l'allure de l'allométrie, la valeur du coefficient de régression (a) est comparée à une valeur théorique 03, à l'aide du test (t) de Student ( $P < 0,05$ ).

Si (a) n'est pas différent de 03, on parle d'allométrie simple, ou isométrie. Les deux variables  $x$  et  $y$  croissent, à la même vitesse. Si  $a < 03$ , on parle d'allométrie minorante, c'est-à-dire que la variable  $y$ , croit moins vite que la variable  $x$ , quand  $a > 03$ , il s'agit d'une allométrie majorante, la variable  $y$  croit plus vite que la variable  $x$ .

### II.4.2.3. Analyse du développement des gonades et de l'activité trophique

Dans cette étude, la quantification de la reproduction et l'activité trophique est basée respectivement sur le calcul de l'indice gonadique, c'est-à-dire du rapport entre le poids

de la gonade à celui du corps de l'animal et l'indice de réplétion, c'est -à- dire du rapport du poids du contenu digestif à celui du corps. Ces indices couramment utilisés par plusieurs auteurs tels que : (Nichols et *al.*, 1985 ; Lasker et *al.*, 1954 ; Keats et *al.*, 1984 et Lumingas, 1994).

Dans cette étude, nous avons utilisé, l'indice qui se calcul par le rapport du poids humide des organes (Magniez, 1983) au poids humide total de l'animal (Crump, 1971 ; Himmelman, 1980).

- Pour le suivi du développement des gonades chez *Echinaster suppositus* (Retzius, 1805) l'indice utilisé est les suivant :  
IG = poids humide gonades/ poids humide total du corps
- Pour le suivi de l'activité trophique chez *Echinaster suppositus* (Retzius, 1805) nous avons utilisé l'indice suivant :  
IR = poids humide du contenu digestif/ poids humide total du corps

## Chapitre III : Résultats & Discussion

### III.1. Evaluation de la composition des échinodermes

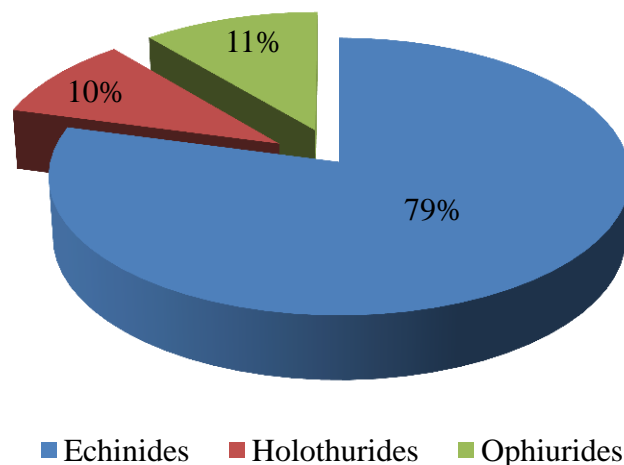
#### III.1.1. Détermination de la richesse spécifique des sites étudiés

Dans l'ensemble de notre étude, on a remarqué que la richesse faunistique globale est limitée à quelques classes d'échinodermes à petite profondeur. Les échinodermes caractérisant cette richesse sont : les échinides, les astérides, les holothurides.

##### A) Le site de Stidia

Le site de Stidia, est caractérisé par une large bande rocheuse, allant jusqu'à 15m tout le long de la côte. Dans ce site, on retrouve toute forme de roches, blocs, et galets. Aussi, les apports hivernaux et printaniers de laissés de mer, forment d'épais matelas, constitués essentiellement des débris végétaux, (essentiellement des restes de Posidonies, *Posidonia oceanica* et d'autres algues vertes et rouges de l'étage inférieur du médiolittoral et de l'étage infralittoral).

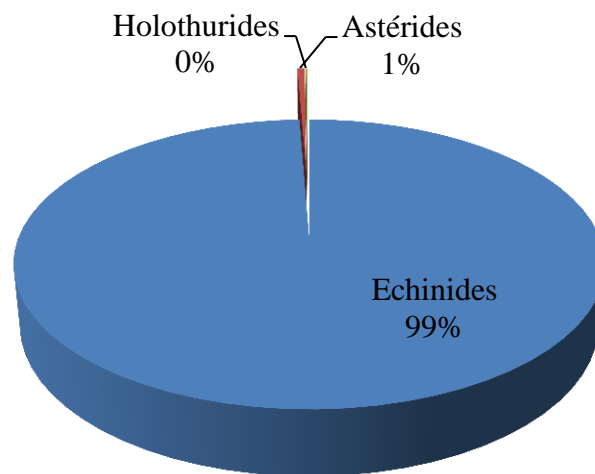
Au niveau de ce site, nous avons répertorié 06 espèces, soit 216 individus d'échinodermes, avec un nombre total d'individus, répartis respectivement par classe d'échinodermes : de 02 espèces et 171 individus pour la classe d'échinides. Et 03 espèces et 21 individus, pour la classe des holothurides, et 01 espèce et 24 individus pour la classe des ophiuridés.



**Figure 30** : Proportion des Echinodermes, au niveau de la plage de Stidia (St 3)

**B) Le site de Salamandre**

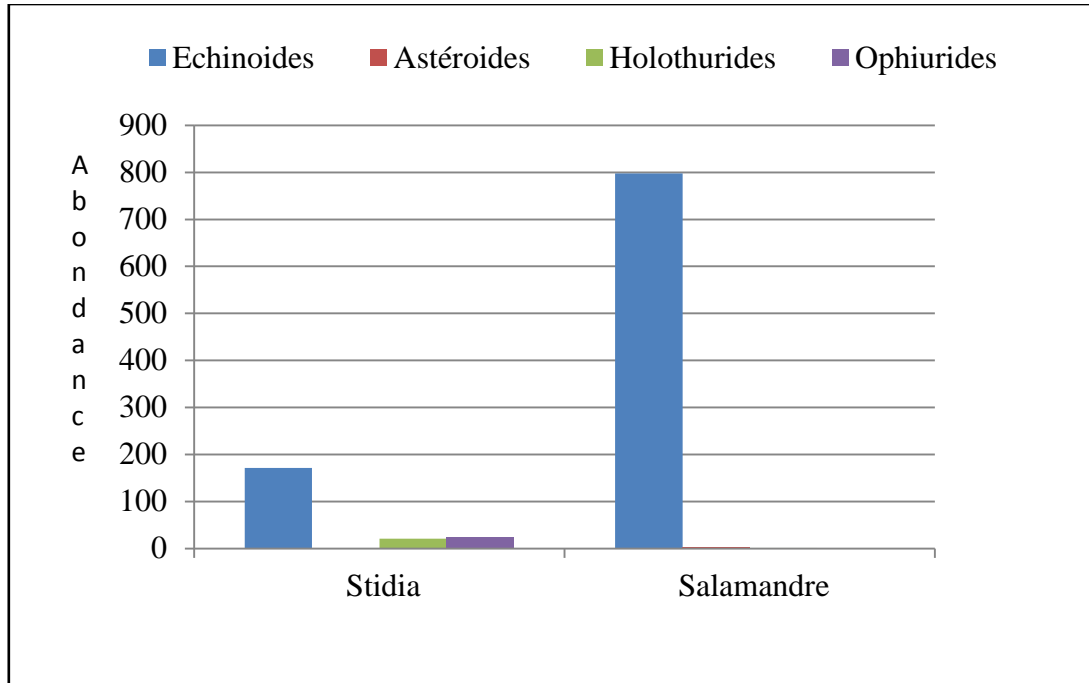
Au niveau de ce site, caractérisé par un potentiel en polluants chimiques assez élevé, on retrouve à petite profondeur, tout le long du flanc de la digue, une richesse algale visiblement dense, constituée principalement d'algues chlorophylliennes et brunes. Ainsi, nous avons répertorié 05 espèces, soit 803 individus d'échinodermes, avec un nombre total d'individus réparti respectivement par classe d'échinodermes : en 03 espèces avec 79 individus pour la classe d'échinides, 01 espèce de la classe d'astérides représentée par 04 individus et 01 espèce avec 01 individu pour la classe des holothurides.



**Figure 31:** Proportion des Echinodermes au niveau de la Salamandre (St 2).

### III.1.2. Composition des échinodermes au niveau de la côte de Mostaganem

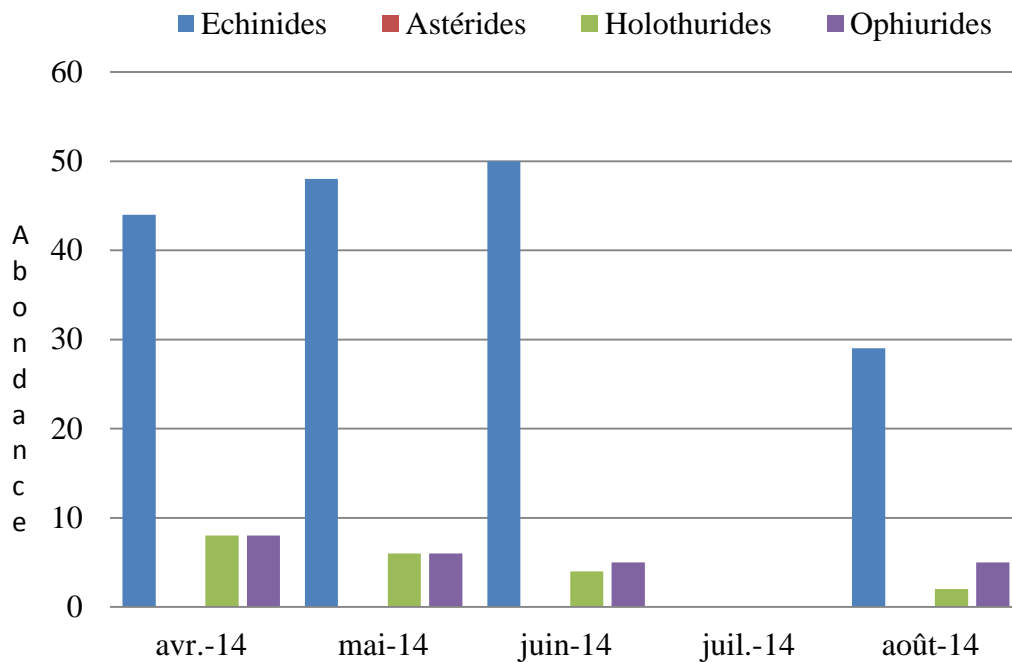
Le graphe ci-dessous, illustre l'abondance globale et la richesse spécifique des échinodermes recensés au niveau des sites étudiés.



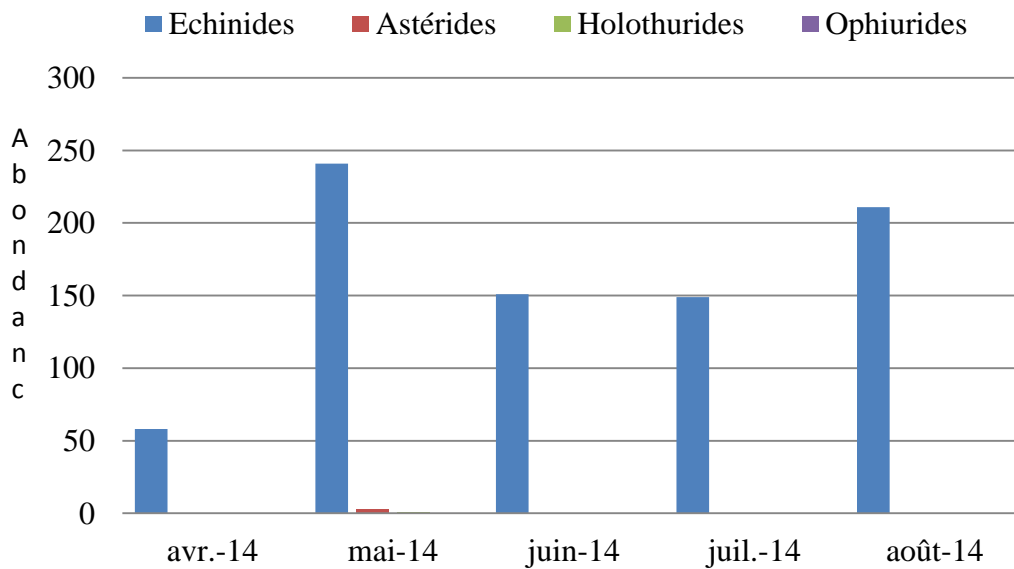
**Figure 32:** Abondance et richesse des groupes des échinodermes aux niveaux des deux sites

L'analyse des figures ci-dessous, montre une dominance pour la population de classe d'échinides, dans les deux (Stidia et Salamandre). Au niveau du site de Stidia, les espèces d'échinides les mieux représentées sont, *P. lividus* et *A. lixula*. Ensuite c'est la classe des ophiurides représentée par l'espèce *O. longicauda* et celle des holothuries, Par contre, au niveau du port de Salamandre, révèle une forte dominance de l'oursin régulier *A. lixula* suivi de *P. lividus*, ensuite, on retrouve les deux classes holothurides et ophiurides qui sont moins abondantes à faible profondeur.

**III.1.2.1. Variabilité mensuelle de l'abondance et de la dominance des classes d'échinodermes au niveau des deux sites.**



**Figure 33:** Variabilité mensuelle, et abondance des groupes des échinodermes au niveau de Site de Stidia (St3).



**Figure 34:** Variabilité mensuelle et l'abondance des groupes des échinodermes au niveau de Site de Salamandre (St2).

L'historgramme au-dessus, montre que la classe des échinides est fortement représentée dans la saison estivale, du mois de mai jusqu'au mois d'août au niveau du site de Salamandre. Cette même classe est dominante et bien représentée au niveau du site de Stidia. En général,

l'espèce la plus dominante est *P. lividus* au niveau des deux sites. Quant à la classe des holothurides et ophiurides, ces derniers sont peu représentés au niveau du site de Stidia et non dénombrés au niveau des premiers mètres de profondeur au niveau du site de la Salamandre.

### III.2. La diversité spécifique

Pour déterminer la structure du peuplement en échinoderme, des différents sites étudiés, on a calculé différents indices (voir tableau 03).

**Tableau 03:** Les différents indices de diversité spécifique et de la richesse du peuplement des sites au niveau des sites étudiés.

	Stidia				Salamandre			
	Echinoïdes	Holothurides	Astéroïdes	Ophiurides	Echinoïdes	Holothurides	Astéroïdes	Ophiurides
<b>Abondance (A)</b>	171	21	00	24	798	01	04	00
<b>Dominance (D)</b>	79.16	9.72	00	11.11	99.37	0.12	0.49	00
<b>Rs (S)</b>	06				05			
<b>I.Sh (H')</b>	01				0.76			
<b>I.E (J')</b>	0.55				0.45			

D'après les résultats de ce tableau, le nombre des taxons présents dans le site de Stidia est plus élevé par rapport à celui de Salamandre. Cependant, les valeurs des indices de diversité LSh (H') et d'équitabilité I.E (J'), se rapprochent, au niveau des deux sites (Stidia et Salamandre). On remarque aussi, que l'abondance des échinodermes de toutes les espèces confondues est trois fois plus élevée à Salamandre par rapport au site de Stidia. Par ailleurs, au niveau du site de Stidia, c'est la classe des échinides qui domine, avec une richesse spécifique élevée, si toute fois on se réfère au tableau de seuil des peuplements, qui prend en considération la valeur de l'indice de Shannon LSh (H'). Ainsi, le site de Stidia apparaît comme étant un site plus au moins diversifié avec un léger déséquilibre.

Quant au site de Salamandre, autant qu'ouvrage portuaire, apparaît non diversifié et révèle un déséquilibre si on se réfère à la valeur de l'indice d'équitabilité.

**Tableau 04** : les différents groupes de la communauté des échinodermes observés au niveau des deux sites.

L'Ordre	Espèces	Stidia	Salamandre
<b>Echinoidea</b>	<i>Paracentrotus lividus</i> (Lamarck, 1816)	+	+
	<i>Arbacia lixula</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
	<i>Sphaerechinus granularis</i> (Lamarck, 1816)	-	+
<b>Asteroidea</b>	<i>Echinaster sepositus</i> (Retzius, 1805)	-	+
	<i>Coscinasterias tenuispina</i> (Lamarck 1816)	+	+
	<i>Marthasteria glasilis</i> (Linnaeus, 1758)	-	+
<b>Ophiuroidea</b>	<i>Ophioderma longicauda</i> (Retzius, 1789)	+	+
<b>Holoturoidea</b>	<i>Holothuria tubulosa</i> (Gmelin, 1788)	+	+
	<i>Holothuria sanctori</i> (Delle Chiaje, 1823)	+	-
	<i>Holothuria polii</i> (Delle Chiaje, 1823)	+	+



**Figure 35**: Groupe d'échinodermes retrouvés au cours de l'étude. ( a : *P. lividus* ; b : *A. Lixula*; c : *S. granularis* ; d : *E. sepositus* ; e : *C. tenuispina* ; f : *M. glasilis* ; g : *H. sanctori* ; h : *H. polii* ; i : *H. tubulosa* ; i : *O. longicauda*).

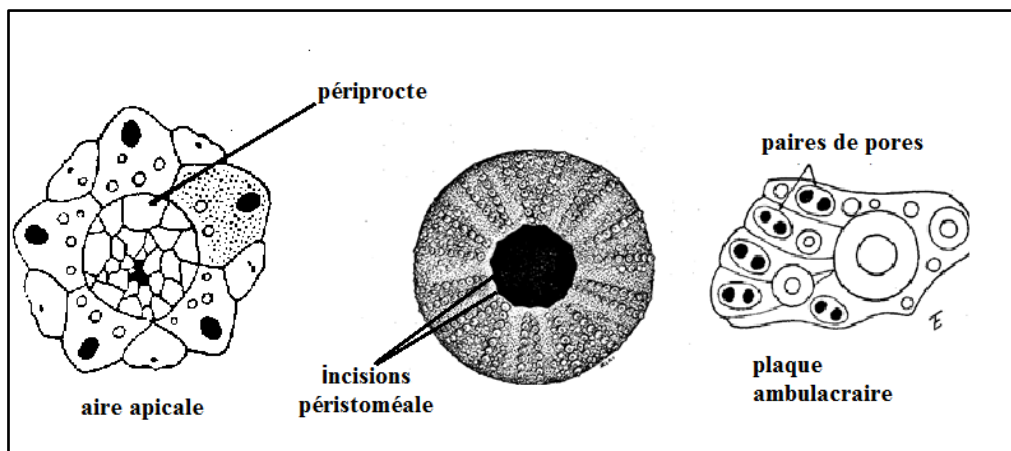
### III.3. Les différentes espèces d'échinodermes identifiées au niveau des deux sites

#### III.3.1. Classe des Echinidés

Parmi les espèces d'échinides, nous avons identifié, trois espèces d'Oursin régulier, à savoir le *Paracentrotus lividus* (Retzius, 1805) *Arbacia lixula* (Linnreus, 1758) et *Sphaerechinus granularis* (Lamarck, 1816). En se basant, sur les clés d'identification fiches (FAO, 2006). les espèces ont été identifiées comme suit :

##### III.3.1.1. Espèce *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816)

L'espèce *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) possède un corps globuleux, aplati centralement et couvert de piquants, l'anus est entouré de très petites plaques, couvrant une aire de dimension restreinte, le test à symétrie rayonnée de type 05 est formé de plaques calcaires soudées, recouvertes par une peau hérissée, des piquants violets, bruns, olivâtres ou verts, pointus. La plaque madréporique, se trouve sur la face supérieure ou dorsale est criblée de trous. Le test sans les piquants, révèle une aire apicale de la région périproctale formée de nombreuses plaques, la face ventrale nous permet de voir une incision péristoméale, à peine marquée (Figure 36) avec une coloration verte, une paire de pores sur la plaque ambulacraire



**Figure 36:** Eléments permettant de reconnaître l'espèce *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816)

#### ❖ Systématique de l'espèce *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816)

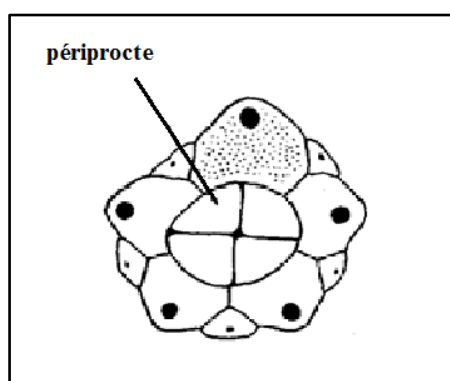
- Règne : Animalia
- Embranchement : Echinodermata
- Sous embranchement : Echinozoa
- Sous classe : Echinoidea
- Classe : Regularia

- Ordre : Echinoida
- Sous ordre : Camarodonta
- Genre : *Paracentrotus*
- Espèce : *lividus*

Cette espèce occupe un statut d'herbivore par excellence, dans la chaîne trophique. Elle constitue une clef dans les écosystèmes marins, très sensible aux changements du milieu. Elle est considérée comme bio indicateur, la présence de certaines espèces est synonyme d'un milieu sain (Verlaque, 1987). Les sexes, sont généralement séparés, mais il y a des cas d'hermaphrodisme chez plusieurs espèces méditerranéennes. La variabilité dans les cycles de reproduction de *P. lividus* est due à de nombreux facteurs qui interviennent lors du déroulement des phases du cycle de reproduction. Ces facteurs physiologiques sont liés au milieu environnant : qualité et abondance de la nourriture, stimulateurs biologiques, profondeur, et d'autres facteurs physicochimiques (température, photopériode et périodicité lunaire) (In Guettaf, 1997 ; San Martin, 1995 ; Soualili, 2008). Elle présente une vaste distribution géographique, de l'Atlantique et l'Irlande jusqu'aux Açores, Canaries, et au Maroc, mais aussi dans toute la Méditerranée (Regis, 1987 ; Tortonese et Vadon, 1987). Cette espèce détermine parfois des faciès de surpâturage, qui ont été décrits par (Peres et Picard, 1964), sous le nom de faciès. D'après les travaux de (Regis 1978 ; 1986), l'oursin commun possède la faculté d'absorber, à travers le test et les piquants, les matières organiques dissoutes et particulières. Les contenus digestifs se présentent sous forme de boulettes alimentaires (comportant de petits fragments d'algues) et de morceaux relativement plus gros d'algues isolées, (San-Martin, 1987). *P. lividus* utilise aussi, comme source d'énergie, le matériel dissous dans l'eau, notamment le matériel particulière récolté grâce à la microstructure de ses piquants (Regis, 1981).

### III.3.1.2. L'espèce *Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758)

Cette espèce est quasiment hémisphérique, et le test est aplatie et mesure jusqu'à 11 cm de diamètre avec les piquants. Sa couleur est très sombre, le plus souvent noire, mais parfois avec des reflets violacés ou bruns. Les piquants sont pointus, lisses et mesurent environ 03 cm de longueur. La bouche est cernée par péristome, une membrane nue plate et verdâtre. Les pieds ambulacraires n'ont pas de ventouse sur la partie aboral. La plaque madréporique à plus 70 pores, aussi on retrouve cinq sphéridies, logées dans une petite niche près du péristome. La région périproctale est constituée de 4 à 5 plaques subtriangulaires, (figure 37)



**Figure 37:** les plaques subtriangulaires de *Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758)

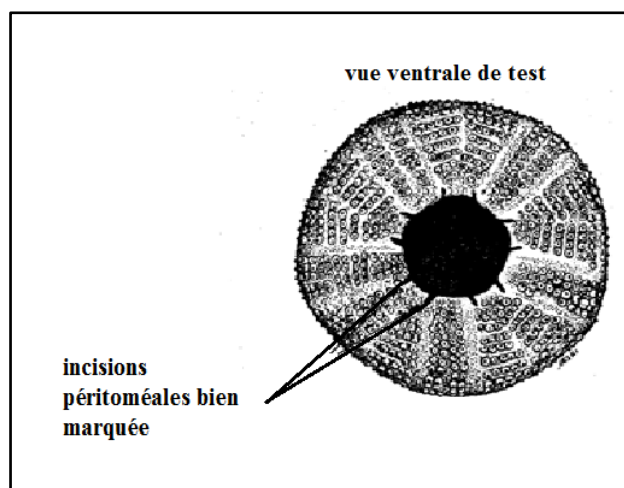
❖ **Systematique de l'espèce *Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758)**

- Règne : Animalia
- Embranchement : Echinodermata
- Sous Embranchement : Echinozoa
- Classe : Echinoidea
- Sous classe : Euechinoidea
- Ordre : Arbacioida
- Famille : Arbaciidea
- Genre : *Arbacia*
- Espèce : *lixula*

Cette espèce, présente une distribution méditerranéenne importante et rarement océanique (Atlantique), elle est assez commune sur le littoral et facilement observable. Elle est incapable de creuser la roche, à la différence de *Paracentrotus lividus*. L'espèce *A. lixula*, se retrouve au niveau des substrats durs et des fonds rocheux. Elle affectionne tout particulièrement les parois verticales surtout entre la surface et les premiers mètres

**III.3.1.3. L'espèce *Sphaerechinus granularis* (Lamarck, 1816)**

Le test de cette espèce est globuleux, chaque plaque interambulacraire porte plusieurs tubercules primaires, disposées en rangées transversales. Les piquants sont assez courts, violets à extrémité blanche ou entièrement blancs, subégaux, serrés, obtus à l'extrémité. Les pores sont disposés en arcs de quatre paires un peu irrégulières ; les pédicellaires sont globifères gros avec des glandes sur la tige. Les piquants sont courts et relativement obtus, les incisions péristoméales bien marquées, d'une coloration violette.



**Figure 38:** Partie ventrale du test *Sphaerechinus granularis*, (voir incision marquée)

❖ **Systematique de l'espèce *Sphaerechinus granularis* (Lamarck, 1816)**

- |                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| ▪ Règne              | Animalia             |
| ▪ Embranchement      | Echinodermata        |
| ▪ Sous Embranchement | Echinozoa            |
| ▪ Classe             | Echinoide            |
| ▪ Genre              | <i>Sphaerechinus</i> |
| ▪ Espèce             | <i>granularis</i>    |

Avec une allure d'une sphère sombre de 5 à 10 cm de diamètre, cet oursin est couvert de piquants durs et pointus il se retrouve sur les fonds durs et meubles. C'est une espèce vivant à la base des faisceaux foliaires et se maintient grâce à ses pieds ambulacraires munis de ventouses. Le régime alimentaire de l'espèce est généralement herbivore, constitué d'algues vertes, de plantes aquatiques et d'algues encroûtantes.

### III.3.2. La classe des Astéridea

#### III.3.2.1. L'espèce *Echinaster sepositus* (Retzius, 1805)

L'espèce est identifiée facilement par la couleur rouge brique très vive, dont les bras sont écartés, longs et arrondis en section circulaire. Le disque central très réduit, rugueux au toucher. Son squelette forme de nombreuses pointes siliceuses sous sa cuticule à l'âge adulte. Les gouttières sont ciliées sur la face ventrale, la face dorsale porte des piques assez développés, isolés, s'articulant chacun sur un mamelon distinct qui peuvent s'infléchir latéralement, sur les côtes des bras. Les piques sont petits et courts et n'ont guère plus de 1,5

mm de longueur. Ils sont enfoncés dans le tégument (*In* Koehler, 1969), qui renferment de nombreuses glandes muqueuses (Koehler, 1969).

❖ **Systématique de l'espèce *Echinaster sepositus* (Retzius, 1805)**

- Règne : Animalia
- Embranchement : Echinodermata
- Sous embranchement : Eleutherozoa
- Sous classe : Asterozoa
- Classe : Asteroidea
- Ordre : Spinulosida
- Sous ordre : Leptognathina
- Famille : Echinasteridea
- Genre : *Echinaster*
- Espèce : *sepositus*

L'espèce *Echinaster sepositus* est très fréquente sur la côte méditerranéenne, observé à une faible profondeur, sur le pourtour des prairies, de zostères associées à des espèces d'Holothuries littorales et à l'oursin *Paracentrotus lividus*, ou parmi les algues. Elle a une préférence pour le coralligène qui habite aussi les herbiers de la posidonie. Elle possède un régime alimentaire varié volontier détritivore voir nécrophage. Elle se nourrit des particules organiques, quelle trouve sur le fond le long des parois, et à l'occasion d'animaux sessiles (éponges, vers, mollusques) Son principal prédateur est le mollusque *Charonia lampa* ou le grand triton. On le rencontre assez souvent dans 40 mètres de profondeur, où sa taille est même plus grande que chez les individus littoraux, il se montre également sur les côtes de l'Atlantique, à mer basse ou à des faibles profondeurs ; et il s'étend sur les côtes de Bretagne jusqu'à Roscoff il descend sur les côtes d'Afrique et on le trouve à Madère.

**III.3.2.2. *Coscinasterias tenuispina* (Lamarck 1816)**

Chez cette espèce, les bras sont étroits et en nombre variable, généralement supérieur à 07. Il existe ordinairement deux plaques madréporiques, et parfois trois. Les bras offrent une rangée carin de pique puis une rangée latérale et à la suite une rangée dorsale et une autre ventrale.

Toutes ces rangées sont régulières et correspondent à des plaques bien alignées. Des collerettes à pédicellaire existent à la base des piques et des pédicellaires droits se montrent

épars sur la face dorsale ainsi que dans le sillon, les piques ambulacraires sont disposés sur une seule rangée. La plupart des espèces du genre *Coscinasterias*, peuvent se multiplier par fissiparité, et les 02 moitiés régénèrent les bras manquants, souvent en nombre variable. C'est pour cette raison, que les bras sont souvent inégaux et que leur nombre varie de 06 à 10 en général (Verrill, 1914).

❖ **Systématique de l'espèce *Coscinasterias tenuispina* (Lamarck 1816)**

- Règne : Animalia
- Embranchement : Echinodermata
- Sous-embranchement : Asterozoa
- Classe : Stellerioidea
- Sous-classe : Asteroidea
- Ordre : Forcipulatida
- Famille : Asteriidae
- Genre : *Coscinasterias*
- Espèce : *tenuispina*

L'espèce *Coscinasterias tenuispina*, vient surtout en méditerranée où elle est très abondante, elle est essentiellement littorale, et ne dépasse guère 03 à 04 m de profondeur sauf à l'exception, elle peut descendre à 10 mètres. Cependant, (In Kooehler, 1969), la mentionnée à 40 m. On la trouve à la côte, sous les pierres associée aux espèces *Marthasteias glacialis* (Linnaeus, 1758) et *Aliteina gibbosa...*etc). En dehors de la Méditerranée, elle a été rencontrée surtout sur les côtes des îles africaines (Açores, Canaries, îles du Cap Vert). On l'a trouvé également, à Setubal, sur les côtes d'Espagne et sur nos côtes du Sud-West.

### III.3.3. Classe des Ophiurides

#### III.3.3.1. L'espèce *Ophioderma longicauda* (Retzius, 1789)

La détermination des espèces d'ophiures est plus délicate et un peu plus difficile que celles des Astéries. On examinera d'abord, le mode de recouvrement du disque qui peut être nu, soit sur les deux faces, soit sur la face ventrale. Avec un rayon de 150 mm, le corps des Ophiures est formé d'un disque arrondi duquel partent des bras minces et grêles général. Très allongés, les bras sont tout à fait distincts du disque, les interradiales du disque restent libres, les bras sont en principe au nombre de 05 (rarement de 06 bras) continuent vers la bouche et qu'ils ne sont en aucune façon soudés avec les bords du disque comme chez les Astéries. Le disque coiffe seulement leur région proximale. Cette amputation du disque paraît être un phénomène normal qui permet sans doute une dissociation des produits sexuels emportés avec le disque celui-ci sera régénéré. Le disque est généralement couvert de plaques, qui parfois restent nues, et d'autres portent des piquants, des granules ou des tubérosités ; les plaques de la face dorsale du disque sont ordinairement nombreuses, de petite taille, et parmi elles on distingue, vers l'insertion de chaque bras, une paire de plaque, plus grande appelée les boucliers radiaux. Aussi, souvent on reconnaît, dans la partie centrale du disque, une rosette de 06 plaques dites primaires, une centrale de 05 radiales, parfois contiguës, ou séparées. Ces plaques ne représentent pas le squelette apical primaire des échinodermes, mais elles résultent d'un arrangement second. La face ventrale du disque offre à son centre la bouche, qui a une forme stellée, c'est à dire qu'elle offre cinq prolongements radiaires qui s'étendent jusqu'à la fin de la base des bras et sont séparés par cinq régions interradiales, recouvertes de plaques spéciales (Koehler, 1969).

❖ **Systématique de l'espèce *Ophioderma longicauda* (Retzius, 1789)**

▪ Embranchement	Echinodermata
▪ Sous-embranchement	Asterozoa
▪ Classe	Stelleroidea
▪ Sous-classe :	Ophiuroidea
▪ Ordre :	Ophiurida
▪ Sous-ordre :	Ophiurina
▪ Infra-ordre :	Ophiodermatina
▪ Famille :	Ophiodermatidae
▪ Sous-famille :	Ophiodermatinae
▪ Genre :	<i>Ophioderma</i>
▪ Espèce :	<i>longicauda</i>

Cette espèce vit sur les fonds rocheux et peut se déplacer à grande vitesse grâce aux mouvements ondulatoires de ses bras. Elle vit depuis la surface jusqu'à 70 m de profondeur en Méditerranée et en Atlantique jusqu'à l'Ouest de la Bretagne où elle est relativement rare. Les Ophiures se nourrissent principalement, des proies vivantes, de petits animaux qu'elles introduisent dans la bouche en les poussant à l'aide de leurs bras. Les espèces qui vivent en Méditerranée, à quelques mètres de profondeur généralement observés entre les algues, et l'herbier de la posidonie telle que *Ophioderma longicauda*. Cette espèce peut être capturée à l'aide d'hameçons garnis de viande. Elle est sensible à l'eau douce dans laquelle elle meure très rapidement et le plus souvent sans se briser.

**III.3.4. Classe des Holoturoidea**

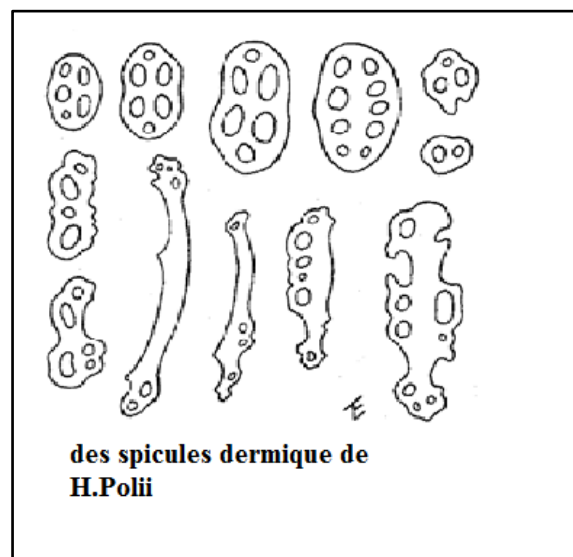
Tout le long de notre investigation et échantillonnage, nous avons pu identifier que trois espèces d'holothurides aspidochiotes (*Holothuria polii* (Delle Chiaje, 1823) *Holothuria tubulosa* (Gmelin, 1788) *Holothuria sanctori* (Delle Chiaje, 1823).

Les holothuries aspidochiotes, appelées "concombre de mer", font partie des échinodermes exclusives benthiques de l'écosystème de *Posidonia oceanica* (Harmelin et al., 1980 ; Francour, 1990 ; Mezali, 2008). Elles participent activement au recyclage de la matière organique avec une faculté de sélectivité des particules organiques (Zupo et Fresi, 1984 ; Mezali et al., 2006). Cette classe compte plus de 1250 espèces et 6 Ordres (dendrochiotes, dactylochiotes, aspidochiotes, elasipodides, apodides et molpadiides), qui se caractérisent par la présence ou l'absence des pieds ambulacraires, la forme des tentacules buccaux

(digités, dendritiques, pennés ou en forme de pelle) ou encore la présence ou l'absence de muscles rétracteurs oraux, d'arbres respiratoires et de tubes de Cuvier (Hendler et *al.*, 1995)

### III.3.4 .1. Caractéristiques de l'espèce *Holothuria polii* (Delle Chiaje, 1823)

Cette espèce est de fond grise ou brun foncé, moucheté de noir, dépourvu de tube de Cuvier ,sa forme est cylindrique allongé, peu aplati, mesurant 25 cm environ de long et 05 cm de diamètre, la bouche entourée d'une vingtaine de courts tentacules rétractiles, se terminant en étoile, sa peau est épaisse et très rugueuse. La face dorsale est couverte de tubercules coniques, irréguliers, peu proéminents et surmontés de petites papilles blanches. La répartition de ces tubercules est irrégulière. Les podias, sont blancs et munis de ventouses, Les pieds sécrètent du mucus collant qui permet à l'animal de se recouvrir d'une faible pellicule de sable ou de divers débris organiques. Cette espèce n'a pas de tube de Cuvier. L'endosquelette est constitué de plaques calcaires, les sclérites dispersées dans la peau, les podias et papilles blancs, l'examen endoscopique de tégument révèle chez *Holothuria polii* des spicules lisses (Figure 39).



**Figure 39:** les différents spicules de *Holothuria polii* (Delle Chiaje, 1823)

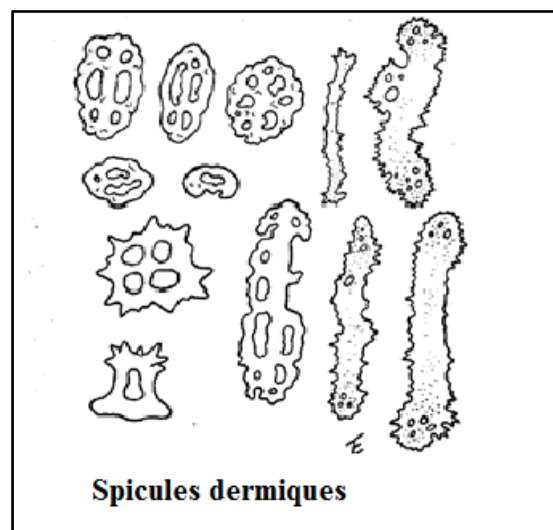
❖ **Systematique de l'espèce *Holothuria polii* (Delle Chiaje, 1823)**

- Règne : Animalia
- Embranchement : Echinodermata
- Sous Embranchement : Echinozoa
- Classe : Holothuroidea
- Genre : *Holothuria*
- Espèce : *polii*

L'holothurie *Holothuria polii*, est une espèce commune de la méditerranée, Elle se retrouve dans des profondeurs peu importantes et peut aller jusqu'au -250 mètre (In Mezali, 2008). C'est une espèce qui fréquente des biotopes très variées : sable, vase détritique, roche, Caulerpe et herbier de posidonies (Francour, 1984). Cette espèce est sédentaire et affectionne particulièrement les surfaces recouvertes de phanérogames ou de caulerpes.

**III.3.4.2. L'espèce *Holothuria tubulosa* (Gmelin, 1788)**

Cette espèce atteint 20 à 50 cm de longueur, avec une forme légèrement cylindrique, le tégument est épais, brun et recouvert des papilles sur la face dorsale (FAO, 2006) présente des verrucosités coniques bien apparentes (In Mezali, 2008). Les podias et les papilles sont non blancs, la face ventrale à 03 rangées de tubes ambulacraires, les tentacules buccaux sont courts et aplatis avec des spicules rugueux et épineux (Figure 40).



**Figure 40:** Différents spicules de *Holothuria tubulosa* (Gmelin, 1788)

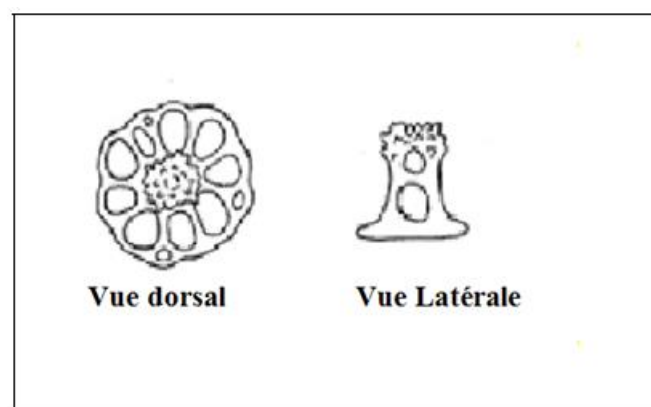
❖ **Systématique de l'espèce *Holothuria tubulosa* (Gmelin, 1788)**

▪ Règne	Animalia
▪ Embranchement :	Eleutherozoa
▪ Sous Embranchement :	Echinozoa
▪ Classe :	Holothuroidea
▪ Genre	<i>Holothuria</i>
▪ Espèce	<i>tubulosa</i>

*Holothuria tubulosa* est l'une des espèces les plus communes de la méditerranée (In Mezali, 2008), observé entre -0.5 et -100 mètres de profondeur et fréquente l'animal fréquent différent biotope 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 tubulosa* est souvent associé à *Holothuria polii*, dans l'herbier de Posidonies ou sur le fond rocheux (Francour, 1990).

**III.3.4.3. L'espèce *Holothuria sanctori* (Delle Chiaje, 1823)**

Cette espèce est jaunâtre cerclant la base des papilles (nombre variable), les tubercules sont nombreux et identiques avec des papilles dorsales hérissées, pointues et de grande taille toujours marron. Les podias sont ventraux et denses, elles préfèrent les fonds rocheux ou sédimentaires. *Holothuria sanctori* est pourvue de tubes de Cuvier, la bouche est entourée d'une vingtaine de tentacules peltées, les papilles dorsales sont de grande taille. La présence d'organe de cuvier est très développée.



**Figure 41:** Forme des spicules chez *Holothuria tubulosa* (Gmelin, 1788)

**❖ Systématique de l'espèce *Holothuria sanctori* (Delle Chiaje, 1823)**

- Règne : Animalia
- Embranchement : Eleutherozoa
- Sous Embranchement : Echinozoa
- Classe : Holothuroidea
- Genre : *Holothuria*
- Espèce : *sanctori*

L'espèce *Holothuria sanctori*, vit entre 05 à 30 mètres de profondeur largement distribué en Méditerranée. Cependant, cette espèce a été signalée à 337 m au large d'Almeria, une localisation remarquablement profonde (Sibuet, 1972). Aussi, elle préfère l'ombre des substrats rocheux (In Mezali, 2008) et les tombants de mattes de l'herbier à *Posidonia oceanica* (Mezali, 2004). L'holothurie *Holothuria sanctori*, qualifiée de thermophile, pourrait être un bon indicateur du réchauffement de l'eau (Hereu et al., 2003).

**III.3.5. Autres espèces identifiées au niveau des deux sites**

Le travail s'articule aussi, sur l'identification de quelques espèces observées au niveau des deux sites, ainsi on a retrouvé parmi les mollusques, les espèces appartenant à la classe des gastéropodes, particulièrement observées au port de la Salamandre, ce groupe taxonomique a été rencontré dans aussi bien en milieu portuaire qu'en milieu ouvert, sans restriction bathymétrique. C'est aussi, le second groupe après les polychètes qui sont les plus adaptées aux perturbations du milieu en Algérie et l'instabilité sédimentaire, (Grimes, 2010).

**III.3.5.1. Embranchement Mollusque****III.3.5.1.1. *Stramonita haemastoma* (Linnaeus, 1758)**

*Stramonita haemastoma* (Linnaeus, 1758), est signalée pour la première fois en 1973 en Méditerranée. Ce gastéropode est caractérisé par une coquille, univalve, avec une ouverture plus étroite, absence d'ombilic et sa forme plus pointue avec une piquants conique et une suture à peine visible (Otero et al., 2013).

❖ **Position systématique**

- Règne : Animalia
- Embranchement : Mollusca
- Classe : Gastropoda
- Sous-classe : Prosobranchia
- Ordre : Neogastropoda
- Famille : Muricidae
- Genre : *Stramonita*
- Espèce : *haemastoma*



**Figure 42:** *Stramonita haemastoma* (Linnaeus, 1758), récoltée au port de la Salamandre

PHOTO : BENZAIT Hocine

### III.3.5.1.2. *Littorina littorea* (Linnaeus, 1758)

C'est des petits gastéropodes marins, à coquille spirale. Ils font partie de l'ordre de Littorinimorpha. Principalement la famille de Trochidae, Littorinidae, et Muricidae, Caractérisé par un corps mou et une coquille en spirale, conique et pointue. Il rampe sur son pied en broutant des bouts d'algues, en particulier d'algues vertes comme des ulves, dont la

laitue de mer (*Ulva lactuca*), au toucher rugueux, dont la couleur est variable. La taille dépend de sa provenance. Abondante au niveau du port de Salamandre, les petits spécimens noirs de *Littorina* font partis de menus de L'étoile de mer *Echinaster sepositus*, et *Coscinasterias tenuispina* (observation personnel).



**Figure 43:** Mollusque commun de la méditerranée *Littorina littorea* (Linnaeus, 1758) observé, au port de la Salamandre PHOTO : BENZAIT Hocine

#### III.3.5.1.3. *Aplysia punctata* (Cuvier, 1803)

Aplysie ou lièvre de mer ou limace de mer est un mollusque gastéropode de l'ordre des Opisthobranches. Famille de Aplysiidae, l'espèce est identifiée par son manteau recouvert complètement d'une coquille cornée rudimentaire. Sa tête porte 4 tentacules, dont deux plats et triangulaires s'étendent en avant et les deux autres sont relevés obliquement en arrière. Elle possède des branchies internes. L'aplysie peut atteindre 60 cm pour plus d'un kg. Elle se déplace en rampant, sur le fond et se nourrit de toutes sortes d'algues, de 0 à 20 m de profondeur. Sa chair est toxique (phycotoxines). Sept espèces d'aplysie sont présentes sur le littoral. L'espèce *L'Aplysia punctata* affectionne les digues rocheux du port de la Salamandre couverts d'algues de la surface jusqu'à quelques mètres seulement de profondeur.

Totalement herbivore, le Lièvre de mer se nourrit d'algues qu'il râpe avec sa langue garnie de dents (Radula). Cet animal hermaphrodite peut se reproduire en formant des chaînes.



**Figure 44:** *Aplysia punctata* (Cuvier, 1803) dans son environnement au port de la Salamandre  
PHOTO : BENZAIT Hocine

### III.3.5.2. Embranchement : arthropodes

#### III.3.5.2.1. *Percnon gibbesi* (H.milneEdwards, 1853)

Le nom commun crabe marbré, probablement l'espèce décapode la plus envahissante, dont les larves probablement entrées dans la Méditerranée, transportées par les courants de l'Atlantique. L'espèce a été enregistrée dans les eaux méditerranéennes dès 1999. Et se propage rapidement dans la région en formant des populations florissantes. En très peu de temps, elle modifié ses habitudes alimentaires : elle se nourrit surtout d'algues mais aussi d'autres crabes, de polychètes, de gastéropodes, de crustacés et de méduses. Elles peuvent affecter la structure des communautés benthiques, en particulier les assemblages d'algues et peut entrer en concurrence avec les espèces autochtones pour prendre possession de la nourriture et des abris (Katsanevakis et *al.*, 2011). Observés à l'abris des crevasse des roches au niveau du port de la Salamandre, l'espèce est identifiée par son comportement mimétique ; relativement petit, et peut mesurer jusqu'à 3 cm de diamètre, son corps est plat et carre, avec une surface lisse, sa carapace est d'un vert brunâtre et ses longues pattes aplaties sont cerclées de petits bracelets jaune doré, la surface ventrale est pale, les pattes ambulatoires possèdent une rangée d'épines le long du bord d'attaque, les pédoncules oculaires et les pinces sont oranges ; chez les femelles, les pinces sont petites tandis que chez les mâles, elles sont grandes et inégales. (*In* Otero et *al.*, 2013).



**Figure 45:** *Percnon gibbesi* (H.milneEdwards, 1853) dans sans environnement, observée au site de la Salamandre  
PHOTO : BENZAIT Hocine

### III.3.5.2.2. *Maja crispata* (Risso, 1827)

L'espèce *Maja crispata* dite Araignée de mer, est identifiée par la présence de soie en crochet qui facilitent l'attachement d'éléments de camouflage (Graeffe, 1882 ; Aurivillius, 1889 ; Minkiewicz, 1907 ; Bouvier, 1940 ; Hartnoll, 1963 ; Bùrgi, 1968 ; Ingle, 1980), le genre *Maja* ne compte que trois espèces en Atlantique Est et Méditerranée, mais il existe 16 espèces dans le monde dont 13 pour la région Indo-Ouest Pacifique (Griffin et Tranter, 1986). En dehors de *Maja squinado*, les deux autres espèces de l'Atlantique Est sont *Maja crispata*, qui portait le nom de *Maja verrucosa* (H. Milne Edwards 1834) avant 1977, (Holthuis1977). Cette espèce, est très commune en Méditerranée, et très proche de *Maja squinado* mais elle est de plus petite taille (elle ne dépasse pas 80mm).Elle a été très longtemps confondue avec cette dernière. Elle fréquente des algues et herbiers. L'arthropode s'accroche sur la surface des rochers du port de Salamandre, couverte d'algues, dans des eaux peu profondes (observation personnel) *Maja crispata* se camoufle par la fixation active d'organismes ou objets étrangers (algues en général) sur la carapace (céphalothorax) et les pattes (péréiopodes), est un trait commun à tous les majidés. Les animaux prennent des objets par la pince et les accrochent à l'aide des soies en crochet qui parsèment la carapace et les pattes.

❖ **Position systématique**

- Embranchement : Arthropodes
- Classe : Crustacés
- Ordre : Décapodes
- Sous ordre : Brachyoures
- Famille : *Majidés*
- Espèce : *crispata*

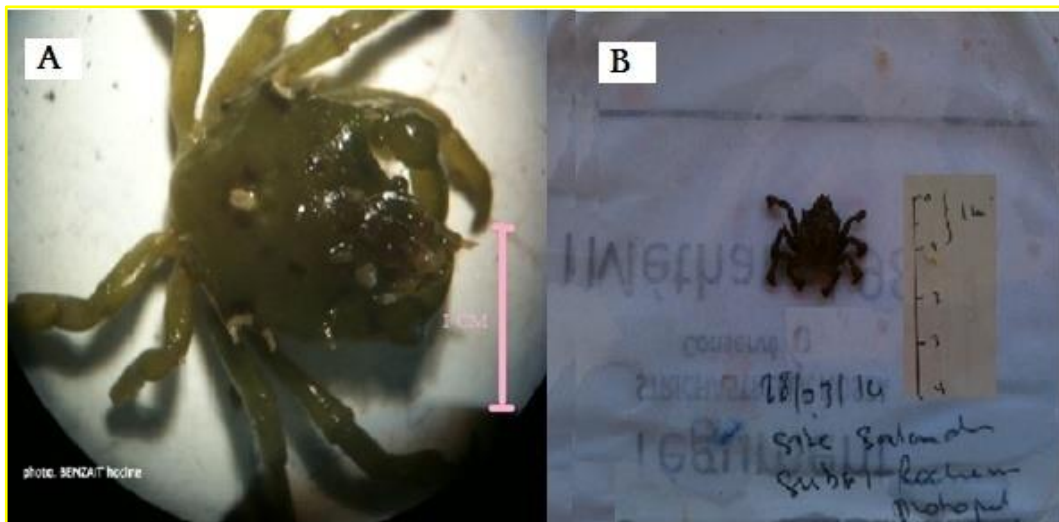


**Figure 46:** *Maja crispata* (Risso 1827) retrouvé au port de la Salamandre

PHOTO : BENZAIT Hocine

### III.3.5.2.3. *Libinia sp*

Le crustacé Majidae ou le crabe araignée. C'est une espèce originaire des côtes américaines. Il a été observé dans des zones à très faible profondeur de la plage de Stidia et ainsi qu'à l'intérieur du port de Salamandre. (observation personnel). Il est caractérisé par une carapace ronde et des pattes longues et fines.



**Figure 47:** A : Crabe, *Libinia sp.*, observé sous le binoculaire et récolté dans le site de Stidia ;B : *Libinia sp.* récoltée au niveau du port de la Salamandre

PHOTO : BENZAIT Hocine

### III.3.5.3. Embranchement : Cnidaires

#### III.3.5.3.1. *Anemonia viridis* (Forskal, 1775)

L'anémone commune est une espèce qui appartient à l'embranchement des cnidaires, l'espèce est fréquente dans les fonds du port de la Salamandre, entre 4 et 6 mètres de profondeur. Le corps est verdâtre doté de longs tentacules verts claires non rétractiles et lisses ; le corps est d'environ 5 cm de hauteur, pour un diamètre d'une dizaine de centimètre, les tentacules adhèrent si fortement à la peau, qu'elles cassent lorsqu'on les touche le disque basal serre à se fixer sur des substrats durs, défiant les vagues, les petits individus s'abritent dans des fissures et des creux, loin des courants.

#### ❖ Position systématique

- |                   |                 |
|-------------------|-----------------|
| ▪ Règne :         | Animalia        |
| ▪ Embranchement : | Cnidaria        |
| ▪ Classe :        | Anthozoa        |
| ▪ Sous-classe :   | Zoantharia      |
| ▪ Ordre :         | Actiniaria      |
| ▪ Sous-ordre :    | Nyantheae       |
| ▪ Infra-ordre :   | Thenaria        |
| ▪ Famille :       | Actiniidae      |
| ▪ Genre :         | <i>Anemonia</i> |
| ▪ Espèce :        | <i>viridis</i>  |



**Figure 48:** Touffes d'*Anemonia viridis* dans les fonds rocheux du port de la Salamandre  
PHOTO : BENZAIT Hocine

#### III.3.5.3.2. *Actinia equina* (Linnaeus, 1758)

L'espèce *Actinia equina*, aussi appelée tomate de mer est une espèce d'anémone de mer courante, notamment en Méditerranée, observée près des côtes de Stidia et de Salamandre. Elle vit dans la zone intertidale très réduite, en Méditerranée, accrochée aux rochers. A marée basse, l'animal rétracte son corps et ses tentacules en une boule compacte, ce qui lui a valu son nom de tomate de mer, la coloration rouge prononcée de l'actinie rouge est due à un pigment de la famille des caroténoïdes, l'actinio-érythrine, proche de l'astaxanthine ; elle peut atteindre 6 cm de diamètre, avec 192 tentacules pointus, pouvant atteindre 2 cm. *Actinia equina mediterranea* est vivipare, de couleur rouge carmin avec un disque oral plus clair que la colonne. Ses tentacules latéraux, tirant vers le violet, sont très urticants pour les petits animaux dont elle se nourrit.

❖ **Position systématique**

- Règne : Animalia
- Embranchement : Cnidaria
- Classe : Anthozoa
- Ordre : Actiniaria
- Sous-ordre : Nyantheae
- Famille : Actiniidae
- Genre : *Actinia*
- Espèce : *equina*



**Figure 49:** *Actinia equina* observée au niveau du site de Salamandre

PHOTO : BENZAIT Hocine

### III.3.5.4. Embranchement : Chordata

#### III.3.5.4.1. *Tripterygion tripteronotum* (Risso, 1810)

Les Tripterygions sont benthiques, et vivent sur les fonds rocheux peu éclairés, recouverts d'algues. On les rencontre le plus souvent entre 3m et 20 m, mais elles peuvent être observée à l'intérieure de crevasse de la barrière de Stidia. Ce poisson fréquente les habitats peu éclairés, caractérisé par un museau assez pointu nageoire dorsale en 3 parties. Le corps est rouge et la tête noire chez les mâles en reproduction.

❖ **Position systématique**

- |                         |                      |
|-------------------------|----------------------|
| ▪ Règne :               | Animalia             |
| ▪ Embranchement :       | Chordata             |
| ▪ Sous Embranchement. : | Vertebrata           |
| ▪ Super-classe:         | Osteichthyes         |
| ▪ Classe :              | Actinopterygii       |
| ▪ Sous-classe           | Neopterygii          |
| ▪ Infra-classe          | Teleostei            |
| ▪ Super-ordre           | Acanthopterygii      |
| ▪ Ordre                 | Perciformes          |
| ▪ Sous-ordre            | Blennioidei          |
| ▪ Famille               | Tripterygiidae       |
| ▪ Genre                 | <i>Tripterygion</i>  |
| ▪ Espèce                | <i>tripteronotum</i> |

**III.3.5.4.2. *Tripterygion melanurum* (Guichenot, 1845)**

Triptérygionnain : le corps est rouge chez le mâle comme la femelle avec souvent des taches blanches le long du dos, la femelle a une tête sombre avec des mouchetures ou des marbrures blanches. Le mâle a la tête toute noire. Ce triptérygion occupe souvent des cavités étroites de la plage de Stidia (observation personnel).



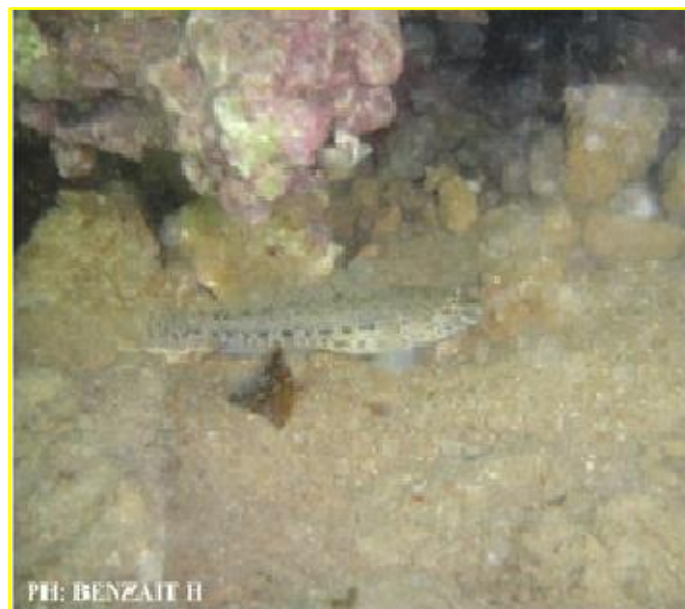
**Figure 50:** *Tripterygion rouge male*  
(Taille 4-5 cm)



**Figure 51:** *Tripterygion melanurum* (femelle)  
PHOTO : BENZAIT Hocine

**III.3.5.4.3. *Gobius bucchichi* (Steindachner, 1870)**

Le Gobie moucheté, est une espèce de poisson appartenant à la grande famille des Gobiidae. On le surnomme gobie moucheté en raison de son corps brun pâle et gris recouvert de petites taches noires, ce qui lui assure un bon camouflage. Il a une longue tache noire traversant les yeux. Les mâles peuvent atteindre 10 cm de longueur totale. Le corps est cylindrique et comprimé vers le pédoncule caudal. La peau et les muqueuses sont protégées contre les tentacules urticants des anémones de mer. La tête est large et les yeux sont au-dessus de la bouche. Il a deux nageoires dorsales, la deuxième beaucoup plus longue que la première et presque aussi longue que l'anale. Les nageoires pectorales sont bien développées en rayons fins. Les nageoires pelviennes ont fusionné pour former un disque servant de ventouse. La nageoire caudale est ronde.



**Figure 52:** *Gobius bucchichi*, dans son environnement (Taille 6-7cm)  
au niveau du site de de Stidia PHOTO : BENZAIT Hocine

**III.3.5.4.4. *Lepadogaster Lepadogaster* (Bonnaterre, 1788)**

Le poisson porte-écuelle, ou poisson ventouse, inscrit sur la liste Rouge de l'UICN autant qu'espèce menacée. Il est reconnaissable par une tête volumineuse, museau large et plat ; la nageoire dorsale et longue soudée à la base de la queue ; la nageoire pelvienne a été modifiée par une ventouse ventrale, qui a une forte capacité d'adhérence, Ce qui permet à ce poisson de se maintenir partout, notamment les zones où le ressac est important. Différentes colorations existent chez l'espèce, brun rougeâtre à vert, observée au niveau de la plage de

Stidia. Le *lepadogaster* fréquente un biotope avec un sédiment à grain moyen et gros, (observation personnel). Il est souvent fixé à l'envers sous les pierres à des profondeurs peu importantes.

#### ❖ Position systématique

- Classe : Osteichthyes
- Ordre : Gobiesociformes
- Famille : Gobiesocidae
- Genre : *Lepadogaster*
- Espèce : *lepadogaster*



**Figure 53:** *Lepadogaster lepadogaster* (Bonnaterre, 1788) (A : face ventrale ; B : facedorsale)  
(Taille 3cm) PHOTO : BENZAIT.h

### III.3.5.5. Embranchement : Annelida

#### III.3.5.5.1. *Sabella spallanzanii* (Gmelin, 1791)

Cette espèce est observée au niveau des fonds rocheux du port de la Salamandre, jusqu'à 9 mètre de profondeur. Elle a été introduite accidentellement en Australie, dans le sud-est, probablement à partir des eaux de ballast d'un bateau. Depuis, elle a colonisé toutes les côtes tempérées. Le spirographe est un ver annelé tubicole vivant dans un tube mou, formé d'un mucus sécrété par l'animal et de vases agglutinées. Le corps est formé de segments (jusqu'à 200) et n'est pas fixé au tube, si bien que l'animal peut parfois en sortir. Un panache de filaments (jusqu'à 300 soies) bigarrés et rayés de blanc de jaune ou de brun, en avant de la bouche, il se rétracte à la moindre alerte. Ce panache est constitué de deux lobes dont l'un s'enroule en hélice. Le tube et le panache sont les deux seules parties visibles. Le panache branchial spiralé qui dépasse du tube a un rôle respiratoire et constitue des branchies externes et piégeant les particules en suspension dans l'eau.



**Figure 54** : *Sabella spallanzanii* dans son environnement, fixé sur la roche au niveau du port de Salamandre PHOTO : BENZAIT Hocine

### III.3.5.6. Embranchement : Chlorophyta

#### III.3.5.6.1. *Codium bursa* (C. Agardh, 1817)

C'est une espèce photophile qui vit entre 01 et 50 mètres de profondeur et uniquement sur un substrat dur incliné. Cette algue occupe les endroits bien éclairés, elle est identifiée, facilement par sa forme en boule feutrée et creuse qui mesure entre 5 et 35 cm de diamètre. Elle est constituée de thalle épais de 1 cm de diamètre. Le thalle est un filament microscopique, siphonné (tube sans cloison transversale), entrelacé, formant une juxtaposition de petites ampoules, à la surface de thalle visible à la loupe.

❖ **Disposition systématique**

- |                   |               |
|-------------------|---------------|
| ▪ Règne           | Plantae       |
| ▪ Embranchement : | Chlorophyta   |
| ▪ Classe          | Ulvophyceae   |
| ▪ Ordre :         | Bryopsidales  |
| ▪ Famille :       | Codiaceae     |
| ▪ Genre :         | <i>Codium</i> |
| ▪ Espèce :        | <i>bursa</i>  |



**Figure 55:** Deux spécimens de *Codium bursa*, de grande taille, aplatis à gauche droite forme déprimés -Stidia- PHOTO : BENZAÏT Hocine

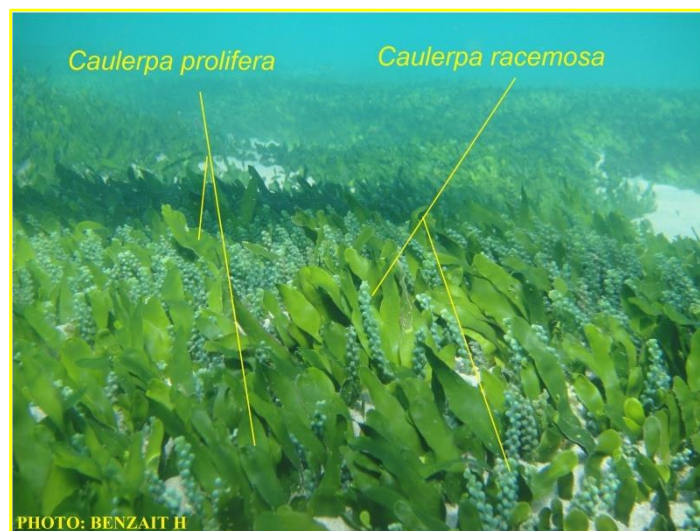
#### III.3.5.6.5. *Caulerpa racemosa* (J. Agardh, 1873)

L'espèce *Caulerpa racemosa* est une espèce lessespsienne. C'est une algue invasive et nuisible, introduite depuis 1950 en Méditerranée par la voie artificielle du canal de Suez, observée pour la première fois en 1990 devant le port de Tripoli dont le caractère invasif est très préoccupant (Velarque et *al.*, 2003). L'envahissement de l'algue verte est inquiétant, et se reproduit par deux voies (végétative et sexuée). Elle a été signalée pour la première fois au port d'Alger en 2006, et à Mostaganem en 2010. Cette espèce occupe le territoire en surface et le linéaire côtier et atteint 10500 m<sup>2</sup> et 700 m à Salamandre et 4000 m<sup>2</sup> et 200 m à Stidia (Bouidjra et *al.* 2010-a, 2010-b). Notre prospection au niveau des deux sites (Slamandre et Stidia), nous a permis d'observer *Caulerpa racemosa*, au niveau de différents substrats ; les rochers tombants des digues à talus du port de Salamandre et les substrats meubles, sableux

ou vaseux à l'intérieur du bassin d'accostage à Salamandre. Il est à noter que les groupes d'échinodermes rencontrés cohabitent avec l'espèce invasive en particulier la classe des holothurides (*H. tubulosa*, *H. polii*) ainsi que la classe des Astérides (*C. tinuispina*, *E. sepositus*, *M. glacialis*).

❖ **position Systématique :**

- Règne : Plantae
- Sous- règne : Viridiplantae
- Classe : Chlorophyceae
- Ordre : Bryopsidales
- Famille : Caulerpaceae
- Genre : *Caulerpa*
- Espèce : *racemosa*



**Figure 56 :** *Caulerpa racemosa* et *Caulerpa prolifera* in Situ –Salamandre

PHOTO : BENZAIT Hocine

### III.3.5.7. Embranchement : Rhodophyta

#### III.3.5.7.1. *Asparagopsis armata* (Harv, 1855)

L'espèce *Asparagopsis armata*, est une espèce d'algue rouge, invasive, inscrite sur la Liste noire Elle est identifiée par des critères, selon deux stades morphologiquement différents au cours de son développement, à savoir un stade gamétophyte et un stade tétrasporophyte.

Au stade gamétophyte, elle se reconnaît à ses principaux stolons nus et cylindriques (mesurant 1 mm de large, 200 mm de long) sont ramifiés de manière irrégulière et présentent des frondes touffues. Ses rameaux inférieurs sont longs et munis de crochets en forme de harpon (Otero et *al.*, 2013). Au stade tétrasporophyte, elle est de couleur pâle rouge violacé et devient nettement orange. Elle se développe en tant qu'algue épiphyte fixée sur d'autres espèces d'algues, surtout la *Corallina sp.*, c'est une algue rouge brunâtre ramifiée et filamenteuse, formant des touffes cotonneuses denses de 15 mm de diamètre.

❖ **Position systématique.**

- Règne : Plantae
- Embranchement : Rhodophyta
- Classe : Florideophyceae
- Ordre : Bonnemaisoniales
- Sous-ordre : Rhodymeniophycidae
- Famille : Bonnemaisoniaceae
- Genre : *Asparagopsis*
- Espèce : *armata*



**Figure 57:** *H. tubulosa* fréquente algue rouge d'*Asparagopsis armata*

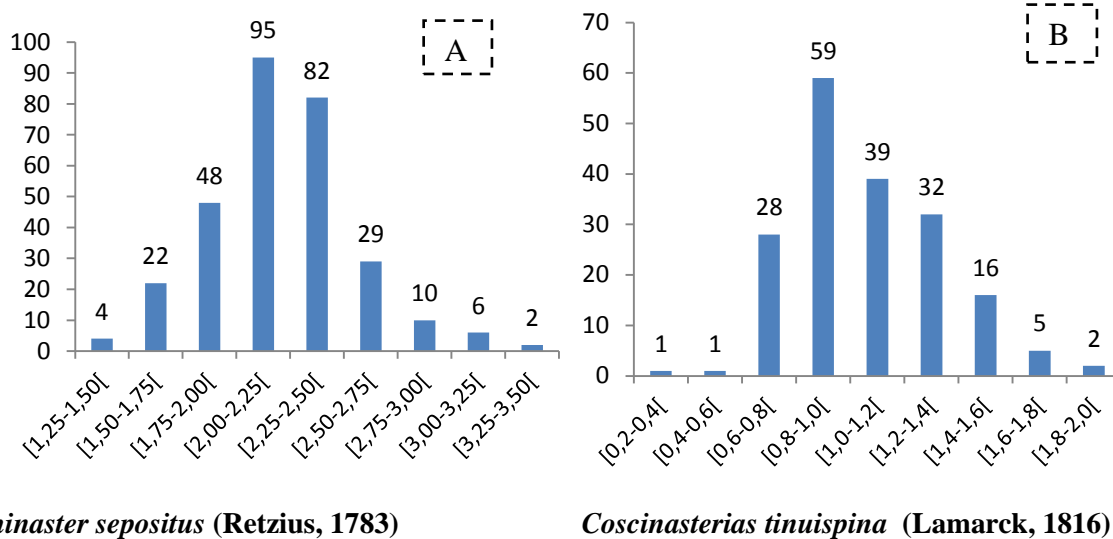
PHOTO : BENZAIT Hocine

### III.4. Analyse des traits de vie des trois populations d'échinodermes

#### III.4.1. Détermination de la structure démographique des trois populations d'échinodermes

L'analyse de la structure démographique a été réalisée chez les trois espèces d'échinodermes : deux espèces d'astérides *Echinaster sepositus* (Retzius, 1805) et *Coscinasterias tenuispina* (Lamarck, 1816) au niveau du site de Salamandre et une espèce d'ophiure *Ophioderma longicauda* (Retzius, 1789) au niveau du site Stidia.

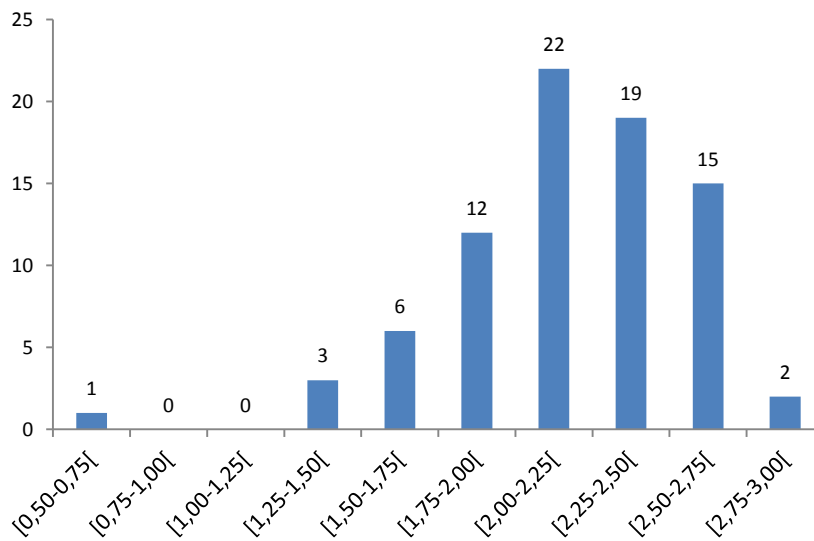
##### • Site de Salamandre



**Figure 58:** Structure démographique de la population *Echinaster sepositus* (A) et de *Coscinasterias tenuispina* (B) ; échantillonnées dans le site de Salamandre. (En abscisse les classes de diamètre du disque (cm) et en ordonnées, le nombre d'individus).

L'analyse de la structure démographique, des deux populations d'étoiles de mer, récoltée sur une période allant d'Aout 2013 à aout 2014, montre l'absence des jeunes individus dont le diamètre est inférieur à 1,25 cm pour *Echinaster sepositus* (Retzius 1783). Cependant dans ce site, la population d'*Echinaster sepositus* est représentée à plus de 50% par les individus ayant un disque de diamètre allant de [1,75- 2,75[cm. Quant à l'espèce *Coscinasterias tenuispin* (Lamarck, 1816), la structure démographique montre la présence de quelques jeunes individus et représentativité de plus de 50% des individus avec un diamètre de disque allant de [0,8- 1,00[cm.

- Site de Stidia



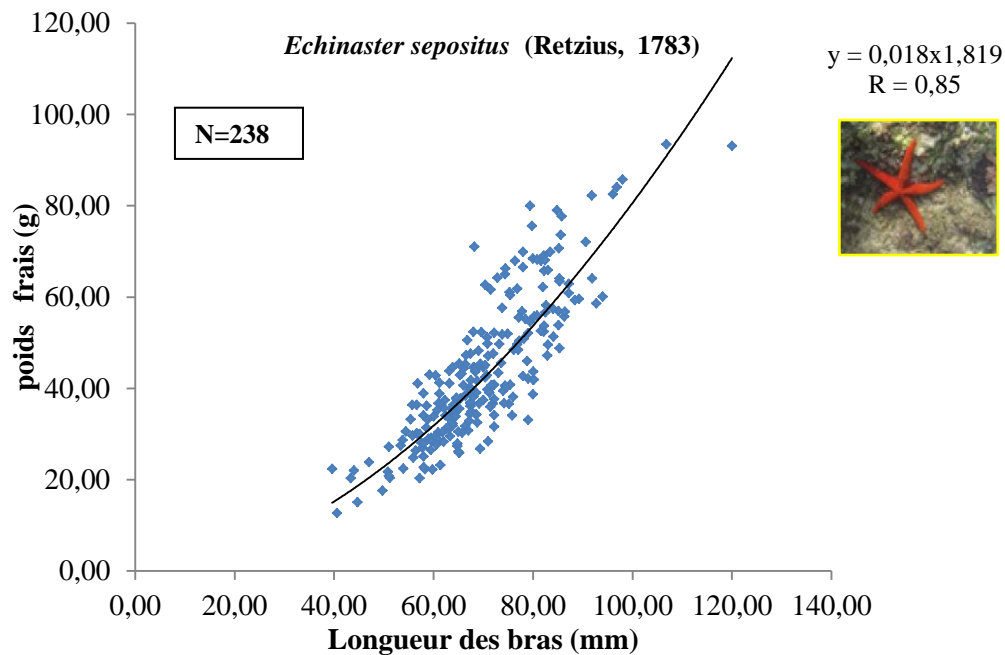
**Figure 59:** Structure démographique de la population d'*Ophioderma longicauda*, échantillonnée dans le site de Stidia. (En abscisse les classes de diamètre du disque (cm) (intervalle de 0,25 cm) et en ordonnées le nombre d'individus).

Au niveau du site de Stidia, l'espèce *Ophioderma longicauda* (Retzius, 1789) est représentée par la présence des individus, ayant un diamètre de disque de [2,00- 2,50[cm. Cependant, il est difficile à échantillonnée cette espèce, en raison de son caractère cryptique, qui la pousse à se cacher dans des endroits dont l'accès est fastidieux.

#### III.4.2. Détermination de la relation allométrie entre certains paramètres du corps chez les trois populations d'échinodermes

La relation entre les paramètres du corps, décrit les variations de la forme du corps durant la croissance. Cette relation a été analysée chez les trois espèces d'échinodermes ; dont deux espèces d'astérides (*Echinaster sepositus* et *Coscinasterias tenuispina*) au niveau du site de Salamandre et une espèce d'ophiure (*Ophioderma longicauda*) au niveau du site Stidia.

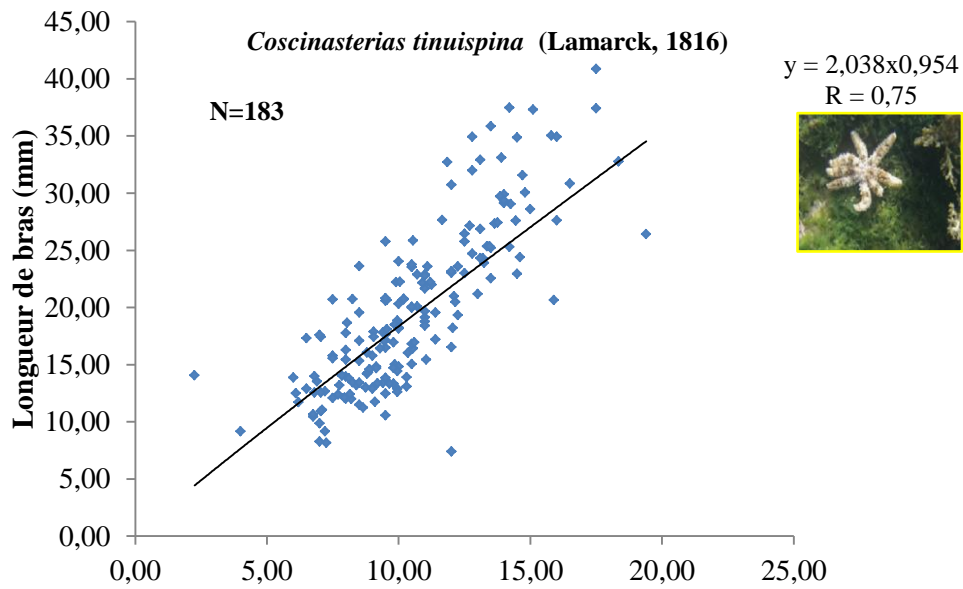
- Chez *Echinaster sepositus*



**Figure 60:** Relation entre le Poids du corps et la longueur moyenne des bras d'*Echinaster sepositus* (Retzius, 1805), vivant à Salamandre.

L'analyse de la relation longueur du bras-poids total du corps chez l'astéride *Echinaster sepositus*, montre une valeur de coefficient de corrélation **r de 0,85**, ce qui révèle une bonne corrélation entre ces deux paramètres. La valeur observée de la pente ou le coefficient de régression de 1.82 est inférieur à 3, ce qui signifie qu'il existe une allométrie minorante entre la moyenne de la longueur du bras-poids total du corps chez *Echinaster sepositus*, le poids de cette espèce croît moins vite que la moyenne de la longueur des bras.

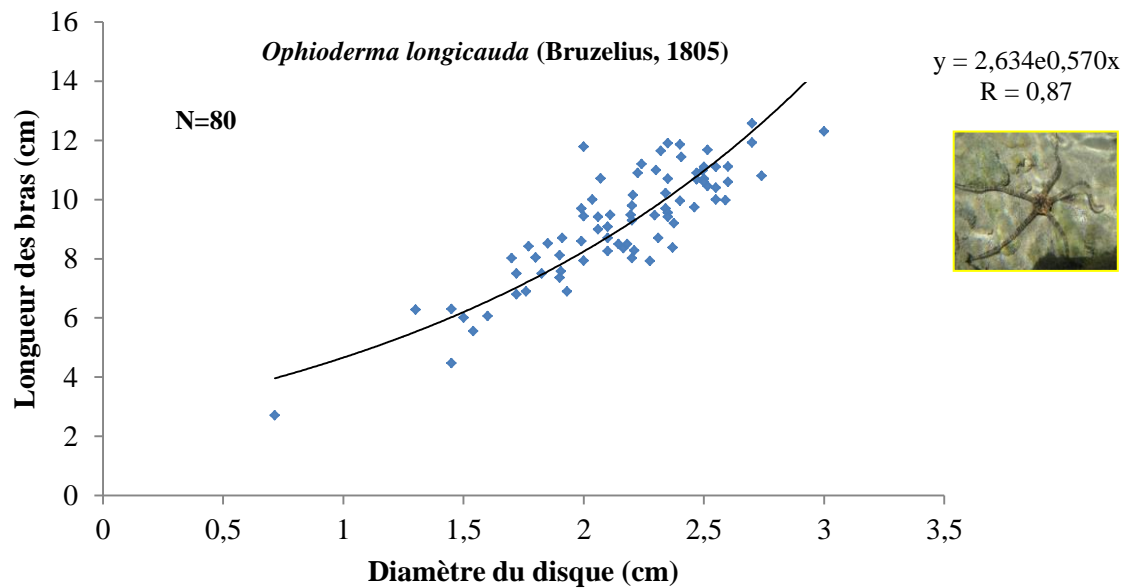
- Chez *Coscinasterias tenuispina*



**Figure 61:** Relation entre le diamètre du disque et la longueur moyenne des bras de *Coscinasteris tenuispina* (Lamarck, 1816) vivant à Salamandre.

L'analyse de la relation entre les longueurs moyennes des bras et le diamètre de disque chez l'astéride *Coscinasterias tenuispina* montre une valeur du coefficient de corrélation **r de 0,75**, ce qui révèle une bonne corrélation entre ces deux paramètres. La valeur observée de la pente ou le coefficient de régression de 0.95 se rapproche de 1, ce qui signifie qu'il existe une allométrie isométrique entre les longueurs moyennes du bras-diamètre du disque de *Coscinasterias tenuispina*, c'est-à-dire que la longueur des bras de l'étoile épineuse croît au même rythme que le disque.

- **Chez *Ophioderma longicauda***



**Figure 62:** Relation entre le diamètre du disque et la moyenne de la longueur des bras d'*Ophioderma longicauda* (Retzius, 1789) vivant au niveau de Stidia plage

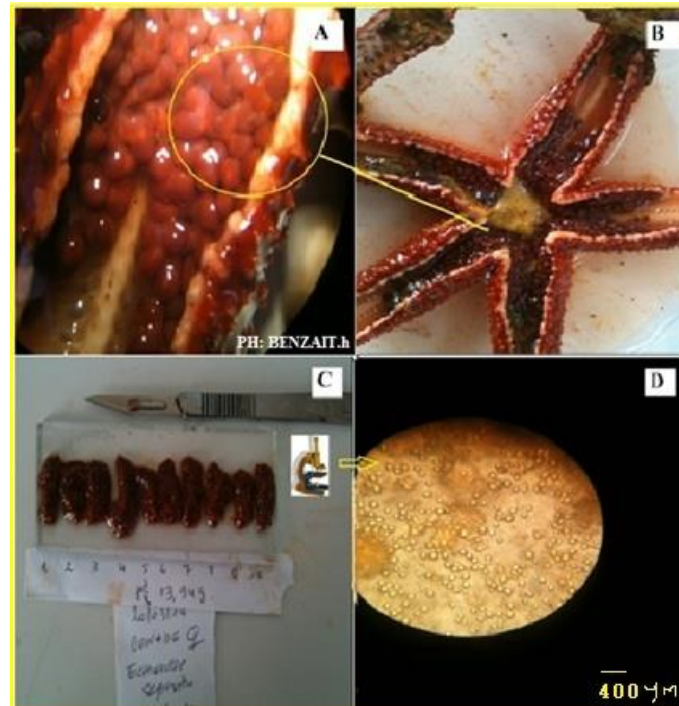
L'analyse de la relation entre les longueurs moyennes des bras, et le diamètre de disque chez d'*Ophioderma longicauda*, montre une valeur du coefficient de corrélation **r de 0,87**, ce qui révèle une bonne corrélation entre ces deux paramètres. La valeur observée de la pente ou le coefficient de régression de 0.57 est inférieur à 1, ce qui signifie qu'il existe une allométrie minorante entre les longueurs moyennes du bras-diamètre du disque d'*Ophioderma longicauda*, c'est-à-dire que la longueur des bras de l'étoile fragile croît plus rapidement que le disque.

### III.4.3. Détermination de la biologie de reproduction chez l'astéride *Echinaster sepositus*

Le but de cette partie, est de contribuer à la connaissance de la biologie de reproduction de l'astéride *Echinaster sepositus*, vivant au niveau du site de salamandre. Pour ce faire, on a utilisé l'évolution mensuelle de l'indice gonadique en relation avec la variabilité de la température et de l'activité trophique chez cette espèce.

➤ **Examen des gonades *Echinaster sepositus* pour la détermination du sexe**

Chez l'*Echinaster sepositus*, chaque bras porte une paire de grappes d'une consistance granuleuse appelée gonade. Chez les femelles, la gonade présente une couleur rouge vive ou pourpre alors que chez les mâles, les gonades sont blanches ou jaune claire.

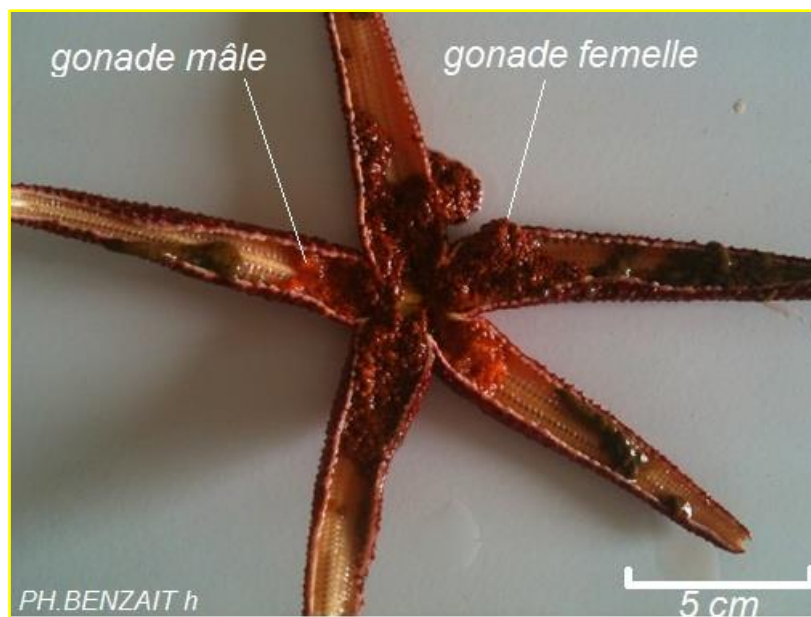


**Figure 63:** L'espèce *Echinaster sepositus*, montrant la disposition des gonades chez la femelle (A et B) après la dissection, le nombre des grappes (C) ; observation microscopique, des ovocytes au MPau Gx :100 (D). PHOTO : BENZAIT Hocine

Sur une population de 180 d'individus qui ont été utilisés pour l'étude de la biologie de reproduction de l'*Echinaster sepositus*, vivant dans le site de Salamandre, un deux cas d'hermaphrodisme sont été décelés ( Figure 64-65 ). Il est à noter que cette espèce l'hermaphrodisme est rare.



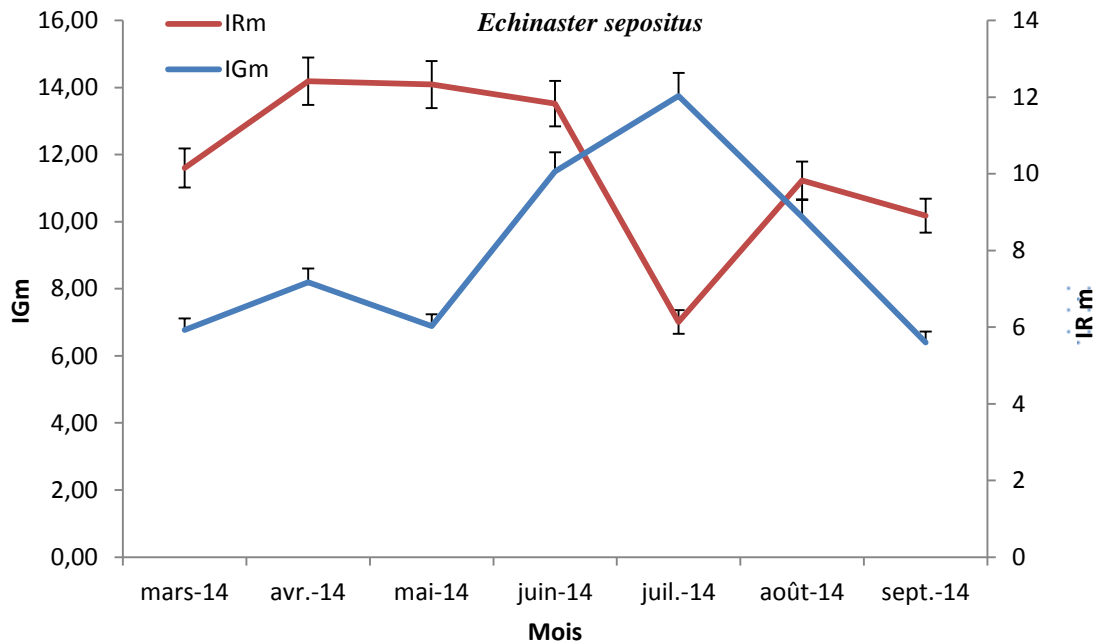
**Figure 64:** Hermaphrodisme femelle observé chez l'*Echinaster sepositus*  
 (a : femelle b : mâle) PHOTO : BENZAIT Hocine



**Figure 65 :** Hermaphrodisme mâle, observé chez l'*Echinaster sepositus* (Retzius, 1805)  
 PHOTO : BENZAIT Hocine

### III.4.3.1. Suivi mensuel des indices physiologiques chez l'astéride *Echinaster sepositus*

L'évolution des indices physiologiques, calculés chez *Echinaster sepositus* est reportée dans la figure ci-dessous.

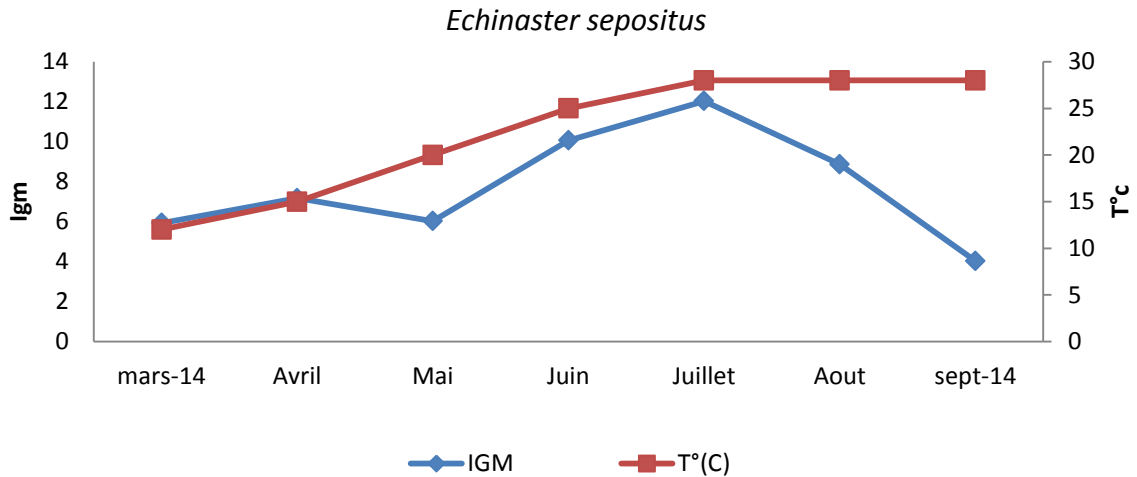


**Figure 66:** Evolution mensuelle des indices physiologiques (indice gonadique moyen : IGm) et (indice de réplétion moyen : IRm) de l'*E. sepositus*, vivant à Salamandre.

L'analyse de la figure 66 montre, que durant la période allant de mai à juillet 2014, la valeur de l'indice gonadique augmente graduellement et atteint son maximum en juillet ; mois à partir duquel cet indice chute et atteint un minimum en septembre 2014. Ce qui laisse penser que la ponte est déclenchée à partir de mois de juin, et s'étend jusqu'au mois de septembre. Quant à l'indice de réplétion, ce dernier montre que cet indice présente des valeurs relativement élevées et constantes d'avril à juin 2014. Cependant, la valeur de cet indice chute à partir du dernier mois et atteint une valeur minimale en juillet ; mois où l'indice gonadique atteint son maximum.

### III.4.3.2. Influence de la température sur la variabilité de l'indice gonadique moyen de l'*Echinaster sepositus*

L'évolution de la variabilité de l'indice gonadique en fonction de la température durant la période étudiée chez *Echinaster sepositus* est reportée dans la figure ci-dessous.

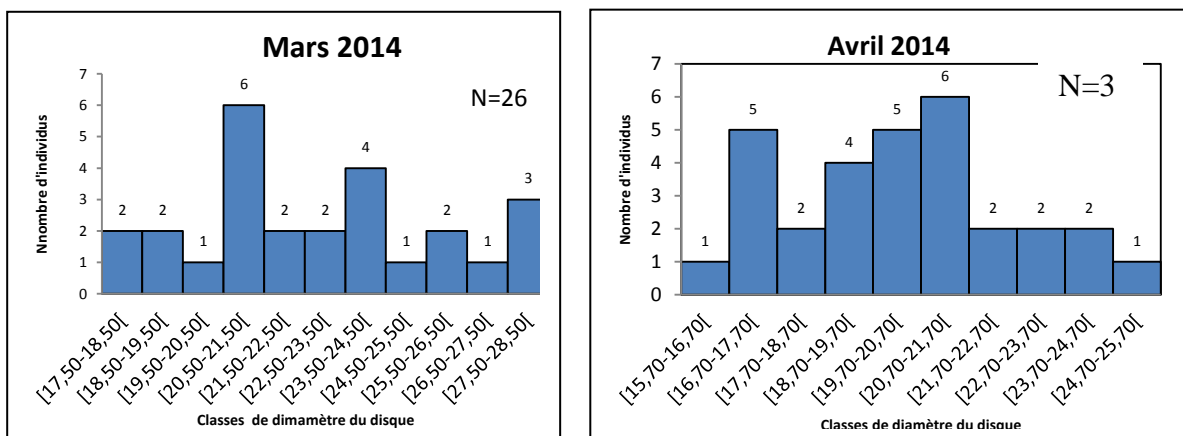


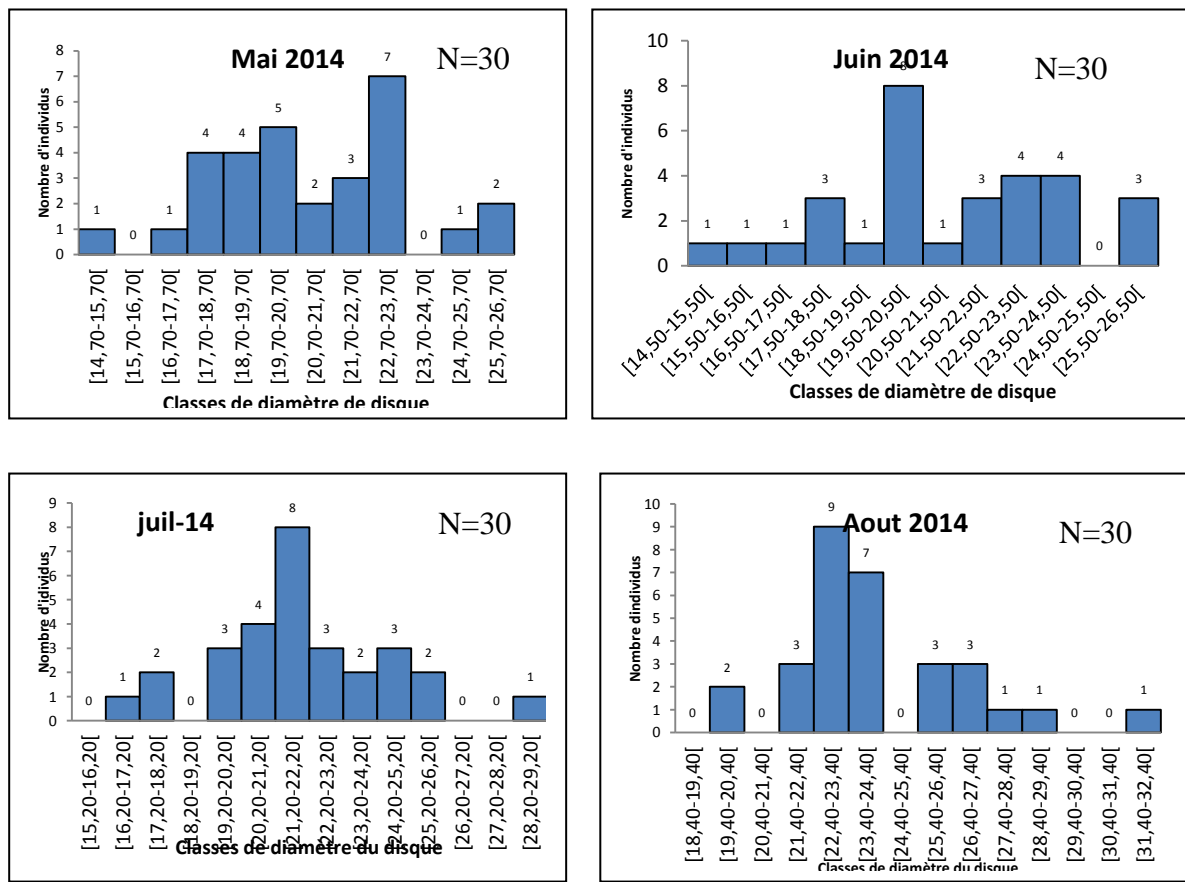
**Figure 67:** Évolution mensuelle de la température et de l'indice gonadique moyen de *Echinaster sepositus*, vivant dans le site Salamandre

On remarque par l'analyse de la figure 67, que l'indice gonadique chute au mois juillet lorsque la température augmente brutalement et passe de 25 °C à 28°C. On observe aussi que cette température se maintient jusqu'à la fin de l'échantillonnage et l'indice gonadique continue à chuter, ce qui montre bien que la température joue un rôle indéniable dans le déclenchement de la ponte chez *Echinaster sepositus*.

### III.4.3.3. Analyse modale

Le suivi de la distribution et de l'évolution des classes de taille durant les six mois va permettre dans un premier temps de déterminer les différentes cohortes qui constituent cette population et dans un deuxième temps de cibler la période d'apparition des jeunes individus donc de cibler la période de recrutement de *Echinaster sepositus* (voir Figure 66).



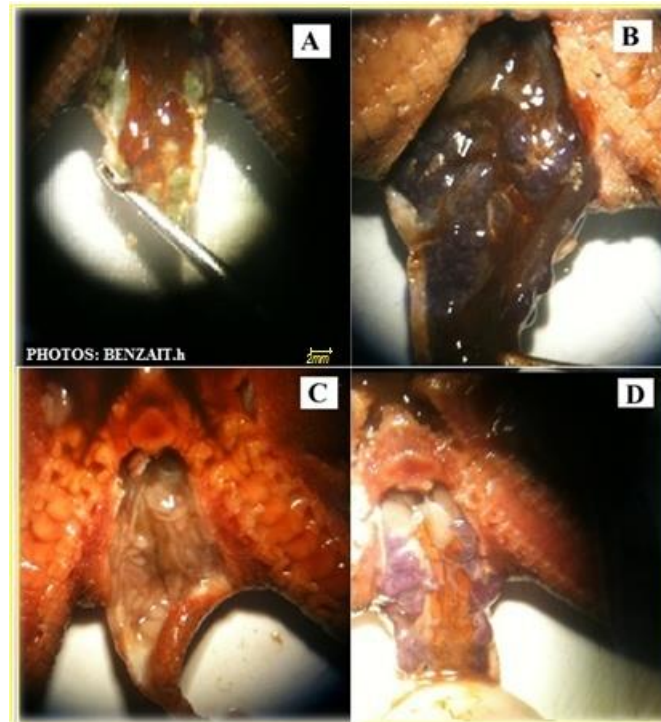


**Figure 68:** Distribution mensuelle des classes de tailles, (sexes confondus) chez l'espèce *Echinaster sepositus*

- L'analyse mensuelle des histogrammes, montre qu'au mois d'Avril au mois de mai, il y'a absence de jeunes individus de taille allant de 14.50 à 18.50 mm. Cependant, à partir du mois de juin, les jeunes individus sont présents avec un certain pourcentage. Ce résultat concorde avec les résultats de l'étude de la reproduction où la période de ponte s'étale du mois de juin au mois de Juillet. Sachant que cette ponte est traduite par le critère pondéral représenté par l'indice gonadique moyen, qui chute à partir du mois de Juin.

#### III.4.4. Examen des gonades d'*Ophioderma longicauda* pour la détermination du sexe

Chez *Ophioderma longicauda*, à la base de chaque bras, on observe deux paires de fente génitales, donnant accès aux bourses génitales, à l'intérieur des bourses on trouve des gonades de couleur vert olive ou rouge brun chez les femelles. Les males présentent des gonades de couleur blanche, (Fenaux, 1972).

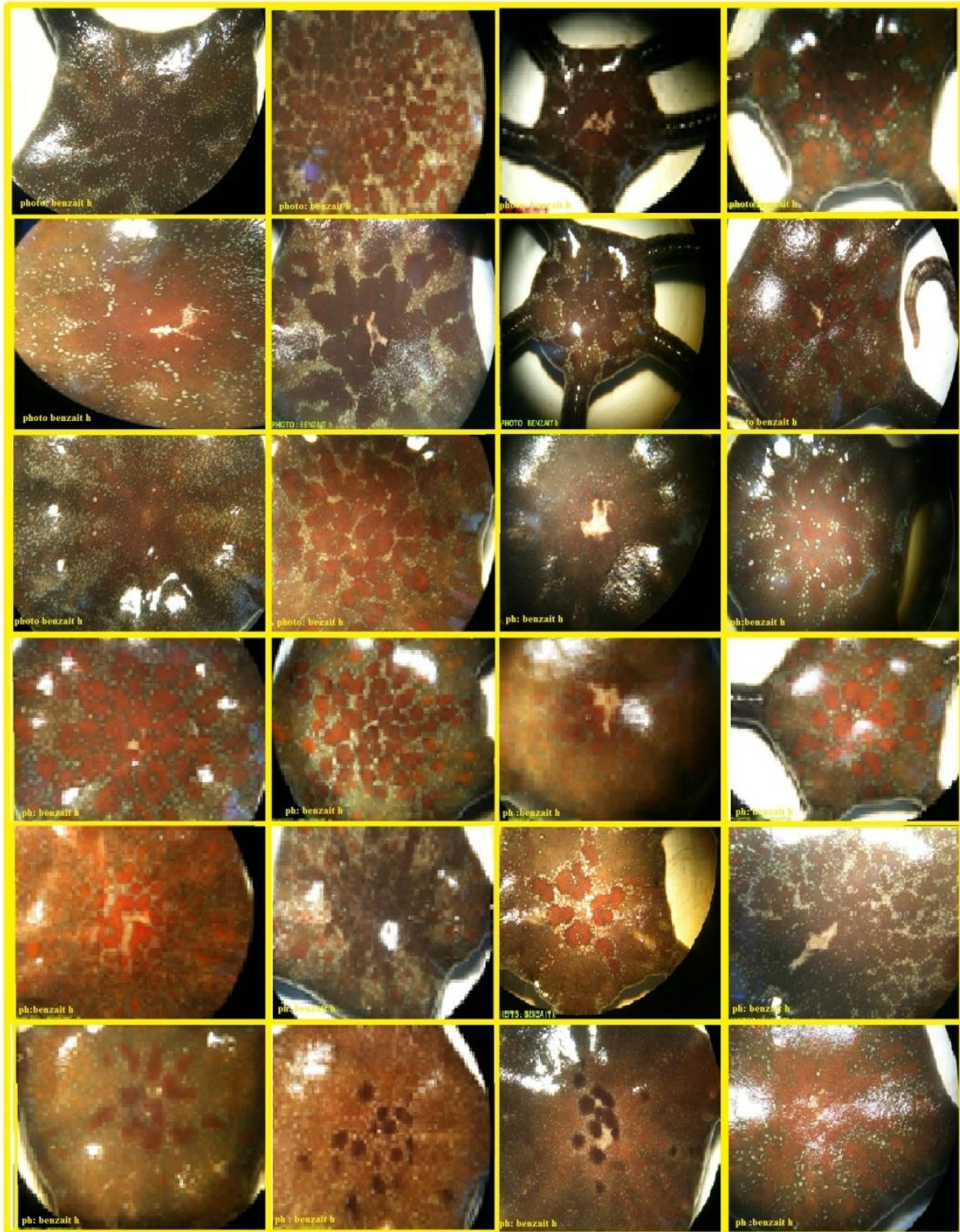


**Figure 69:** Détermination de sexe chez *O. longicauda* (A, B, D sexe femelle ; C male),

PHOTO : BENZAIT Hocine

#### III.4.5. Descriptions morphologiques de l'espèce *Ophioderma longicauda*

En utilisant, la loupe binoculaire, le disque de nature lisse de ophiure, met en avant une variabilité étonnante de couleur, des granules très fins, sphériques et serrés formant des motifs sur la plaque dorsale qui constituent des éléments importants à la fois pour la classification des ophiures et pour leur identification. Nous présentons dans ce travail l'espèce *Ophioderma longicauda*, échantillonnée au niveau du site de Stidia.

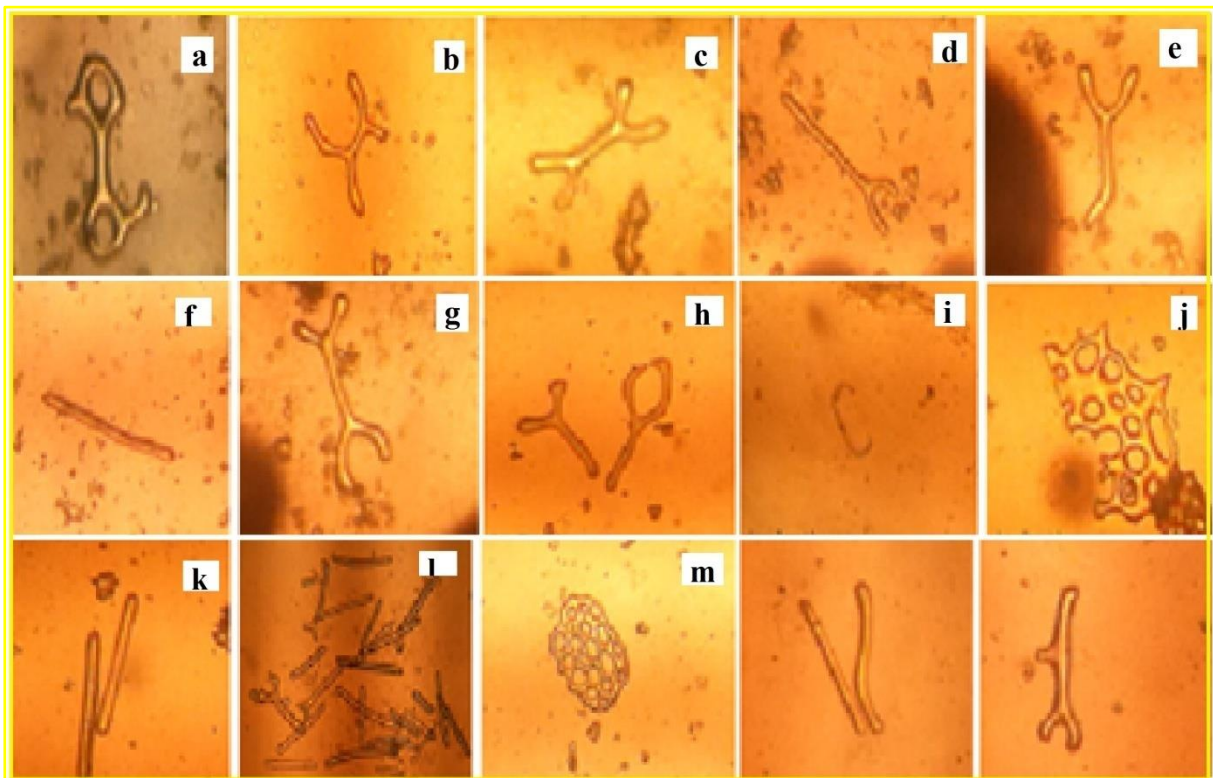


**Figure 70:** Variétés des formes et des couleurs du disque chez *Ophioderma longicauda* (Retzius, 1789)  
PHOTO : BENZAIT Hocine

### III.4.5.1. L'examen des spicules d'*Ophioderma longicauda*

#### III.4.5.1.1. Observation microscopique des spicules

Après traitement au laboratoire, le disque de l'ophiure, et mis en évidence sous le microscope optique, plusieurs formes de spicules dermiques très variables de nature calcaire ou siliceuses minuscules et peut être utilisée comme caractère de détermination spécifique.



**Figure 71:** Différentes formes géométriques des spicules de *Ophioderma longicauda* (i : c-rod ; m : rosette ou plaques perforées; f : bâtonnets...) PHOTO : BENZAIT Hocine

### III.5. Discussion de la diversité des échinodermes au niveau des sites étudiés

Le site de Stidia plage est localisé dans une baie semi-fermée, exposé aux vents dominants, venant du Nord- Est. Elle est caractérisée par un substrat dur colonisé par un herbier de posidonie, la présence des laissés marins au niveau des rivages de la plage sont le témoin de l'existence d'un fort hydrodynamisme. Quant au site de Salamandre localisé dans le port, et fréquenté par des activités de pêche et d'autres polluants (vidanges de lubrifiant à l'intérieur du bassin à proximité du site d'étude), expose inlassablement le site à un taux de pollution. Au niveau du site de Salamandre, les résultats d'inventaire, ont montré l'existence d'une forte dominance de la classe des Echinides caractérisé par la présence respectivement de 50.93% d'*A. lixula*, 47.82% de *P. lividus* et par 0.62% de *S. granularis*. Par ailleurs, le même constat est fait au niveau du site de Stidia, où existe une dominance des échinides. Cependant, c'est

l'oursin *P. lividus* avec 70.83% qui est dominant, alors que seulement 8.33% d'*A. lixula* a été recensée avec une certaine présence des espèces d'holothurides dominées par *H. poli* avec 6.48% et 2.77% d'*H. sanctori* et de seulement 0.46% d'*H. stellati* (Voir Annexe).

Les relations trophiques constituent le cadre essentiel de l'organisation d'un écosystème.

A cet effet, Duffy, (2002) ; Rafaëlli, (2000) et Naeem, (2002) ont indiqué que les changements de la biodiversité à un niveau trophique donné peuvent affecter la biodiversité dans les niveaux trophiques adjacents et de proche en proche, à un niveau écologie. Ainsi, les échinodermes occupent tous les niveaux de la chaîne trophique: herbivores (echinoidés), carnivores (quelques asteroidés), suspensivores (ophiuridés, crinoïdes) et détritivores (asteroidés, holothurides, ophiuridés) ; les oursins, et particulièrement *Paracentrotus lividus*, sont considérés comme les herbivores les plus importants de la Méditerranée, c'est le cas de *P. lividus* dans cette étude, de par son abondance et d'autre part du fait qu'il soit herbivore en raison de la richesse algale installée sur le flanc des roches tombant dans les sites étudiés. Par ailleurs, plusieurs auteurs ont signalé que l'espèce *A. lixula* est associée probablement au même réseau trophique que *Paracentrotus lividus* (Verlaque, 1981 ; Zupo et Fresi, 1984 ; Coulon et Jangoux, 1992).

Plus loin dans la chaîne trophique, on trouve les holothuries et les ophiures qui ont des préférences détritiques et la matière organique sédimentaire, ce qui semble être le cas au niveau du site de Stidia où la disponibilité de la matière organique favorise probablement la prolifération d'*Ophioderma longicauda*.

Dans le site de salamandre la présence d'une ceinture algale très dense pouvant atteindre des profondeurs importantes jusqu'à 09 mètres. La classe des échinides est fortement représentée par *A. lixula*, cette espèce est très commune sur les fonds rocheux infralittoraux. La distribution de cette espèce semble être influencée par la bathymétrie puisque, selon les travaux de Hereu et *al.*, (2003), elle est très abondante à 3 m et peu à 9 m de profondeur.

Au niveau du port de la salamandre, l'abondance de l'espèce est due probablement au manque des cascades trophiques dans les interactions entre des prédateurs et des proies. Ainsi, l'espèce *A. Lixula*, semble suivre une évolution contraire à celle de *P. lividus*. Ces résultats se rapprochent de ceux (Hereu et *al.*,2003) portant sur les fluctuations temporelles des peuplements d'échinodermes entre 1982 et 2003 au port –gros.

### III.6. Discussion sur l'analyse des traits de vie des trois échinodermes

De nombreux auteurs comme Chavet et *al.* (1998) ; Usseglio-polatera et *al.* (2000a) et Archaimbault (2003), expliquent la variabilité environnementale des organismes et leur sensibilité par rapport à la perturbation du milieu, à travers les traits de vie biologique et écologique. Dans la présente étude, on a contribué à la connaissance et à l'analyse des traits de vie des trois espèces d'échinodermes, dont deux espèces d'astérides *Echinaster sepositus* et *Coscinasterias tenuispina* au niveau du site de Salamandre et d'une espèce d'ophiure *Ophiuoderma longicauda*, au niveau du site Stidia.

#### III.6.1. Variabilité des traits de vie chez *Echinaster sepositus* (Retzius, 1805)

L'astéride *E. sepositus* présente généralement un régime alimentaire varié et détritivore voir nécrophage. Cette espèce se nourrit des particules organiques qu'elle trouve sur le fond marin, le long des parois et à l'occasion d'animaux sessiles (vers, mollusques). C'est une espèce gonochorique présentant quelques rares cas d'hermaphrodisme selon le signalement de Field, (1895). Dans notre étude, nous avons constaté que, durant les deux saisons (printemps et été) l'indice gonadique moyen IGM, révèle que l'émission des gamètes se déclenche le mois de juin et elle s'étale jusqu'au mois de septembre. Nos résultats semblent, ainsi, aller dans le sens de Devalvaut et Cognetti, (1957) ; (1958), où la ponte de cette espèce s'effectue surtout pendant les périodes chaudes (en Aout). Il semblerait que la ponte est déclenchée massivement durant les périodes où la température est élevée. Donc, la température peut être considérée comme un des facteurs déclenchant et clefs de la ponte chez cette espèce.

Par ailleurs, au niveau du site du port de Salamandre, particulièrement au niveau du site d'échantillonnage, réside un fort hydrodynamisme, en raison de l'exposition du site au vent dominant de l'West. Selon Himmelman, (1986), l'hydrodynamisme constitue un facteur limitant la reproduction d'un groupe des échinides telle que *P. lividus*, dans les sites exposés par rapport aux sites à herbiers de posidonie plus stables. Cependant, ce facteur ne semble pas influencer la reproduction d'*E. sepositus*, mais on pense que cette espèce est plus présente dans les zones, où le facteur de turbidité est plus prononcé. Ce qui favoriserait le bon déroulement de son cycle de reproduction, étant donné que la ponte s'étale sur deux mois et demi. Il est à noter qu'au niveau de ce site, on retrouve une richesse et une disponibilité de nourriture végétale tout le long de la ceinture rocheuse, ainsi que la présence d'autres groupes d'échinodermes, tels que les espèces *Holothuria tubulosa* et *Holothuria polii*). Cette activité trophique et intensité alimentaire, d'*E. sepositus* assez élevées sont mises en évidence à travers l'indice de réplétion moyen, qui présente des valeurs relativement élevées et

constantes de mars à Juin 2014. Par ailleurs, cet indice chute à partir du mois de juin et atteint une valeur minimale en Juillet, au moment où l'indice gonadique atteint son maximum ce qui explique, l'utilisation des réserves énergétiques à des fins de la reproduction. Cet état de fait, a été relevé par de nombreux auteurs où une relation de cause à effet, entre l'activité trophique et la production gonadique, existerait chez de nombreux échinodermes (Ebert, 1968; Dix, 1970; Vadas, 1977; Larsonnet *al.*, 1980; Lawrence et Lane, 1982; Nedelec, 1982; Keats et *al.*, 1984; Andrew, 1986 ; Semroud et Kada, 1987; Rico, 1989; Semroud, 1993; Fernandez et Boudouresque, 1997 ; Lawrence, 1975; Buckle et *al.*, 1980; Lawrence, 1987; Sellem, 1990; Semroud, 1993; Lumingas, 1994). Quant à la période de ponte, nous avons essayé de comparer nos résultats avec ceux de d'autres auteurs (voir tableau 05).

**Tableau 05 :** Variabilité de la période de reproduction chez *Echinaster sepositus* en Méditerranée

<b>Régions (pays) Références</b>	<b>Naples (Italie) Cognetti et Delavault (1960)</b>	<b>Livourne (Italie) Delavault (1960)</b>	<b>Banyuls (France) Cognetti et Delavault (1960)</b>	<b>Roscoff (France) Cognetti et Delavault (1960)</b>	<b>Salamandre (Algérie) Nos Résultats</b>
<b>Période de ponte</b>	Septembre- Octobre	Aout- Septembre	Mars- Avril	Juin-Juillet	<b>Juin- Septembre</b>

Dans les résultats que l'on a obtenu, les espèces d'*Echinaster sepositus* de la cote de Mostaganem, particulièrement, celle du port de Salamandre, émettent leurs gamètes au cours de la saison chaude. Selon Delavault, (1960), le déclenchement de la ponte varie certainement d'une localité géographique à l'autre et serait lié à la période où les eaux se réchauffent le plus. Effectivement, l'analyse du tableau ci-dessus montre que la ponte *Echinaster sepositus* en Livourne, Roscoff et à Salamandre se déroule en été et s'étale jusqu'en automne. Par contre, la ponte se déroule en automne à Naples et au printemps à Banyuls. Cette variabilité de la période de ponte semble être reliée à plusieurs facteurs environnementaux dont le principal serait représenté essentiellement par la température. De nombreux auteurs relient cette variabilité de la ponte à la température, il serait donc intéressant de vérifier cela dans le futur en laboratoire pour cette espèce vivant à Salamandre.

L'étude de l'allométrie chez *E. sepositus*, a montré qu'il existe un modèle de croissance minorant. En générale, le poids varie entre 37 et 37.92 g et peut atteindre 93.10 g et la longueur fréquente de bras varie entre 6.00 et 6.90 cm. Nos résultats semblent concordés avec ceux de Delavault et Cognetti, (1957); (1958) signalés en côtes de Livourne (Italie) où la longueur moyenne des bras varie entre 5.00 et 6.50 cm. L'analyse de la structure démographique de l'astéride révèle la présence majoritaire des individus avec plus 50% de d'entre eux présentant un diamètre de disque allant de 1.75 à 2.75 cm. La dominance de la présence de ces individus matures au niveau du site de Salamandre, semble être reliée aux bonnes conditions du milieu (ex : l'abondance de la nourriture).

### III.6.2. Variabilité des traits de vie chez *Coscinastérias tenuispina* (Lamarck, 1816)

La présence de l'espèce *Coscinastérias tenuispina*, prédatrice par excellence des petits mollusques, ne semble pas être influencée par la bathymétrie du site étudié. D'après les travaux de Kowalevsty (1872) et Crozier (1915) ; (1920) et de Tartarin (1953), cette espèce possède un pouvoir de régénération en réalisant une reproduction asexuée donc par scission, cette même observation a été reportée par Cognetti et Devalvant (1957), où les individus jeunes ayant un rayon maximum inférieur à 25 mm sont dépourvus de gonades et effectuaient la reproduction asexuée donc réaliseraient la régénération par scission. D'après ces deux auteurs la proportion des individus pourvus de gonades augmente avec la taille des bras.

La présence des gonades, chez *Coscinastérias tenuispina*, dépend effectivement dans nos données, la présence de gonades est reliée à la grandeur du bras de l'espèce, où les individus pourvus de gonades, sont ceux qui présentaient une longueur de bras située entre 40mm et 80mm.

- La variabilité morphologique

Dans nos données paramétriques récoltées sur *Coscinastérias tenuispina*, on a décelé une croissance isométrique entre la longueur des bras et le diamètre de disque. La croissance proportionnelle entre ces deux paramètres est probablement due à la nature de la reproduction par scissiparité. Cependant, il est à noter, que la majorité des jeunes individus récoltés au niveau de Salamandre ne présentaient pas de gonades et ceci va dans le sens des observations signalées par Cognetti et Delavault (1957).

### III.6.3. Variabilité des traits de vie chez *Ophioderma longicauda* (Retzius, 1789)

L'espèce *Ophioderma longicauda* récoltée au niveau du site de Stidia à des faibles profondeurs, présente une nature cryptique qui l'oblige à ce refuge à l'intérieur des crevasses, comme dans le substrat meuble sableux associé à des pierres moyennes mais à proximité de l'herbier de *P. oceanica*. Cette localisation est principalement due au fait que *Ophioderma longicauda* est principalement détritivore. Donc se nourrit de la matière organique que génère l'herbier de posidonie comme l'on déjà signalé plusieurs auteurs (Chessa et al., 1983 ; Boudouresque et al., 1994b), où les échinodermes détritivores se mettent à la base des feuilles de posidonie afin de profiter de la matière organique dérivant de ces dernières. L'espèce *Ophioderma longicauda* est gonochorique, la femelle incube sa progéniture et couve les larves à l'intérieur des bourses situées au niveau de la partie ventrale. Il est à noter, que lors de la dissection de cette espèce, nous avons remarqué des couleurs de gonades différentes ; chez les femelles, la couleur est (verte olive, move foncé et/ou claire), quant aux males la couleur des gonades est blanchâtre.

La structure démographique de la population d'*Ophioderma longicauda* récoltée, au niveau de Stidia, montre un diamètre de disque moyen variant entre 2.00 cm et 2.80 cm pour un nombre important d'individus, Chez cette espèce la longueur du bras croit plus vite que le diamètre, le bras de l'ophiure est constitué d'une succession d'anneaux calciques formant ainsi le squelette de l'espèce. *Ophioderma longicauda* possède une très grande faculté de régénéscence, ce qui expliquerait la croissance rapide des bras par rapport au diamètre du disque.

**Tableau06:** Différentes tailles de diamètres du disque chez *Ophioderma longicauda*, au niveau de différentes régions de la méditerranée.

Localité Région (pays) Références	Nombre d'individus	Diamètre du disque tous sexes confondus en (mm)
<b>Mostaganem-Stidia (Algérie) (Nos Résultats)</b>	99	13,00- 30.00
France-Marseille (Stohr et al., 2009)	47	12-23
Italie (archipel) Malte (Stohr et al., 2009)	11	21-30
Croatie (Stohr et al., 2009)	7	20-23
Greece -Rhodes, (Stohr et al., 2009)	12	9-12
Turque –Cyprus (Stohr et al., 2009)	60	7-19
Tunisie (Stohr et al., 2009)	7	12-18

L'analyse comparative, des différentes mesures du diamètre du disque relevées chez *Ophioderma longicauda* au niveau des différentes régions de la méditerranée (voir tableau 06) montre une variabilité de ce dernier d'une localité à l'autre, les individus récoltés au niveau de Stidia, présentent un diamètre de disque, beaucoup plus important, que celui des autres localités, à l'exception de ceux mesurés en Croatie et Malte dont le diamètre de disque est légèrement inférieur. Ces variations de la taille du diamètre pourraient être dues probablement aux conditions de milieu.

## Conclusion Générale

La conservation de la biodiversité marine et la gestion écologique des milieux marins, reste un domaine de recherche particulièrement récent, dont les perspectives visent à élaborer des stratégies de gestion, basé sur des composants biologiques, influencés par des variations environnementales.

Sous ce concept, les échinodermes, espèces exclusivement marines, largement dispersés et abondants, sont considérés comme des descripteurs par excellence, qui permettent de suivre les différents états écologiques, liées soit à des facteurs naturelles ou anthropiques.

Le présent travail, est une contribution à la détermination de la biodiversité des échinodermes au niveau de la baie de Mostaganem (Stidia et le port de la Salamandre). Les analyses ont permis de montrer que les échinodermes au niveau des deux sites étudiés sont représentés par les échinides, les astérides, les ophiures et les holothurides. Cependant, ce sont les échinides les plus abondants dans les deux sites avec *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) au niveau du site de Stidia et *Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758) au niveau du site de Salamandre. Par ailleurs, les Holothurides aspidochiotes sont représentées par *Holothuria polii* (Delle Chiaje, 1823) et *Holothuria sanctori* (Delle Chiaje, 1823) et la classe des Ophiuridés est représenté par une seule espèce *Ophioderma longicauda* (Retzius, 1789). Toutes ces espèces ont été retrouvées dans une eau peu profonde mais riche en flore algale photophile particulièrement les chlorophycées et les rhodophycées. Les espèces d'échinodermes observées particulièrement en abondance à des niveaux bathymétriques différents ont représentées essentiellement par *Echinaster sepositus* (Retzius, 1805) et *Coscinasterias tenuispina* (Lamarck, 1816), ainsi, les niveaux d'équilibres, prennent des valeurs éloignées à la norme de classification des peuplements pour les deux sites.

L'analyse des traits de vie de l'espèce *E. sepositus*, a montré pour l'étude de la structure démographique l'existence de 50% de la population avec un diamètre de disque allant de [1,75- 2,75]cm, et caractérisé par une croissance allométrique minorante. L'analyse des indices physiologiques a permis de déterminer chez *Echinaster sepositus*, deux périodes de reproduction, au printemps (au mois d'Avril) et en été (au mois de Juillet).

Quant à l'espèce *C. tenuispina*, la structure démographique a montré plus de 50% des individus avec un diamètre de disque allant de [0,8- 1,00[cm, marqué par une allométrie isométrique.

Il est à noter, que pour confirmer ces résultats, il serait intéressant de poursuivre l'échantillonnage des trois échinodermes pour évaluer le stock de ces espèces au niveau des sites étudiés et de suivre son évolution et de déceler les changements écologiques au niveau de ces milieux. Aussi, parmi les perspectives que nous préconisons c'est de continuer à faire les inventaires floristiques et faunistiques, et surtout de continuer à déterminer la biodiversité de nos côtes qui est un des moyens les plus sûrs pour détecter la présence d'espèces nuisibles, invasives et la disparition d'espèces sensibles et endémiques. Ce qui nous alerterait sur l'état écologique de nos côtes afin de mieux proposer des moyens de conservation et de gestion ludique pour préserver cette biodiversité marine.

**Références Bibliographique**

**Afli A., Ben-Mustapha K., Jarboui O., Bradai M.N., Hattour A., Langar H., Sadok S., 2005.** La biodiversité en Tunisie. Institut National des Sciences et Technologies de la Mer. P : 04-14.

**Aizenberg J., Tkachenko A., Weiner S., Addadi L., Hendler G., 2001.** Calcitic microlenses as part of the photoreceptor system in brittle stars. *Nature* 412:819-822.

**Andrew N.L., 1986.** The interaction between diet and density in influencing reproductive output in the echinoide, *Evechinus chloroticus* (Val.). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 97 :63-79.

**Archaimbault V., 2003.** Reponses bio-ecologiques des macro-invertébrés benthiques, aux perturbations: la base d'un outil diagnostic fonctionnel des écosystèmes d'eaux courantes. Thèse Doctorat, Sciences, Univ Metz, 226p.

**Aurivilius C., 1889.** Die Maskierung der oxyrhynchen Dekapoden durch besondere Anpassungen ihres Körperbaues vennittelt. Eine biologisch-morphologische Studie. *Svensk. Vet. Akad. Handl.*23(4): 1-72.

**Baker A.N., Rowe F.W.E et Clark H.E.S., 1986.** A new class of Echinodermata from New Zealand. *Nature* 321: 862-864.

**Balliot C., 2008.** Les Echinodermes, cours N° 05, Club de plongée ASTERINA Meaux p:1 :7.

**Bellan-Santini D., Bellan G., Bitar G., Harmelin J.G., Pergent G., 2007.** Liste de référence des types d'habitats marins PNUE-PAM-CAR/ASP : Manuel d'interprétation, pour la sélection des sites à inclure dans les inventaires nationaux de sites naturels d'intérêt pour la Conservation.

**Belnger D., 2009.** Utilisation de la faune macrobenthique, comme indicateur de la qualité de l'environnement marin côtier : Essai présenté au département de Biologie en vue d'Obtention, grade maitre en écologie interne Québec, Canada P :35.

**Ben-mustapha k., Afli A., 2001.** Quelques traits de la biodiversité marine de Tunisie. Proposition d'aires de conservation et de gestion, (INSTM). Institut National des Sciences et technologies de la Mer, mars, Tunisie : 36 :37.

**Benzohra M., 1993.** Les structures hydrodynamiques le long des côtes Algériennes. Workshop sur la circulation des eaux et pollution des côtes méditerranéennes du Maghreb, 9-11 novembre 1992, *INOC* : 33-44.

**Blanchet-Aurigny A., 2012.** Les populations d'ophiures épigées *Ophiothrix fragilis* (Abildgaard, in O.F. Müller 1789) & *Ophiocomina nigra* (Abildgaard, in O.F. Müller 1789). à la pointe de Bretagne: évolution écologie trophique. Thèse doctorat, sous le sceau de l'université européenne de Bretagne. 28 :58p.

**Boivin Y., 1985.** Le cycle de reproduction d'une étoile de mer couveuse subarctique *leptasteria spolaris*. Mémoire d'université du Québec à Chicoutimi productivité aquatique avril 1985. 31:40.

**BorjaA., MuxikaI., 2005.** Guidelines for the use of AMBI (AZTI' s Marine Biotic Index) in the assessment of the benthic ecological quality. *Marine Pollution Bulletin* 50, 787-789.

**Bouchard M., 2004.** Oursins, Etoiles & Concombres de mer, Doc du Muséum-Aquarium de Nancy 03 :12.

**Boudouresque C.F., Bernard G., Bonhomme P., Charbonnel E., Divacco G., Meinez A., Pergent G., Pergent Martini C., Ruitton S., Tunesi L., 2006.** Préservation et conservation des herbiers a la *Posidonia oceanica* .RAMOGE Pub : 1-202. P : 22.

**Boudouresque C.F., Meinez A., Ledoyer M., Vitiello P., 1994b.** Les herbiers à Phanérogames marines, *In*: Bellan-Santini D., Lacaze J.C., Poizat C. eds. Les biocénoses marines et littorales de Méditerranée, synthèse, menaces et perspectives. Muséum National d'Histoire naturelle publication, Paris, Fr.: 98-118

**Bouiadjra B., Belbachir N., Benkada M.Y., Marouf A. et Riadi H., 2010a.** Sur la présence de l'algue marine *Caulerpa racemosa* (Forsskal) J, Agardh (*Caulerpales, Chlorophyta*) devant la côte Mostaganemoise (Ouest Algérie). *Acta Botanica Malacitana*, vol. 35, p. 1-7.

**Bouidjra B., Taleb M.Z., Benkada M.Y., Marouf A., Youcef M. et Riadi H., 2010b.** First record of the invasive alga *Caulerpa racemosa* (*Caulerpales, Chlorophyta*) in the Gulf of Arzew (western Algeria). *Aquatic Invasions*, vol. 5, suppl. 1, p. 97-101.

**Bouras D., Boutiba Z., 2004.** Ecologie discipline d'impact, Ed. pommes, Oran, Algérie : 117p.

**Bouras D., Kerfouf A., Boutiba Z., Hussein Boumeddienne K., Mouffok S., 2006a.** Régime et aspect hydrographique de l'Algérie nord-occidentale, CILEF, Hammamat, Tunisie, Mars.

**Bouras D., 2007.** Dynamique bioclimatique et morphologique de la zone côtière oranaise (Algérie Nord Occidental). Thèse de Doctorat de l'Université d'Oran, Algérie, 200p.

**Bouras D., Boutiba Z., Benhamou M., 2004.** Géo-connaissance et gestion environnementale, 1<sup>er</sup> Séminaire National "géoscience au service du développement durable", Université de Tébessa, Algérie, 26-27 Avril.

**Bouras D., Kerfouf A., Zeroual B., Boutiba Z, 2006b.** Enjeu des actions anthropiques et dynamique urbaine du littoral Oranais, Premières journées internat sur la pollution urbaine et les énergies propres, Université Djillali Liabes, Sidi Bel Abbes, Algérie.

**Bouvier El., 1940.** Faune de France. Décapode des marcheurs. Le chevalier, Paris. 404 p. Brest (Bretagne, France). Thèse Doct, U.B.O., Brest, 193p.

**Brikeland C., 1982.** Terrestrial rum off as a cause of Outbreaks of *Acanthaster planci* (Echinodermata Asteroidea) *Mars.biol* 69 : 175 :185.

**Brodie J., Fabricius K., Death G., Okaji K., 2005.** Are increased nutrientin pits responsible for more outbreaks of crown of. Thons-Starfish and appaisal of the evidence .*mars.pollut bull* 51:266-278.

**Buckle L.F., Alveal K., Tarifeno E., Guisado C., Cordoba L., Serrano C., Valenzuela J., 1980.** Biological studies on the Chilean sea-urchin *Loxechinus albus* (Molina) (Echinodermata : Echinoidea). Food analysis and seasonal feeding rate. *An. Centro Cienc. Mar. Limnol. Univ. Nal. Auton. Mexico*, 7: 149-158.

**Burgi A.E., 1968.** Contribution à l'étude du comportement vis-à-vis d'objets étrangers chez les Majidae. *Vie et Milieu* 19(2A): 215-304.

**Canuel E.A., Cloern J.E., Ringelberg D.B., Guckert J.B., Rau G.H., 1995.** Molecular and isotopic tracers to examine sources, of organic matter and its incorporation into the food webs of San Francisco Bay. *Limnol, Oceanogr* 40: 67–81

**Chaet A.B. and Me Connaughy H., 1959.** Physiological activity of nerve extracts. *Biol. Bull. mar. biol. Lab., Woods Holes*, 117:407-408.

**Charvet S., Roger M.C., Faessel B., Lafont M., 1998.** Evaluation de l'état de sante ecologique des hydro-systemes par l'utilisation des traits biologiques. *Annal. Limnol* 34(4): 455-464.

**Chery A., Pelaprat C., Donnay A. & P. Lejeune., 2011.** Etude du milieu marin aux abords du port de l'île Rousse. Contrat CCI de Haute-Corse. Station de recherches sous-marines et océanogr 16 :17.

**Chessa L.A., Fresi E., Soggiu L., 1983.** Preliminary data on consumers food web in a *Posidonia oceanica* (L.) Delile bed. *Rapp. P.V. Réun. Commiss. internation. Explor. sci. Médit.* 28(3): 159-160.

**Chessa LA., Fresi E., 1994.** Conservazione gestione delle praterie di Posidonia. In: Monbailliu X., Torre A. eds. La gestione ambienti costieri e insulari del Mediterraneo. 103-127.

**Chia F.S., 1966a.** Brooding behavior of a six-rayed starfish, *Leptasterias hexactis*. *Biol. Bull.*, 130:304-315.

**Chia F.S., 1966b.** The development of two brooding sea-stars, *Henricia leviuscula* and *Leptasterias hexactis*. *Am. Zool.*, 6:331-332.

**Chia F.S., 1968a.** The embryology of a brooding starfish, *Leptasterias hexactis*. *Acta Zooologica*, 49:321-364.

**Chia F.S., 1968b.** Some observations on the development and cyclic changes of the oocytes in a brooding starfish, *Leptasterias hexactis*. *Proc. Zool. Soc. London*, 154:453-461.

**Chia F.S., 1969.** Histology of the pyloric caeca and its changes during brooding and starvation in a starfish, *Leptasterias hexactis*. *Biol. Bull.*, 136:185-192

**Chiheb M., 2013.** La faisabilité Technico-économique pour la réalisation d'une ferme aquacole. Rapport aquapêche, DPRH Mostaganem, p : 13 :14.

**Costello M.J., Pohle G., Martin A., 2004.** Evaluating biodiversity in marine environmental assessments. Research and Development Monograph Series, vol. 2001. Canadian Environmental Assessment Agency, Ottawa. Available at [http://www.ceaa.gc.ca/015/001/019/title\\_e.htm](http://www.ceaa.gc.ca/015/001/019/title_e.htm).

**Coulon P., Jangoux M., 1992.** Rate and rhythm of feeding of the Holothuroid *Holothuria tubulosa* in the seagrass beds off the Island of Ischia (bay of Naples, Italy). In: Keegan B F. edit. Space and time series. Data analysis in coastal benthic Ecology. Commission of the European Communities *pub*: 573-580.

**Crozier W.J., 1920.** Notes on some problems of adaptation. II : on the temporal relations of asexual propagation and gametic reproduction in *Coscinasterias tenuispina*. *Biol. Bull.*, 39, pp. 116-129.

**Crozier W.J., 1915.** On the number of rays in *Asterias tenuispina* (Lmk). at Bermuda. *Amer. Nat.*, 49, pp. 28-36.

**Crump R.G., 1971.** Annual reproductive cycles in three geographically separated populations of *Patiriella regularis*, a common New-Zeland asteroid. *J. exp. mar. Bio. Eco.*

**Daget J., 1976.** Les modèles mathématiques en écologie. Eds Masson (Paris), 172 p.

**Dania A.M., Suzanne R. L., Pollard D., Beth A., Polidoro B.A., Cuttelod A., Bariche M., Bilecenoglu M., Carpenter K.E., Collette B., MenachemGoren P F., Kara M H., Massutí E., Papaconstantinou C., Tunesi L., 2012.** Aperçu du statut de conservation des poissons marins présents en mer méditerranée. Rapport Liste Rouge de l'UICN des espèces menacées, Évaluation régionale. 53 :54.

**Dauvin J.C., 1993.** Le benthos: témoin des variations de l'environnement. *Oceanis*, 19, 25-53.

**Davies J. Addy M., Blackman J.M., Branchard R.A., Ferbrache J.R., Moore J.E., Somervill D.C., Whitehead H.J., Wilkinson T., 1984.** Environmental effect of the use of oil-based drilling muds in the North sea. *Marine Pollution Bulletin*, 15, 363-370.

**Delavault R., Cognetti G., 1957, 1958.** Recherches sur la sexualité *Echinaster sepositus* (Echinoderma, Astérime). Étude des Glandes génitales chez les animaux des côtes de livourne. *Labo de Biol Anima SPCN Univ de paris*. P 424 :428.

**Delavault R., Cognetti G., 1957.** L'hermaphrodisme chez *Echinaster sepositus* Graydu golfe de naples. *Publ. Staz. Zoo.C.R académie science. Paris* 245, pp. 2245-2547.

**Delavault R. et cognetti G., 1958.** L'apparition des granules jaunes dans les gonades d'*Echinaster sepositus* Gray, de la Méditerranée. C.R. Ae. Sc. Paris, 246, pp. 984-986.

**Delavault R., 1960d.** L'apparition de la maturité sexuelle mâle chez *Echinaster sepositus* et ses variations sur le littoral méditerranéen. Vie et Milieu, 11, pp. 677-678.

**Delvault R., Cognetti G., 1962.** La sexualité des astérides, *Cahier de biologie marine* St Julian's (Malte), 18-20 mai 2011 Tome III-1962-pp.157-1982.

**Denbesten P.J., Postma J.F., de Valk S., Dubbeldam M. et Everaarts J.M., 2001.** Environmental monitoring in the North Sea by combining biomarkers studies in the sea stars *Asterias rubens* with sediment quality assessment based on sea urchin bioassays. Biomarkers in Marine Organisms : A Practical Approach, Ph. Garrigues, H. Barth, C.H. Walker et J.F. Narbonne, editors (Amsterdam; New York : Elsevier Science), pp. 279-330.

**Dix T.G., 1970.** Biology of *Evechinus chloroticus* (Echinoidea: Echinometridae) from different localities. 3 Reproduction. N. Z. J. Mar. Freshw. Res., 4: 385-405.

**Doga D., 2010.** Hotspot de la biodiversité du bassin méditerranéen.

**Duffy J. E., 2002.** Biodiversity and ecosystem function: the consumer connection. *Oikos* 99 : 201-219.

**Ebert T. A., 1968.** Growth rates of the sea urchin *Strongylocentrotus purpuratus*, related to food availability and spine abration. *Ecology.*, 49: 1075-1091.

**Fenaux L., 1992.** Evaluation saisonnière des gonades chez *Ophioderma longicauda* (Retzius) Ophiuroïdes. *Int revue hydrobiologie* 67.p : 257-262.

**Fernandez C., Boudouresque C.F., 1997.** Nutrition of the sea urchin *Paracentrotus lividus* (Echinodermata: Echinoidea) fed different artificial food. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 204: 131-141.

**Field G.W., 1895.** On the morphology and physiology of the Echinoderm spermatozoon. *Journ. Morph.*, 11, pp. 235-270 (cf. p. 236).

**Fisher W.S., Jackson L.E., Suter G.W., Bertram P., 2001.** Indicators for human and ecological risk assessment: A U.S. Environmental Protection agency Perspective. *Human and ecological Risk Assessment*, 7, 961-970.

**Fisher W., Bauchot M. L., Schneider M., 1987.** Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et mer Noire, Rome, Vol. I et II : 760p.

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

**Francour P., 1990.** Dynamique de l'écosystème à *Posidonia oceanica* dans le Parc national de Port-Cros. Analyse des compartiments "matte", litière, faune vagile, échinoderms et poissons. Thèse Doctorat. Océanologie. Université. Pierre et Marie Curie, Paris VI, Fr.: 1-373

**Fresi E., Scardi M. et Penna M., 2005.** Assessing environmental quality in benthic ecosystems : the role of community structure models. Indicators of stress in the marine benthos, IOC workshop report No. 195, p. 45.

**Fuji A., 1960.** Studies on the biology of the sea urchin III. Reproductive cycle of two sea urchins, *Strongylocentrotus nudus* and *S. intermedius*, in Southern Hokkaido. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, 11:49-57.

**Giese A., 1959.** Comparative physiology: annual reproductive cycles of marine invertebrates. *A. Revus. Physiol.*, 21:547-577.

**Glémarec M., 1969.** Les peuplements benthiques du plateau continental nord-Gascogne. Thèse d'état, Faculté des sciences de Paris.

**Glémarec M., 2003.** Les indices biotiques en milieu marin. In "bio-évaluation de la qualité environnementale des sédiments portuaires et des zones d'immersion". Alzieu (Coord.) Eds. *Ifremer*, 31-50.

**Glémarec M., Hily C., 1981.** Perturbations apportées à la macrofaune benthique de la baie de Concarneau par les effluents urbains et portuaires. *Acta decal, applic*, 2 (2), 132-150.

**Grall J., Nolwenn C., 2005.** Une synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du macrobenthos en milieu côtier. Rapport du réseau Benthique REBENT, dec, 2005,65

**Grareffe E. 1882.** Biologjsche Notizen über Seethiere der Adria. I. Ueber die bei den Oxyrhynchenvorkommende Maskirung. *Bol. Soc. AdriaU Sci. nat* 7(1): 41-51 + 3 Pl.

**Gray J.S., McIntyre A.D., Stirn J., 1992.** Manuel des méthodes de recherche sur l'environnement aquatique. Onzième partie. Evaluation biologique de la pollution marine, eu égard en particulier au benthos. *FAO Document technique sur les pêches*, 324, 53 p.

**Griffin D J., Tranter G., 1986.** *The Decapoda Brachyura of the Siboga expédition.* Part Vm. Majidae. E J, Brill, Leiden. 324 p.

**Grimes S., 2010.** Peuplement benthiques des substrats meubles de la côte algérienne Taxonomie, structure et statut écologique. Thèse de doctorat en science, décembre 2010. p 53.

**Guilbout P., 1987.** Atlas hydrologique de la Méditerranée, Laboratoire .Océanographie physique, Muséum National d'Histoire Naturelle, Edit. IFREMER et SHOM, France, 150p.

**Guillou M., 1996.** Biotic and abiotic interactions controlling starfish outbreaks in the Bay of douarnenez, Brittany, France. *Oceanol Acta* 19(3,4):415-420

**Harmelin J.G., Bouchon C., Duval C., Hong J.S., 1980.** Les échinodermes des substrats durs de Lille de Port-Cros, Parc national. Elément pour un inventaire qualitatif. *Trav Sci. Parc nation. Port-Cros, Fr.*, 6: 25 :38.

**Hartnoll R.G., 1963.** The biology of Manx spider crabs. *Proc. Zool. Soc. London* 141: 423-496.

**Hendler G., Miller J.E., Pawson D.L., Kier P. M., 1995.** Echinoderms of Florida and the Caribbean. Sea Stars, seurchins and allies. Smithsonian Institution Press, Washington & London. 1-390.

**Hereu B., Linares C., Diaz D., Dantart L., Garrabou J., Sala E., Ballesteros E., Harmelin J.G., Zabala M., 2003.** Indicateur de Biodiversité en milieu marin :les Echinodermes. Fluctuation temporelles des peuplements D'Echinodermes a port – Cros 1982-2003.

**Hily C., Bouteille M., 1999.** Modification of the specific diversity and feeding guilds in an intertidal sediment colonized by an eelgrass meadow (*Zostera marina*) (Brittany, France), *C. R. Acad.Sci.Paris, Ser. III*, 322, 1121–1131.

**Hily C., 1984.** Variabilité de la macrofaune benthique dans les milieux hypertrophiques de la Rade de Brest. Thèse de Doctorat d'Etat Es Sciences, Université. Bretagne Occidentale (France), 359 p.

**Himmelman J.H., 1979.** Factors regulating the reproductives cycles of two north-east Pacific chitons, *Ton I eel la 11 neata* and *T. insignis*. *Mar. Biol.*, 50:215-225.

**Holthuis L.B., 1977.** The Mediterranean Decapod and Stomatopod Crustacea in A. Risso's Published Works and Manuscripts. Mus. Hist nat. Nice 5: 37-88, Pl. 1-7.

**Huxley J.S., 1932.** Problems of relative growth. Metuen and Co, London.

**Hyland J., 2005.** Developing indicators of stress in the marine benthos: the UNESCO/IOC ad-hoc benthic indicator group. Indicators of stress in the marine benthos, IOC.Workshop. Report No.195, 8p.

**Ingle R.W., 1980.** British Crabs. British Muséum (Natural History), London & Oxford University Press, Oxford. 222 p.

**Jackson J.B.C., Kirby M.X., Berger W.H., Bjorndal K.A., Botsford L.W., Bourque B.J., Bradbury R.H., Cooke R., Erlandson J., Estes J.A., Hughes T.P., Kidwell S., Lange C.B., Lenihan H.S., Pandolfi J.M., Peterson C.H., Steneck R.S., Tegner M.J., Warner R.R., 2001.** Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. Science 293:629-637.

**Janies D., and Mooi R. 1998.** *Xyloplax* is an asteroid. In: M.D. Candia Carevali and F. Bonasoro (Eds), Echinoderm research. A.A. Belmaka. Rotterdam : 311-316.

**Katsanevakis S., Poursanidis D., Yokes M. B., Maaic V., Beqiraj S., Kashta L., Sghaier Y .R., Zakhama-Sraieb R., Benamer I., Bitar G., Bouzaza Z., Magni P., Bianchi C. N., Keats D.W., Steele D.H., South G.R., 1984.** Depth-dependent reproductive out-put of the green sea urchin, *Strongylocentrotus droebachiensis* (O. F. Muller), in relation to the nature and availability of food. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 80: 77-91.

**Koehler R., 1969.** Faune de France échinodermes vol I, Office central de faunistique Lyon P18 :38.

**Koehler R., 1921.** Faune de France I : Echinodermes. Paul LECHEVALIER Ed. : 210 p.

**kowalesvs KY, A.F., 1872.** Die Vermehrung der Steesterne durch Theilung und Knospung. Zeitsch. Wiss. Zool., 22, pp. 283-284.

**Lacombe H., Tchernia P., 1960.** Quelques traits généraux de l'hydrologie méditerranéenne. Cah. Oceanogr., XII, 8 : 528-547.

**Langlois C., 2006.** Echinodermes p :2-3

**Larson B.R., Vadas R.L., Keser M., 1980.** Feeding and nutritional ecology of *Strongylocentrotus droehachiensis* in Maine, USA. *Mar. Biol.*, 59: 49-62.

**Lasker R., Giese A.C., 1954.** Nutrition of the sea urchin *Strongylocentrotus purpuratus*. *Bio lBull.*, 106: 328-340.

**Lauzon-Guay J.S., Scheibling R.E., 2007.** Importance of spatial population characteristics on the fertilization rates of sea urchins. *Biol Bull* 212:195-205.

**Lawrence J.M., 1975.** On the relationships between marine plants and sea-urchins. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.*, 13: 213-286.

**Lawrence J.M., 1987.** Echinodermata. In, Pandian T.J., Vernberg F.J., (eds), *Animalenergetics*. Academic Press, Inc., San Diego, 2: 229-321.

**Lawrence J.M., Lane P., 1982.** The utilisation of nutrient postmetamorphic echinoderms. In, Jangoux M. et al., (eds), *Echinoderm nutrition*. Balkema, Rotterdam, 331-372.

**Le foll D., 1993.** Biologie et exploitation de l'araignée de mer *Maja squinado* (Herbst) en Manche Ouest. Thèse présentée à l'Université de Bretagne Occidentale pour l'obtention du titre de Docteur d'Université France, Rapport Interne de la Direction desressources Vivantes de l'Ifremer 32 :33.

**Leclaire L., 1972.** La sédimentation holocène sur le versant méridional du bassin Algéro-Baléares (pré continent algérien), Mem. Muséum National d'Histoire Naturelle., Paris, France 391p.

**Lévêque C., 1997.** Biodiversity dynamics and conservation: the fresh waterfish of tropical Africa. L'université d'Oran, Algérie, 200p.

**Liehr G.A., Zettler M.L., Leipe T., Wilt G., 2005.** The ocean quahog *Arctica islandica* L. : a bioindicator for contaminated sediments. *Marine biology*, 147 : 671-679.

**Lumingas L., 1994.** La plasticité chez l'oursin *Sphaerechinus granularis en rade de Brest* (Bretagne, France).Thèse Doct, U.B.O., Brest, 193 p

**Magniez, P., 1983.** Reproductive cycle of the brooding echinoid *Abatus cordatus*(*Echinoderma*)in Kerguelen ( *Antarctic Ocean*): changes in the organ indices, biochemical composition and caloric content of the gonads, *Mar.biol.*

**Mezali K., 2004b.** Micro-répartition des holothuries aspidochiotes au sein de l'herbier de Posidonies de la presque 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., Francour P., 2012.** Les Holothuries Aspidochiotes de quelques sites des côtesAlgérienne : Révision systématique. *Bull.Soc. Zool France* 2012.

**Mezali k., Soualili D.L., 2004.** Capacité de sélection des particules sédimentairesde la matière organique chez les holothuries, Bêche-de-mer, Bullde la CPS N°33 - Août 201340 :41.

- Mezali K., Zupo V., Francour P., 2006.** Population dynamics of Holothuri (Holothuria) *tubulosa* and *Holothuria* (Lessonothuria) poli of an Algerian Posidonia oceanica meadow. *Biol. Mar. Medit.*, 13 (4): 158-161
- Mezali, K. 2008.** Phylogénie, systématique, dynamique des populations et nutrition de quelques espèces d'holothuries aspidochirotes (Holothuroidea: Echinodermata) inféodées aux herbiers de Posidonies de la côte algéroise. Thèse de Doctorat D'état. Alger, Algérie : USTHB.
- Michljangoux, 1980.** Echinodermes p :171.
- Millot C., 1987.** Circulation in the Mediternean. *Oceanologica Acta.*, 10(2): 143-149.
- Millot C., 1989.** La circulation générale en Méditerranée occidentale : aperçu de nos connaissances et projets d'études. *Annales de géographie*, n° 459, XXVIIIe année, pp. 497- 515.
- Millot C., 1993.** La circulation generale en Mediterranee occidentale. Workshop sur la Circulation des eaux et pollution des côtes Méditerranéennes du Maghreb. 9-11 novembre 1992, INOC, 29-30.
- Millot C., Tauper- letageI.,2005.** Circulation in the Mediterranean Sea. *Hdb.Env. Chem.*, 5K: 29-66.
- Milne-Edwards H. 1834.** Histoire naturelle des Crustacés. Vol. I. Paris, i-xxx + 468 p.
- Minkiewicz, R. 1907.** Analyse expérimentale de l'instinct de déguisement chez les *Brachyures oxyrhynques* (Note préliminaire). *Arch. Zool. Exp. Gén.* 7: 37-67.
- Mittermeier, R.A., Gil, P.R., Hoffmann, M., Pilgrim, J., Brooks, T., Mittermeier, C.G.Lamoreux, J. and Da Fonseca, G.A.B. 2004.** Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions. University of Chicago Press for conservation International.

**Naeem F., 2002.** Autotrophic – heterotrophic interactions and their impacts on biodiversity and ecosystem function, pp. 96-119. In A. P. Kinzing et al. (Eds.), The functional consequences of biodiversity: Empirical progress and theoretical expectations. Op. cit.

**Nédélec H., 1982.** Ethologie alimentaire de *Paracentrotus lividus* dans la baie de Galeria (Corse) et son impact sur les peuplements de phytobenthoniques. These Doct. 3<sup>ème</sup> cycle, Univ. Pierre et Marie Curie., Univ. Paris VI. Fr, 175p.

**Nichols D., Bishop G. M., Sime A.A.T., 1985.** Reproductive and nutritional periodicities in populations of the European sea urchin, *Echinus esculentus* (Echinodermata: Echinoidea) from the English Channel. *J. Mar. Biol. Ass., U. K.*, 65: 203-220.

**Occhipinti-Ambrogi A., Forni G et Marchini A., 2005.** Testing different approaches for quality assessment using the benthic community : examples from the northern Adriatic sea. Indicators of stress in the marine benthos, IOC Workshop Report No. 195, p. 23-26.

**Otero, M., Cebrian, E., Francour, P., Galil, B., Savini, D., 2013.** Surveillance des espèces envahissantes marines dans les aires marines protégées (AMP) méditerranéennes : guide pratique et stratégique à l'attention des gestionnaires (l'UICN) & Centre de Coopération pour la Méditerranée p : 35-76.

**Oulmi Y., 1991.** Contribution à l'étude des peuplements macrobenthiques de la baie de Bou-Ismaïl: le secteur Ouest. Thèse de Magistère en océanographie Biologique, ISMAL, 170p. + annexes.

**Peres J., Picard J., 1964.** Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume, Fr.*, 31(47):1-123.

**Petersen C.G.G., 1892.** Fiskens biologiske forhold i Holbock Fjord, 1890-1891. *Beretning fra de Danske Biologiske station 1*, 121-183.

**Picard J., 1965.** Recherches qualitatives sur les biocénoses marines des substrats meubles dragages de la région marseillaise. Rev. Trav. Stat. Mar. Endoume., 36 (52): 1160. Pielou E.C., 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. J. Theor Biol., 13: 131-144.

**PNUE-PAM-CAR/ASP, 2010.** Impact des changements climatiques sur la biodiversité en Mer Méditerranée. Par S. Ben Haj et A. Limam, CAR/ASP Edit., Tunis : 1-28.

**Ponsero A., Sturbois A., 2012.** Les invertébrés des estrans meubles et rocheux. Manuel d'étude, zones côtières. Chapitre II, les invertébrés, proie de limicoles, 85-86.

**Rafaelli D., 2000.** Trends in research on shallow water food webs. Journal Experimental Marine Biology and Ecology 250 : 223-232.

**Refes W., 2011.** Contribution à la connaissance de la biodiversité des fonds chalutables de la cote algériennes peuplement ichtyologiques des fonds chalutables du secteur oriental de la cote algérienne. Thèse en vue de l'obtention du diplôme de doctorat 06 juillet 2011. P 77-78.

**Regis M.B., 1987.** L'oursin comestible *Paracentrotus lividus*, une ressource en danger dans le Quartier maritime de Marseille, France. In : BOUDOURESQUE C-F. Ed, *Colloque international sur Paracentrotus lividus et les oursins comestibles*, GIS Posidonie publ. Marseille, Fr., : 391-397.

**Regis M.B., 1978.** Croissance de deux Echinoides du Golfe de Marseille (*Paracentrotus lividus*(Lmck) et *Arbacia lixula*, L) Aspects écologiques de la microstructure du squelette et de l'évolution des indices physiologiques. *Thèse de Doctorat d'état*, Univ. Aix-Marseille III, Marseille Fr., : 221 p+I-VI+12 pl.h.t.

**Regis M.B., 1981.** Aspects morphométriques de la croissance de deux Echinoïdes du golfe de Marseille, *P. lividus*(Lmk) et *Arbacia lixula*(L) *Cah. Biol. Mar.fr.* , 22,3 :349-370.

**Regis M.B., 1986.** Microstructure adaptative des radioles de *Paracentrotus lividus* (Echinodermata, Echinoidea) en milieu eutrophisé par des eaux usées. *Mar. Biol-Deutsch.* 90, 2 : 271.

**R.G.P.H., 2008.** (Ressource et Gestion de pêche Hallieutique), Bureau des Statistique. Mostaganem.

**Rico V., 1989.** Contribution à l'étude des preferenda alimentaires et du comportement moteur de l'oursin régulier *Paracentrotus lividus*. Mem. D.E.A. Oceanol, Univ. Aix- Marseille II, 49p.

**Rumohr H., 2005.** A 5-step succession model for the Baltic – a future management tool, Indicators of stress in the marine benthos. IOC workshop report No. 195, p. 12-14.

**Ruppert E.E. et Barnes R.D., 1994.** Invertebrate Zoology Toronto : Nelson Thomson Learning.

**Boudouresque CF, Harmelin-Vivien M., 1998.** Fishing, trophic cascades, and the structure of algal assemblages: evaluation of an old but untested paradigm. *OIKOS* 82: 425-439.

**Sala E., Ribes M., Hereu B., Zabala M., Alvà V., Coma R., Garrabou J., 1998.** Temporal variability in abundance of the sea urchins *Paracentrotus lividus* and *Arbacia lixula* in the north western Mediterranean: comparison between a marine reserve and an unprotected area. *Marine Ecology Progress Series* 168: 135-145.

**Salas F., Patricio J., Marcos C., Pardal M.A., Perez-Ruzafa A. & Marques J.C., 2006.** Are Taxonomic Distinctness measures compliant to other ecological indicators in assessing ecological status *Marine Pollution Bulletin*, 52 : 817–829.

**Samb B., 1989.** Contribution à la connaissance de la biologie de *Brachydeuteru sauritus* des eaux senegalaises : Biology of *Brachydeuterus auritus* in Sénégal, Centre de Recherches Océanogr de Dakar-Thiaroye (CRODT).

**Samba D.M., 1988.** écologie et dynamique des populations de praires (*Verus rosalin*) à l'ouest du banc d'arguin, Mauritanie, Univ Bretagne Occidentale, Thèse pour l'obtention de doct de 3<sup>ème</sup> Cycle, mars, 75p.

**San Martin G.A., 1995.** Contribution à l'étude du comportement trophique de l'échinoderme *Paracentrotus lividus* (Lmk) dans l'étang de thau (Hérault). *Mem D.E.A. Oceanol.* Univ. Aix-Marseille II. France., 1-42.

**San Martin G.A., 1987.** L'oursin *Loxechinus albus* au Chili : Biologie, écologie et exploitation. In : *Boudouresques Ch-F. ed*, Colloque international sur *Paracentrotus lividus* et les oursins comestibles, *GIS Posidonie publ*, Marseille, Fr., 377-390. Sciences de Luminy, 387p.

**Sastry A.N., 1975.** Physiology and ecology of reproduction in marine invertebrates, pp. 279-299. In F.J. Vejnberg (ed.) *Physiological ecology of estuarine organisms*. University of South Carolina Press Columbia S.C.

**Scheibling R.E., Hennigar A.W., 1997.** Recurrent outbreaks of disease in sea urchins *Strongylocentrotus droebachiensis* in Nova Scotia: evidence for a link with large-scale meteorologic and oceanographic events. *Mar Ecol Prog Ser* 152:155-165.

**Sellem F., 1990.** Données sur la biométrie de *Paracentrotus lividus*, *Arbacia lixula* et *Sphaerechinus granularis* et sur la biologie de *Paracentrotus lividus* dans le Golfe de Tunis. *Rapp. D.E.A. Biol. Mar. Oceanol*, Univ. Tunis II, Fac. Sci, Tunis, 123p.

**Semroud R., 1993.** Contribution à la connaissance de l'écosystème à *Posidonia oceanica* (L.). Delile dans la région d'Alger (Algérie): Etude de quelques compartiments. These Doct, Sciences. Ecol. Mar., U.S.T.H.B., Alger, 129p.

**Semroud R., Kadal H., 1987.** Contribution à l'étude de l'oursin *Paracentrotus lividus* (Lamarck) dans la région d'Alger (Algérie): Indice de réplétion et indice gonadique. In, Boudouresque et al., (eds), *International workshop Posidonia oceanica beds.*, GIS Posidonie publ., Marseille, 117-124.

**Servain J., Picaut J., Merle J., 1982.** Evidence of remote forcing in the Atlantic Ocean, *Phys. Oceanogr.*, 12, 129-135.

**Sibuet M., 1972.** Échinodermes de la mer d'Alboran, *Bull du Muséum National D'histoire naturelle* 3e série, no 231, juillet-août 1974, Zoologie 135 art N°302 contribution COB N°168 P-31.

**Simboura N., Papathanassiou E., Sakellariou D., 2007.** The use of a biotic index (Bentix) in assessing long-term effects of dumping coarse metalliferous waste on soft bottom benthic communities. *Ecological Indicators*, 7, 164–180.

**Smith, R.H., 1971.** Reproductive biology of a brooding seastar, *L. pusilla*, in Monterey Bay region. Ph. D. Dissertation. Stanford University, 214 pp.

**Soualili D.L., 2008.** Les populations naturelles d'oursins : un outil évaluateur de l'état de santé de la d'Alger. Thèse. Doct. Océan. Univ. U.S.T.H.B. pp 147+ annexes et p 58-60

**Southward E., Campbell AC., 2006.** Echinoderms: Synopses of the British Fauna (New Series) No 56. Published for The Linnaean Society and The Estuarine and Coastal Sciences Association by Field Studies Council.

**Stöhr S., 2005.** Who's who among baby brittle stars (Echinodermata: Ophiuroidea): postmeta morphic development of some North Atlantic forms. *Zool J Lin Soc* 143: 543-576.

**Tartarin, A., 1953.** Observations sur les mutilations, la régénération, les néoformations et l'anatomie de *Coscinasterias tenuispina* Lamarck, *Recueil Trav. Stat. Mar. Endoume*, 5 (fasc. 10), 106 p.

**Tassan A., 1997.** A numerical model for the detection of sediment concentration in stratified river plumes using Thematic Mapper data. *Int. J. Remote sensing*, Vol. 18, No 12, pp 2699-2705.

**Thorson, G., 1949.** Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates. *Biol. Review*, 25:1-45.

**Tortonese E., 1965.** Fauna d'Italia : Echinodermata. Eds. Calderini 31/2, Emila lavante Bologna, Officine Grafiche Calderini Bologna, III, 422 p.

**Tortonese E., Vadon C., 1987.** Echinodermes : Oursins et Holothuries, c/o Istituto Zooprofilattico, Mus natio d'Hist naturel Laboratoire de Biologie des Invertébrés marins et Malacologie France P 719.

**Tsiakkios L., Zenetos A., 2011.** Twentve years after the first report of the crab percnon Gibbesi (H.Miline Edward, 1853) in the Mediterranean : current distribution and invasion rates. *Journal of biol res. Thessaloniki* 16 :224-236.

**Usseglio-Polatera P., Bournaud M., Richoux P., Tachet H., 2000.** Biological and ecological traits of benthic freshwater macroinvertebrates: relationships and definition of groups with similar traits, *Freshwater Biology*, 43: 175-205.

**Uthicke S., Schaffelke B., Bryne M., 2009.** A Boom-bust phylum Ecological and evolutionary consequences of dense variations in Echinoderme *Ecolo.monogr* 79 :3-24.

**Vadas R.L., 1977.** Preferential feeding: an optimization strategy in sea urchins. *Ecol Monogr.*, 47: 337-371.

**Velarque C., Durand J.M., Huisman C.F., Boudouresque and y. le Parco., 2003.** On the identity and origine of the mediterranean invasive caulerpa racemosa (caulerpales, Chlorophyta) *European journal of phycology* N° 38 pp 325-339

**Verlaque M., 1981.** Preliminary data on some Posidonia feeders. *Rapp. P.V. Réunion. Commiss. internation. Explor. sci. Médit.* 27(2): 201-202.

**Verlaque M., 1987.** Contribution à l'étude du phytobenthos d'un écosystème photophile.

**Verlaque M., 1987.** Relation entre *Paracentrotus lividus* (Lamarck) et le phytobenthos de Méditerranée Occidentale. In, Boudouresque C.F., (ed), Colloque international sur *Paracentrotus lividus* et les oursins comestibles. GIS Posidonie, Marseille, p. 5-36.

**Verrill A., 1914.** monograph of Shallow-waler Starfishes of the North Pacific Coast from the Arctic Ocean to the California. Smithsonian Institution. Harl'iman. Alaska series. Vol. XIV. Washington p :45.

**Warnau M., Dutrieux S., Ledent G., Rodriguez y Baena A. M. et Dúbois P., 2006.** Heavy metals in sea cucumber *Holothuria tubulosa* (Echinodermata) from the Mediterranean *Posidonia oceanica* ecosystem: body compartment, seasonal, geographical and bathymetric variations. Environmental bioindicators 1, 268-285.

**Warner G., 1982.** Food and feeding mechanisms : Ophiuroidea. In : Echinoderm nutrition. M. Jangoux et J.M. Lawrence Eds, A.A. Balkema Publishers, Rotterdam: 161-181.

**Wilkie IC., Emson RH. 1987.** The tendons of *Ophiocomina nigra* and their role in autotomy (Echinodermata, Ophiuroidea). Zoomorph 107(1) 33-44.

**Zupi V., Fresi E., 1984.** A study of the food web of the *Posidonia oceanica* ecosystem analysis of the gut contents of Echinoderms. In: Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A., Olivier J. edits. International Workshop on *Posidonia oceanica* beds, GIS Posidonie publ., Fr., 1: 373-379.

**Tableau 07** : Pourcentage des Espèces d'échinodermes au niveau des deux sites

<b>Classes</b>	<b>Espèces</b>	<b>Site de Stidia</b>	<b>Pourcentage %</b>	<b>Site de Salamandre</b>	<b>Pourcentage %</b>
Echinoides	<i>P. lividus</i>	153	<b>70.83%</b>	384	<b>47.82%</b>
	<i>A. lixula</i>	18	<b>8.33%</b>	409	<b>50.93%</b>
	<i>S. granularis</i>			5	<b>0.62%</b>
Astérides	<i>E. sepositus</i>				
	<i>C. tenuispina</i>			4	<b>0.49%</b>
Holothurides	<i>H. sanctori</i>	6	<b>2.77%</b>		
	<i>H. forskali</i>				
	<i>H. tubulosa</i>				
	<i>H. stellati</i>	1	<b>0.44%</b>	1	<b>0.12%</b>
	<i>H. polii</i>	14	<b>6.48%</b>		
Ophiurides	<i>O. longicauda</i>	24	<b>11.11%</b>		
<b>Nombres (N)</b>		<b>216</b>		<b>803</b>	