

[Tapez le titre du document]

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université 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

Laboratoire d'Halieutique



Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de

Master

Option : Ressource Halieutique et Exploitation Durable

Présenté par :

RAZALI Soumia

Thème :

**Contribution à l'analyse des paramétrés métriques
et biologiques de deux
échinodermes *Echinaster.sepositus* et
Paracentrotus lividus, vivants dans le site de
Salamandre**

Les membres de Jurys :

Président :

Promoteur : SOUALILI Dina Lila MCA Directrice, Université de Mostaganem

Examineur :

Année universitaire : 2016/2017

[Tapez le titre du document]

Remerciements

Au terme de ce modeste travail je tiens à remercier DIEU le tout puissant, qui m'a donné le courage et la force d'achever mon travail. Sans sa miséricorde ce travail n'aurait pas vu le jour.

*En premier lieu, je remercie particulièrement et exprimer ma gratitude à Mme **Mezali-Soualili** Professeur au département des Sciences de la Mer et de l'aquaculture de l'Université de Mostaganem, en tant que Directrice de mémoire, de bien vouloir promouvoir mon travail de recherche, pour sa patience, pour son aide et qui m'a tant appris, ainsi que pour des suggestions et conseils apportés à ce travail.*

*J'adresse mes remerciements à Mr **Mezali karim**, Professeur au département des Sciences de la Mer et de l'aquaculture de l'Université de Mostaganem pour m'avoir fait l'honneur de présider le jury de mon mémoire.*

*Mes remerciements à Mr **Bouzaza Z** Maitre assistant A au département des Sciences de la Mer et de l'aquaculture de l'Université de Mostaganem, pour s'être intéressé à mon travail et pour avoir accepté pour sa part de l'examiner et de me faire bénéficier de ses critiques.*

*Je remercie également très chaleureusement aux techniciens du laboratoire d'halieutique, notamment Mr **kridech Morad**, et Me **.A** pour leurs aides, gentillesses et soutiens.*

Ma vive reconnaissance à tous ceux qui m'ont soutenue et qui ont participé à mon expérience et qui m'ont donné beaucoup de soin, lors de la réalisation de ce modeste travail. Enfin J'espère n'avoir oublié personne, et si c'est le cas que j'en sois pardonné.

[Tapez le titre du document]

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

Mes parents et surtout ma mère qui s'est toujours sacrifiée pour me voir réussir. A mes chers frères Sifeddine, Fayssal, Amine ;

A ma grande mère Mama Aicha ;

A ma belle sœur Faiza ;

A ma tante et mes oncles;

A mes cousines et cousins ;

A la mémoire de mon oncle et mes grands pères, que leurs âmes reposent en paix ;

Aux personnes spéciales qui m'ont toujours aidé et qui m'ont encouragé, qui étaient toujours à mes côtés, et qui m'ont accompagné durant mon chemin d'études, leurs sacrifices, leur soutien moral, et leurs gentilleses ;

Mon meilleur ami Fatiha ;

Ma chère et adorable cousine Adila ;

A tous mes professeurs du cycle primaire jusqu'à l'université.

[Tapez le titre du document]

Résumé

L'objectif principal de cette étude est d'analyser les traits de vie de l'étoile de mer rouge *Echinaster sepositus* (18 individus) et de l'espèce commune l'oursin *paracentrotus lividus* (27 individus), vivants dans la cote Mostaganémoise (Salamandre). Le choix d'étudier ces deux espèces a été motivé par le fait que ces derniers par leur comportement alimentaire et leur abondance dans le milieu contribuent au fonctionnement des écosystèmes marins.

L'analyse des paramètres métriques des deux populations échantillonnées a montré qu'elles étaient toutes les deux dominées par une classe de tailles d'individus matures ayant respectivement une taille moyenne de 12,82 mm avec un poids de 67,20 mg chez *E. sepositus* et de 53,47 mm avec un poids moyen de 267,5 mg chez *P. lividus*.

L'étude de la variation de la biologie de reproduction à travers l'examen des gonades et la répartition des sexes chez les deux populations des échinodermes *Echinaster sepositus* et *Paracentrotus lividus* révèle que le sex-ratio est en faveur des femelles par rapport aux mâles.

L'examen des gonades a montré que l'étoile de mer était en pleine maturité sexuelle et donc se prépare à la ponte, alors que le *Paracentrotus lividus* aurait émis ses gonades durant cette saison. De plus, l'évolution de l'indice gonadique en fonction de la taille apparaît proportionnelle chez les deux espèces étudiées.

L'examen des contenus digestifs a montré que pour les deux espèces *Echinaster sepositus* et *Paracentrotus lividus*, ce sont les algues qui représentent l'aliment préférentiel et plus précisément les algues vertes pour *Echinaster* et les algues brunes pour *Paracentrotus lividus*.

Mots clés : Salamandre, indices physiologiques, sex-ratio, indice gonadique, maturation des gonades.

[Tapez le titre du document]

Abstract

The main objective of this study is to analyze the life characteristics of the red starfish *Echinaster sepositus* (18 individuals) and the common species *paracentrotus lividus* (27 individuals), living in the Mostaganémoise (Salamander). The choice to study these two species was motivated by the fact that the latter by their food behavior and their abundance in the environment contribute to the functioning of marine ecosystems.

Analysis of the metric parameters of the two sampled populations showed that they were both dominated by a size class of mature individuals with an average size of 12.82 mm and a mean weight of 67.20 mg in *E. Sepositus* and 53.47 mm with an average weight of 267.5 mg in *P. lividus*.

The study of the variation in reproductive biology through gonad examination and sex distribution in the two populations of echinoderma *Echinaster sepositus* and *Paracentrotus lividus* reveals that the sex ratio is in favor of females in relation to males.

Examination of the gonads showed that the starfish was in full sexual maturity and is therefore preparing for laying, whereas the *Paracentrotus lividus* would have emitted its gonads during this season. In addition, the evolution of the gonad index as a function of size appears proportional in the two species studied.

The examination of the digestive contents showed that for the two species *Echinaster sepositus* and *Paracentrotus lividus*, the algae represent the preferential food and more precisely the green algae for the *Echinaster* and the brown algae for the *Paracentrotus lividus*.

Key words :

Salamander, physiological index, sex ratio, gonad index, gonad maturation.

ملخص:

الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو تحليل خصائص الحياة لنجم البحر الحمراء إشيسترا سيوسيتوس (18 فردا) والنوع الشائع باراسنتروتوس ليفيدوس (27 فردا)، الذين يعيشون في مستغانم (سالامندر). وكان الدافع وراء اختيار دراسة هذين النوعين هو حقيقة أن هذين الأخيرين من خلال سلوكهم الغذائي ووفرتهما في البيئة تساهم في عمل النظام البيئي البحري.

وأظهر تحليل المعطيات المقياسية للمجموعتين المأخوذة من عينات أن كلا منهما كان يسيطر على فئة من الأفراد الناضجين سيوسيتوس و 53.47 مم بمتوسط وزن 267.5 E. الذين يبلغ متوسط حجمهم 12.82 مم ووزن متوسط 67.20 مجم في ليفيدوس P. ملغ في

التحليل المترية للمجموعتين أظهرت أنهما على حد سواء تهيمن عليهما فئة من الأفراد ناضجة أحجامها كالتالي: متوسط حجم قنفذ البحر 53.47 ملم وكتوسط الوزن 267.5 ملغ. أما بالنسبة لنجمة البحر فمتوسط حجمها قدر ب 67.20 ملغ و متوسط الوزن ب 12.83.

دراسة التباين في بيولوجيا التناسل عن طريق فحص الغدد التناسلية والتوزيع بين الجنسين في كلا النوعين من شوكيات الجلد يكشف عن أن نسبة الجنس هي لصالح الإناث مقارنة بالذكور.

ظهر فحص الغدد التناسلية أن نجم البحر كان في مرحلة النضج الجنسي الكامل، وبالتالي يستعد للزرع، في حين أن قنفذ البحر البنفسجي قد يصدر غده التناسلية خلال هذا الموسم. بالإضافة إلى ذلك، فإن تطور مؤشر الغدد التناسلية كدلالة على للحجم يبدو متناسبا في النوعين المدروسين.

وقد أظهر فحص محتويات الجهاز الهضمي لكلا النوعين المدروسين أن الطحالب هي غذاؤهما المفضل , خاصة الطحالب الخضراء بالنسبة لنجمة البحر الحمراء, والطحالب البنية لقنفذ البحر.

الكلمات الدالة :

صلامندر، مؤشر فسيولوجي، نسبة الجنس، مؤشر الغدد التناسلية، نضج الغدد التناسلية.

[Tapez le titre du document]

Index des figures

N° figure	Titre des figures	pages
1	L'anatomie interne d'un astéride	05
2	développement de l'étoile de mer	08
3	<i>Echinaster sepositus</i> (Retzius, 1783)	09
4	morphologie externe d' <i>Echinaster sepositus</i>	10
5	morphologie externe de <i>p. lividus</i> (Lamack, 1816),	13
6	la morphologie interne de l'oursin <i>p. lividus</i>	15
7	Distribution géographique (en rouge) de l'oursin <i>P.lividus</i>	15
8	Situation du bassin méditerranéen occidental et position des différents lieux cités	17
9	Carte de la wilaya de Mostaganem	18
10	Baie d'Arzew et de Mostaganem	19
11	Localisation de la zone d'échantillonnage (étoile rouge) au niveau de la station de la Salamandre (extérieur du port).	20
12	prélèvement des oursins	21
13	mesures linéaires	22
14	pesés pondérales des échantillons	23
15	la dissection de l'oursin	23
16	Distribution des fréquences de taille d' <i>Echinaster sepositus</i> , au mois de mai dans le site de Salamandre	26
17	Distribution des fréquences de taille de <i>paracentrotus lividus</i> , au mois de mai dans le site de Salamandre	27
18	Evolution du rapport gonadique frais en fonction de la classe de diamètre en cm d' <i>E. sepositus</i> vivant dans le site de Salamandre.	31
19	Evolution de l'indice gonadique frais en fonction de la classe de taille en cm de l'oursin <i>P. lividus</i> vivant dans le site de Salamandre.	33
20	Pourcentage d'aliments consommés par la population d' <i>E. sepositus</i> , vivant dans le site de Salamandre au printemps (mai).	34
21	Pourcentage d'aliments consommés par la population de <i>P.lividus</i> vivant dans le site de Salamandre au printemps (mai)	35
22	l'espèce <i>Littorina littorea</i> , récoltée en abondance dans le site de Salamandre.	36
23	<i>Stramonita haemastoma</i> récoltée dans le Site de la Salamandre	36
24	<i>Aplysia punctata</i> (Cuvier, 1803) -Taille (6-7 cm) récoltée dans le Site de la Salamandre.	37

[Tapez le titre du document]

25	<i>Percnon gibbesi</i> (H.milneEdxards, 1853)- taille (6 cm) récoltée au niveau du site de salamandre.	37
26	<i>Maja crispata</i> (Risso 1827) retrouvée au port de la Salamandre	38
27	Quelques espèces de la macrofaune marine identifiée, seulement jusqu'au groupe animal, vivant dans le site de Salamandre.	38
28	Quelques espèces de la macroflore marine identifiée, vivant dans le site de Salamandre.	39

Index des tableaux

N° tableaux	Titre des tableaux	pages
1	Valeurs moyennes des paramètres biométriques mesurés chez <i>E. sepositus</i> de la Salamandre	27
2	Valeurs moyennes des paramètres biométriques mesurées chez <i>Paracentrotus lividus</i> de la Salamandre.	28
3	Valeur des effectifs en pourcentage des deux sexes d' <i>Echinaster sepositus</i> vivant à la Salamandre et calcul du sex-ratio au mois de mai	29
4	Pourcentage des deux sexes de l'oursin <i>Paracentrotus lividus</i>	29
5	Effectifs en pourcentages des femelles et des mâles de <i>P. lividus</i> dans différentes régions de la côte algérienne	30
6	Valeurs du rapport gonadique d' <i>Echinaster sepositus</i> au printemps vivant à la Salamandre	31
7	Valeurs du rapport gonadique de l'oursin <i>Paracentrotus lividus</i> au printemps vivant à la Salamandre	32
8	Variation de la contribution moyenne (en pourcentage) d'items des contenus digestifs d' <i>Echinaster sepositus</i>	33
9	Variation de la contribution moyenne (en pourcentage) d'items des contenus digestifs des oursins <i>P.lividus</i>	34

Sommaire

Introduction	01
Chapitre I :	
Généralité sur la biologie et le milieu des espèces étudiées	
1.1. Description des échinodermes	02
1.1.1 Alimentation	04
1.1.2 Sens et système nerveux	04
1.1.3 Appareil respiratoire	04
1.2. Généralité sur les étoiles de mer	04
1.2.1. Description anatomique de l'étoile de mer	05
1.2.1.1. L'appareil digestif	06
1.2.1.2. L'appareil reproducteur	06
1.2.1.3. Le système aquifère	06
1.2.1.4. Le système nerveux et circulaire	07
1.2.1.5. Respiration	07
1.2.1.6. Excrétion et osmorégulation	07
1.2.1.7. Régime alimentaire	07
1.2.1.8. Régénération, reproduction et développement	07
1.2.1.9. Les principaux prédateurs	09
1.3. Présentation de l'espèce étudié <i>Echinaster sepositus</i>	09
1.3.1. Description	09
1.3.2. Systématique et distribution géographique de l'étoile de mer rouge <i>E.sepositus</i>	11
1.3.2.1.Systématique	11
1.3.2.2.Distribution géographique	11
1.4. Biologie et écologie de l' <i>E. sepositus</i>	11
1.5. Description des oursins	11
1.5.1. Présentation de l'espèce étudié <i>p. lividus</i>	12
1.5.2. Systématique et distribution géographique de <i>p. lividus</i>	13
1.5.2.1.Systématique	13
1.5.2.2.Distribution géographique	13
1.5.3. Biologie et écologie de l'oursin <i>p. lividus</i>	16
Chapitre II	
Matériel et méthode	
2. Description de la méditerranée occidentale	17
2.1.1. Le bassin occidental	17
2.1.2. Le bassin algérien	18
2.2. Présentation de la zone d'échantillonnage (la baie de Mostaganem)	18
2.2.1. Description des fonds	19

2.2.2. Caractéristiques hydrologiques et hydrodynamique	20
2.3. Choix des stations	20
2.3.1. Présentation du site de prélèvement	20
2.4. Echantillonnage	21
2.5. Traitement au laboratoire	22
2.5.1. Mesure des paramètres biométriques	22
2.5.2. Dissection et pesées	23
2.5.3. Méthode de calcul des indices biologiques	25
2.5.4. Méthode d'analyse des contenus digestifs	25
Chapitre III	
Résultats et discussions	
3. Résultats et discussions	27
3.1. Analyse de l'abondance et de certains paramètres métriques du corps D' <i>E. sepositus</i>	27
3.1.1. Analyse de l'abondance d'. <i>sepositus</i> de la Salamandre	27
3.1.2. Analyse de certains paramètres biométrique du corps d' <i>E.s</i>	27
3.1.3. Analyse de l'abondance de <i>P. lividus</i> dans le site de la Salamandre	28
3.1.4. Analyse de certains paramètres biométriques de <i>P. lividus</i>	29
3.2. Evaluation du sex-ratio	29
3.2.1. Evaluation du sex-ratio chez l' <i>E. sepositus</i>	29
3.2.2. Evaluation du sex-ratio chez l' <i>oursin P. lividus</i>	30
3.3. Evaluation de l'indice gonadique	32
3.3.1. Rapport gonadique chez toute la population et par sexes d' <i>E.s</i>	32
3.3.2. Rapport gonadique frais moyen en fonction de la classe de taille d' <i>E. sepositus</i>	33
3.3.3. Indice gonadique moyen chez toute la population et par Sexes de <i>P. lividus</i>	33
3.3.4. Indice gonadique moyen en fonction de la classe de taille de l'oursin <i>P. lividus</i>	33
3.4. Etude du comportement alimentaire des deux espèces d'échinodermes	34
3.4.1. Comportement alimentaire de la population d' <i>E. sepositus</i> de la salamandre	35
3.4.2. Comportement alimentaire de la population de <i>P. lividus</i> de salamandre	35
3.4.3. Comparaison du régime alimentaire entre les deux espèces étudiés	36
3.5. Identification de la faune et la flore du biotope des deux échinodermes	37
3.6. Discussion générale	41
Conclusion	43
Références bibliographiques	44

Introduction

L'étoile de mer et les oursins, embranchement des échinodermes, forment un groupe très ancien dont les premières traces fossiles remontent à la période (700 millions d'années). Ce sont des animaux marins benthiques, présents dans tous les fonds océaniques, parmi ces principales caractéristiques uniques sont la symétrie radiale et le système aquifère. La forme adulte est organisée autour d'une symétrie pentaradiée.

Grâce à leur structure extérieure calcaire, les échinodermes ne sont en général la proie d'aucun autre animal sauf de certains autres échinodermes (les astéridés). Ils se nourrissent de mollusques, crustacés, et d'autres invertébrés. Ils peuvent également jouer un rôle écologique de prédation dans certains écosystèmes (Booolootien, 1966), on les retrouve dans tous les océans, de la zone intertidale aux profondeurs abyssales, la température est un facteur expliquant la distribution des astéries.

L'*Echinaster sepositus* (Retzius, 1783) est retrouvée dans presque toute la Méditerranée, aussi dans l'Atlantique Est, des côtes marocaines, se rencontre sur tous substrats* durs, depuis la surface jusqu'à grande profondeur (au moins 250 m de profondeur). Elle est aussi commune dans les herbiers de posidonies, elle se nourrit des particules organiques qu'elle trouve sur le fond et le long des parois, et à l'occasion d'animaux sessiles (éponges, vers, mollusques...).

La reproduction de cette étoile est sexuée, du printemps à l'automne. Les sexes sont séparés, La fécondation est externe.

Le *paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) est présent principalement en mer Méditerranée, mais aussi dans une plus faible mesure en océan Atlantique Est et jusqu'à la Manche, du Maroc à l'Irlande. Il est retrouvé surtout dans les fonds rocheux, mais aussi sur l'herbier de posidonie, Il vit entre la surface et 30 m de fond, il se nourrit principalement d'algues en broutant la nourriture. La reproduction de cet oursin a lieu à la fin du printemps.

Dès la fin du Précambrien (-570 millions d'années) débute une diversification de la faune, ce qui semble correspondre à l'apparition des structures squelettiques et à la conquête de divers biotopes du milieu aquatique. Après une phase de stabilisation au milieu du Cambrien, la diversification reprend à la fin de cette période grâce au développement des formations des algues, des éponges et des récifs de coraux. Après plusieurs étapes de développement et de régression, on remarque à la fin du Crétacé (-65 millions d'années) une diversification qui atteint un niveau quatre fois supérieur au niveau de base du Cambrien. Cette phase, associée à la prolifération du plancton et à l'apparition des angiospermes (semences enfermées dans une enveloppe), est également caractérisée par la conquête du milieu terrestre par les vertébrés et les invertébrés. La diversification à l'intérieur des embranchements est alors spectaculaire chez un grand nombre d'espèces dont les Echinodermes

1.1. Description des échinodermes

Leur nom vient du grec *ekinos* = hérisson et *derme* = peau. On a classé dans cet embranchement tous les animaux dont leurs téguments (peau) sont rugueux ou épineux.

Il existe cinq classes d'Échinodermes vivants :

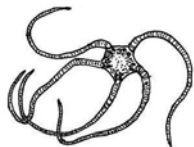
- Les Crinoïdes (lis de mer et comatules).



- Les Astérides (étoile de mer).



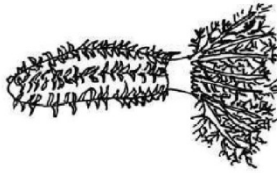
- Les Ophiurides (ophiures).



- Les Échinides (oursin et autres).



- Les Holothurides (concombres de mer).



Les Echinodermes sont des animaux invertébrés exclusivement marins, benthiques, abondants dans toutes les mers, aussi bien dans les eaux côtières que dans les grands fonds. On compte environ 7000 espèces aujourd'hui. Leur taille varie de quelques centimètres à plus d'un mètre. La caractéristique majeure phénotypique des Echinodermes est leur symétrie radiaire « d'ordre 5 » ou pentaradiée, qui est présente au moins au cours du développement.

Grâce à leur structure extérieure calcaire, les échinodermes ne sont en général la proie d'aucun autre animal sauf de certains autres échinodermes (Astéridés). Ils se nourrissent de mollusques, crustacés, et d'autres invertébrés. Ils peuvent également jouer un rôle écologique clé de prédation dans certain écosystème (Booolootian 1966). On les retrouve dans tous les océans, de la zone intertidale aux profondeurs abyssales. Il s'agit souvent du phylum le plus abondant dans les grandes profondeurs. La température est un facteur expliquant la distribution des astéries.

Un rôle décisif dans la restriction de la zone de répartition de l'étoile de mer puisqu'elles sont également sténohalines. Il semblerait que seules les espèces du genre *Astéries* soient tolérantes aux eaux saumâtres (Booolootian 1966).

L'intérêt des échinodermes pour les études embryologiques réside dans le fait que les ovaires de ces animaux peuvent produire des dizaines de milliers d'ovocytes, ce qui permet d'envisager des études quantitatives. Leur diamètre est de l'ordre du dixième de millimètre, ce qui les rend accessibles à l'expérimentateur sous un simple microscope. Enfin, l'abondance de certaines espèces sur nos côtes rend leur approvisionnement aisé. Du point de vue embryologique, les stades du développement sont faciles à observer. Les étapes successives clairement séparées ajoutées au faible nombre de cellules par embryon en font un organisme dont les mécanismes de développement sont apparemment simples à appréhender. Enfin, chez *Paracentrotus lividus*, la chronologie du développement précoce jusqu'à l'organogenèse du pluteus ne prend pas plus de trois jours à la température de 18°C.

Les premières études remontent d'ailleurs à la fin du 19^e siècle, mais c'est surtout dans la première moitié du 20^e siècle que l'embryogenèse de l'oursin *Paracentrotus lividus* a été approfondie tant sur le plan descriptif qu'expérimental, avec l'embryologiste suédois *Sven Hörstadius*.

Comme pour tous les groupes animaux présentant un intérêt pour l'étude du développement embryonnaire, la tendance actuelle est de restreindre ces études à quelques espèces servant de système modèle. Chez les échinodermes, les oursins (échinides) et les étoiles de mer (astérides) ont toujours été privilégiés par les chercheurs. Parmi les échinides, on dispose de

nombreuses données sur le développement de quelques espèces telles que : *Paracentrotus lividus*, *Arbacia punctulata* et *Lytechinus variegatus*. *Paracentrotus lividus* présente également un intérêt culinaire et correspond à l'espèce la plus répandue sur nos côtes. Parmi les astérides, *Asterias rubens* (l'étoile de mer de nos côtes) et *Marthasterias glacialis* font partie des espèces les mieux connues.

1.1.1 Alimentation :

Les échinodermes sont des prédateurs. Leurs déplacements lents ne leur permettent d'attraper que des proies qui sont encore plus lentes qu'eux. L'appareil digestif est existant chez les échinodermes, et il est différent selon les espèces. Après la bouche, on distingue un œsophage, l'estomac avec une portion gastrique que l'on trouvera dilatée en lobe chez les étoiles, puis l'intestin et l'anus (sauf chez les ophiures).

1.1.2 Sens et système nerveux :

Les structures sensorielles des Echinodermes sont dispersées sur tout l'animal. Le système nerveux est formé de deux éléments principaux : un anneau nerveux central situé autour de la bouche et duquel se détache cinq troncs principaux, les nerfs radiaux. Les étoiles de mer possèdent également des structures permettant de percevoir la lumière à l'extrémité des bras. Elles permettent également de détecter la surface.

Enfin, les échinodermes comportent une caractéristique particulièrement intéressante concernant la régénération. Ces organismes possèdent en effet la capacité de se régénérer suite à une mutilation ou à une attaque par un prédateur. L'endosquelette, les piquants, les épines, les pédicellaires et les téguments qui ont été affectés peuvent effectivement se redévelopper suite à leur destruction partielle.

1.1.3 Appareil respiratoire :

La circulation d'eau provoquée par les courants ciliaires exerce un rôle respiratoire important. Des dispositifs particuliers, selon les groupes, assurent une meilleure oxygénation : organes arborescents chez de nombreuses Holothuries, papules ou branchies des Astéries qui émergent entre les pièces squelettiques, podia ambulacraires des Oursins et des Astéries, bourses ou sacs branchiaux à la base des bras des Ophiures.

1.2. Généralités sur les étoiles de mer

L'étoile de mer est un animal échinoderme qui a habituellement cinq bras à partir d'un centre (symétrie penta radiale) qui peut atteindre 45 cm de largeur. Il existe au moins 1 600 espèces réparties en plus de 30 familles dans tous les océans. On la retrouve jusqu'à 200m de profondeur, et l'espèce la plus grande, *Midgardia xandaras*, peut dépasser 1,30 m de diamètre.

Elle n'a pas de squelette déplaçable mais des pseudopodes, petits tubes présents également chez les oursins, qui peuvent projeter de l'eau depuis la face ventrale et qui servent pour la locomotion et l'alimentation.

Certaines espèces ont la possibilité de régénérer, c'est-à-dire, la capacité de faire repousser un ou plusieurs de leurs bras si elles en sont détachées. Un bras perdu peut être régénéré en moins d'un mois. Un genre en particulier, *Linckia*, nommé d'après le naturaliste J.H. Linck, est même capable, à partir d'un bras, de reconstituer l'étoile de mer en entier, et utilise cette capacité comme moyen de multiplication asexuée. Lorsque cette capacité à se régénérer n'était pas connue, et que l'étoile de mer était considérée comme une espèce nuisible, il était courant de les couper en deux et de les rejeter à la mer afin d'en contrôler la population.

Classification :

Règne Animalia

Infra-règne Bilateria

Division Deuterostomia

Super-embr. Ambulacraria

Embranchement Echinodermata

Sous-embr. Eleutherozoa

Super-classe Asterozoa

Classe des Asterides (de Blainville, 1830).

1.2.1 Description anatomique des étoiles de mer

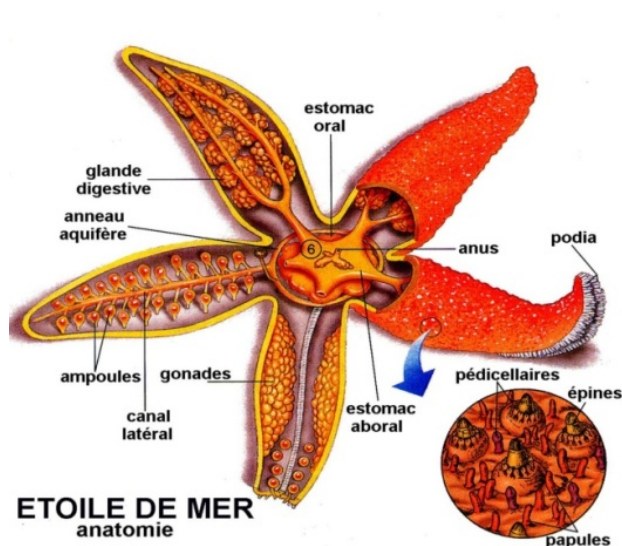


Figure 1 : L'anatomie interne d'un astéride

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

1.2.1.1 L'appareil digestif :

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

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

1.2.1.2 L'appareil reproducteur :

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

1.2.1.3 Le système aquifère :

Les principaux éléments du système aquifère sont la madréporite, le canal hydrophore et l'anneau aquifère, qui sont reliés aux cinq canaux radiaires et aux courts canaux transversaux (latéraux) qui leur sont associés. Les pieds ambulacraires sont reliés aux canaux transversaux. L'anneau aquifère porte neuf corps de Tiedemann, la place du dixième étant occupée par la jonction du canal hydrophore. Les vésicules de Poli présentes chez les Échinodermes sont absentes de certaines espèces disponibles en laboratoire, et il se pourrait donc que vous ne puissiez pas voir cette structure du système aquifère. L'ampoule de chaque pied ambulacraire est visible sur la face interne du sillon ambulacraire, entre les plaques ambulacraires. Combien

d'ampoules y a-t-il sur chaque canal transversal ? Faites une coupe transversale d'un bras pour voir les liens entre les pieds ambulacraires, les ampoules et le squelette ambulacraire.

1.2.1.4 Les systèmes nerveux et circulatoire :

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

1.2.1.5 Respiration :

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

1.2.1.6 Excrétion et osmorégulation :

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

1.2.1.7 Régime alimentaire :

Le régime alimentaire de certaines étoiles de mer pose problème dans des pays où se trouvent des récifs coralliens. C'est le cas de l'étoile de mer « *Acanthaster Planci* » qui pose problèmes pour la conservation des récifs constitués de coraux dont elle se nourrit.

1.2.1.8 Régénération, reproduction et développement :

Les étoiles de mer sont bien connues pour leur pouvoir de régénération. Elles peuvent régénérer n'importe quelle partie d'un bras cassé. Chez quelques espèces, un organisme complet peut être reconstitué à partir d'un bras et d'une portion de disque central. La régénération est un processus lent qui, dans le cas où elle est complète, peut réclamer un délai de un an. La reproduction asexuée est possible chez quelques astérides et s'effectue par division du disque central suivie de la régénération de chaque moitié.

La plupart des étoiles de mer sont dioïques sans différenciation externe des sexes. Deux gonades sont présentes dans chaque bras et, durant les périodes de reproduction, se développent et remplissent tout le bras. Les gonopores s'ouvrent généralement à la base de chaque bras.

L'embryologie des échinodermes a été très étudiée en raison de la facilité avec laquelle on peut induire la ponte et maintenir les embryons au laboratoire. La fécondation externe est la règle.

La survie des gamètes étant brève dans les océans, leur maturation et leur émission doivent être synchronisées pour que la fécondation puisse se dérouler. La photopériode et la température sont des facteurs environnementaux mis en jeu dans la coordination de l'activité sexuelle. De plus, l'émission des gamètes par un individu s'accompagne de la libération de phéromones de pont qui agissent sur les individus situés au voisinage, augmentant ainsi les chances de fécondation.

Les embryons sont planctoniques et se déplacent par mouvement de leurs cils (figure 2). Des bandes ciliaires se différencient après la gastrulation et une larve à symétrie bilatérale se forme. C'est la larve **bipinnaria**. Elle se nourrit généralement des protistes planctoniques. Parce qu'ils sont planctoniques, les stades larvaires peuvent être dispersés sur de grandes distances par les courants océaniques. Le développement des bras larvaires met en place une autre forme larvaire, la larve **brachiolaria**, qui tombe sur le substrat, s'attache et se métamorphose en une étoile de mer juvénile.

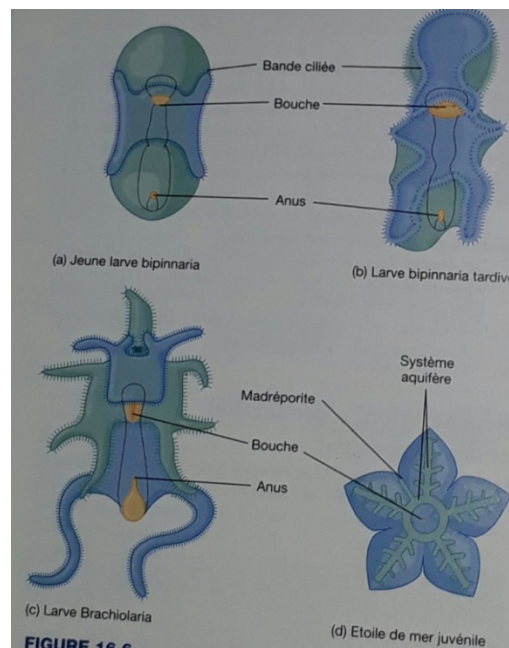


Figure 2 : développement de l'étoile de mer.

L'étoile de mer est un animal à sang froid dont la température interne varie en fonction de la température du milieu ambiant mais aussi d'une partie à une autre de son corps. Sylvain Pincebourde, a découvert une stratégie inédite de survie : en cas de forte hausse de la température, l'étoile de mer est capable de dériver la chaleur vers ses bras pour sauver sa partie vitale... Quitte à perdre un de ses membres.

1.2.1.9 Les principaux prédateurs :

Les principaux prédateurs des étoiles de mer sont comme suit :

- de gros poissons (aux mâchoires suffisamment puissantes pour broyer le squelette de calcite),
- des crabes,
- les loutres de mer,
- de gros mollusques carnivores (comme les « tritons » du genre *Charonia*, friands de grosses étoiles tropicales),
- certains crustacés (comme la crevette-arlequin mangeuse d'étoiles *Hymenocera picta*)
- et même d'autres espèces d'étoiles de mer (le cannibalisme étant relativement répandu chez les étoiles carnivores).
- Dans les zones intertidales, elles font le délice de certains oiseaux marins opportunistes comme les goélands.

1.3 Présentation de l'espèce *Echinaster sepositus*

L'étoile de mer rouge *Echinaster sepositus* a été découverte en 1783 par Retzius et se présente comme suit :

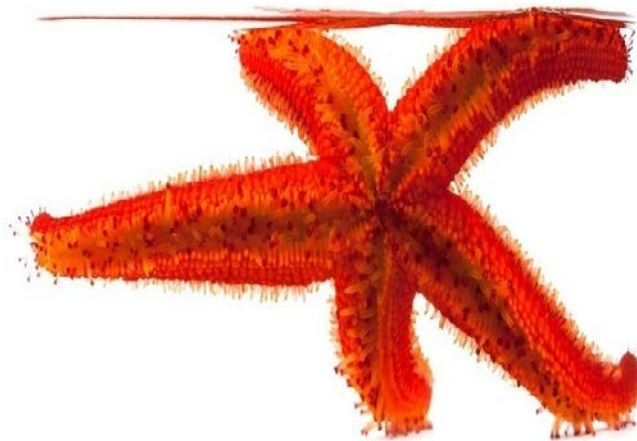


Figure 3: *Echinaster sepositus* (Retzius, 1783).

1.3.1. Description d'*Echinaster sepositus*

Commune par petits fonds en Méditerranée, c'est une étoile de mer dont le diamètre atteint 15 à 20 cm. Le corps, aplati dorso-ventralement, comporte un disque central autour duquel

partent 5 longs bras, à section circulaire, effilés aux extrémités la symétrie est rayonnée de type 5. La peau renferme des plaques calcaires auxquelles correspondent en surface de petites dépressions.

La face supérieure ou dorsale rouge, rugueuse et visqueuse porte des pédicellaires (petites pinces dont les mors articulés servent à la défense et au nettoyage du tégument), des petites branchies et une plaque squelettique calcaire particulière, la plaque madréporique par laquelle entre et sort de l'eau de mer qui rend les pieds ambulacraires flasques ou turgides. La face inférieure ou ventrale présente une bouche de laquelle partent généralement 5 sillons ou ambulacres qui s'étendent jusqu'à l'extrémité de chaque bras ; ces sillons sont bordés par deux rangées de petits tentacules rétractiles à ventouses ou pieds ambulacraires ; ceux situés à l'extrémité des bras ont un rôle tactile et olfactif.

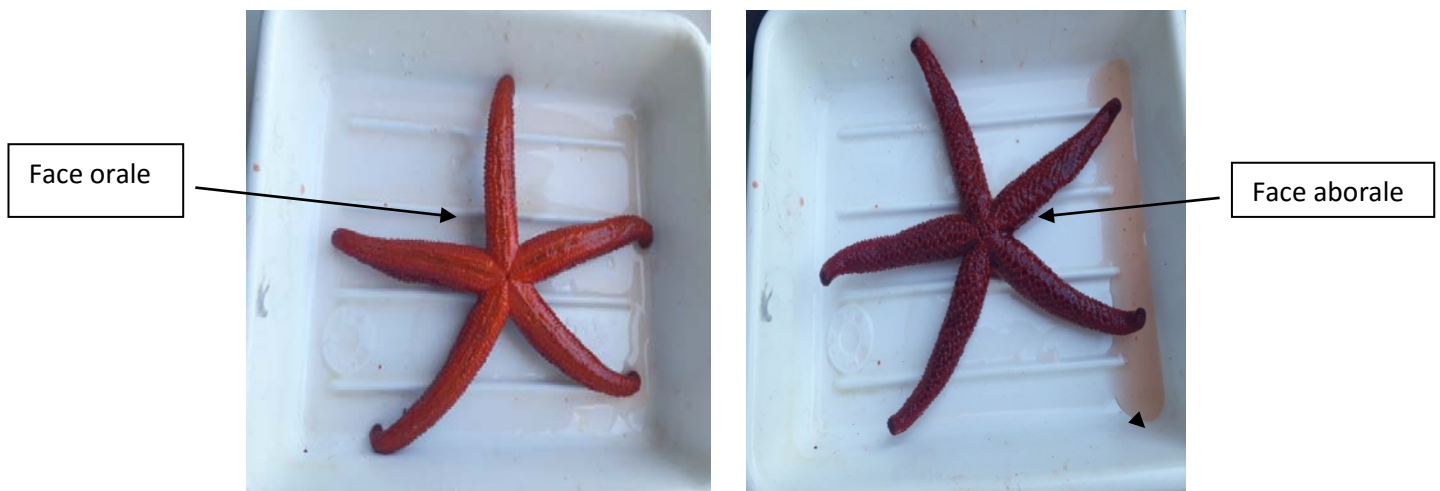


Figure 04 : morphologie externe de *Echinaster sepositus* (Retzius 1783)

(Face orale et face aborale) (Photo: RAZALIS)

1.3.2. Systématique et distribution géographique de l'étoile de mer *Echinaster sepositus*

1.3.2.1. Systématique

Echinodermata [Embranchement]

Asterozoa [Sous-embranchement]

Stelleroidea [Classe]

Asteroidea [Sous-classe]

Spinulosida [Ordre]

Echinasteridae [Famille] .¹

1.3.2.2. Distribution géographique

Communément appelé l'étoile de la mer Rouge, parfois appelée « étoile à bras écartés », est une étoile de mer commune en Méditerranée et se trouve allant des îles britanniques au Cap-Vert au large de la côte de l'Afrique du Nord-Ouest, y compris la Méditerranée (Debelius et al, 2003).

1.4. Biologie et écologie de l'étoile de mer

➤ Habitat

Elle fréquente, dans l'étage infralittoral, l'herbier de Posidonie mais surtout les parois rocheuses et les prairies d'algues et effectue des déplacements de faible amplitude: c'est une espèce benthique sédentaire. On la trouve aussi dans l'étage circalittoral en bordure du plateau continental, au voisinage de la rupture de pente où la végétation macroscopique est absente. L'étoile de mer rouge est un animal marin. Il ne peut vivre en eau douce et très peu vivent dans l'eau saumâtre. Il est difficile de se reproduire dans un aquarium, car il est difficile de distinguer les étoiles de mer mâles et femelles, donc la vie de l'aquarium est limitée. Généralement, l'étoile de mer rouge vit seul, mais tolère les autres étoiles de mer, de sa propre espèce.

➤ Locomotion :

Cet animal se déplace par reptation à l'aide des podias ou pieds ambulacraires munis de ventouses alignées sur la face ventrale des bras. La respiration aquatique s'effectue à travers l'épiderme de la peau, les podias et de petites branchies.

➤ La reproduction :

Les sexes sont séparés ; les produits sexuels sont émis en pleine eau et la fécondation est externe. Signalons un trait caractéristique de sa reproduction, à savoir que l'œuf donne naissance à une petite étoile de mer, il n'y a donc pas de stade larvaire et le développement est direct. Le pouvoir de régénération est élevé puisque amputée d'un bras cette étoile de mer est capable d'en régénérer un.

➤ Alimentation :

C'est un consommateur macrophage carnivore prédateur vorace dont les organes de capture sont les 5 bras préhensiles portant des pieds ambulacraires munis de ventouses qui lui permettent d'entrouvrir la coquille d'un bivalve ; il introduit ensuite son estomac dans le lamellibranche, l'applique contre sa chair et réalise ainsi une digestion externe de sa proie. Il se nourrit aussi d'éponges, de vers et de particules organiques récoltées sur le fond.

1.5. Description des oursins

Les oursins 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, qui sont des Echinodermes sans bras, enfermés dans un test généralement rigide, le dermosquelette, formé de plaques calcaires imbriquées. 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.

1.5.1 Présentation de l'oursin *Paracentrotus lividus*

L'oursin *Paracentrotus lividus* est un oursin régulier. Il présente un squelette calcaire à symétrie pentaradiée dénommé « test ». Lorsque l'animal meurt, ses épines tombent et l'on trouve fréquemment les tests sur le fond. Ces petites sphères calcaires ne ressemblent guère à l'animal de son vivant.

Les piquants des oursins sont de taille très variable d'une espèce à l'autre, tout comme le sont les magnifiques couleurs qu'arborent ces animaux. Contrairement à ce que beaucoup de gens pensent, les oursins ne se déplacent pas à l'aide de leurs piquants mais grâce à une multitude de petits pieds à ventouses, les pieds ambulacraires.

Celui qui a le plus de faveur dans le midi c'est l'oursin violet appelé aussi la châtaigne de mer et pour les intellectuels le *Paracentrotus lividus*.

Il n'est pas nécessairement violet ; parfois brun, olive, presque noir, on le reconnaît plus à sa forme distinctive qu'à sa couleur. Il est très rond, avec des piquants assez courts. Il peut creuser dans le sable pour s'enfouir légèrement, et saisir des posidonies, cailloux et autres matériaux avec ses petits pieds-ventouses pour se cacher.

1.5.2. Systématique de l'oursin *Paracentrotus lividus*

D'après **Tortonese** (1965), **Tortonese** et **Vadon** (1987), la classification de *Paracentrotus lividus* est comme suit :

Embranchement:	Echinodermata
Sous-embranchement:	Echinozoa
Classe:	Echinoidea
Sous-classe:	Regularia
Ordre:	Diadematoidea
Sous-ordre:	Camarodonta
Famille:	Echinidae
Genre:	<i>Paracentrotus</i>
Espèce:	<i>lividus</i> (Lamack, 1816).

1.5.2.2. Distribution géographique

Cet oursin est une espèce Atlantico-Méditerranéenne ; son aire de répartition englobe toute la Méditerranée, ainsi que l'Atlantique Est, des côtes d'Irlande et d'Ecosse jusqu'au Maroc et au Sahara occidental (Açores inclus) (Koehler, 1921 ; Allain, 1975; Tortonese et Vadon, 1987). En Méditerranée occidentale, cet oursin est très abondant, ainsi qu'en mer Adriatique ; il devient moins abondant dans la partie la plus orientale du bassin Méditerranéen (Figure 5).

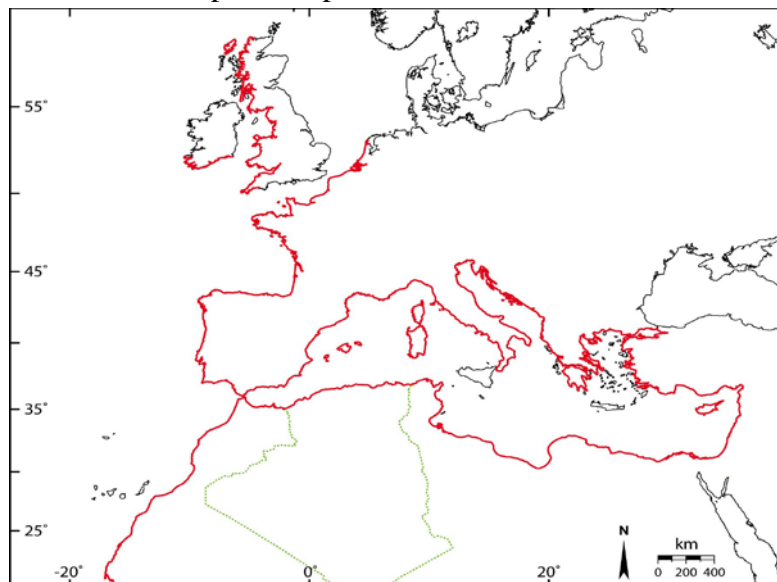


Figure 05: Distribution géographique (en rouge) de l'oursin *P.lividus* (Lamack, 1816), (Soualili, 2008).

➤ **Morphologie externe :**

L'oursin Paracentrotus lividus est un échinoderme sans bras, enfermés dans un test rigide, sa couleur varie du vert au violet et même au rouge, le corps est globuleux, aplati ventralement et couvert de piquants. La face ventrale ou orale qui porte la bouche est appliquée contre le rocher (Verlaque, 1987 a & b).

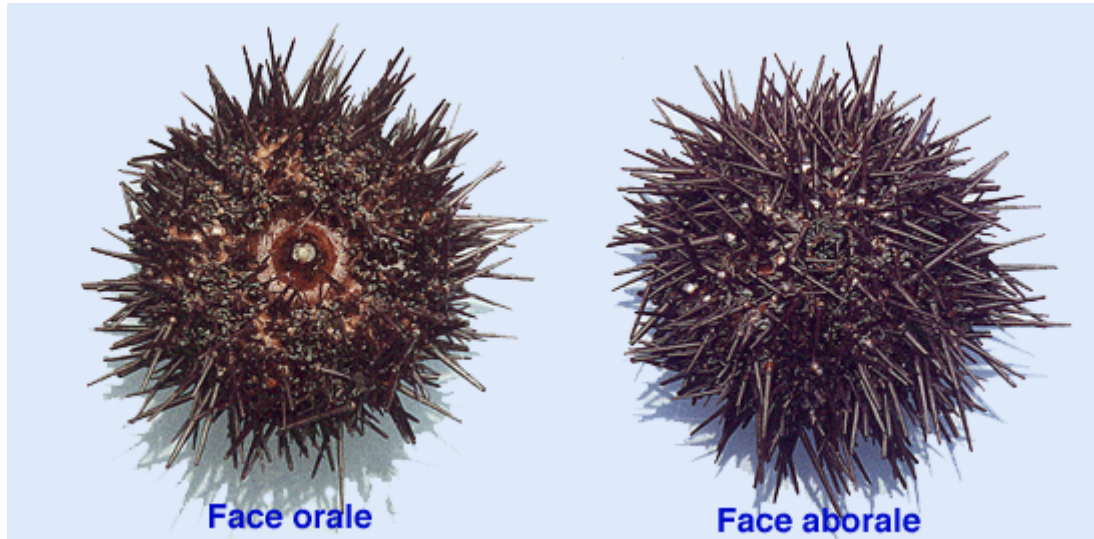


Figure 06 : morphologie externe de *p. lividus* (Lamack, 1816), montrant sa face orale (à gauche) et sa face aborale (à droite). (Photos **Jean Desrosiers**).

➤ **Morphologie interne :**

Le test :

Le test ressemble à un dôme aplati à sa base. Au sommet, se trouvent l'anus et les pores génitaux et à la base, la bouche. Le test est composé de 10 doubles rangées de plaques géométriquement imbriquées, portant des piquants mobiles. De la bouche partent des rayons qui divisent la coque en dix zones : cinq radius qui alternent avec cinq interradius.

Les podias :

Les radius sont percés de paires de pores d'où sortent des petits tubes appelés « podias » pouvant s'allonger ou se rétracter. Les podias servent à la fixation au substrat, à la locomotion et à la capture des proies.

Le système aquifère :

Le système aquifère est un réseau de canaux remplis d'un liquide d'une composition très similaire à l'eau de mer, mais dont la pression osmotique est légèrement supérieure. Il s'ouvre vers l'extérieur par un pore, le madrépore ou madréporite. Il part du madréporite et rejoint l'anneau aquifère. De là, le liquide passe dans le canal radiaire jusque dans les podias.

Les pédicellaires :

Sur le test sont aussi fixés les « pédicellaires ». Ce sont de petits organes en forme de pinces dont le rôle est de débarrasser l'oursin des corps étrangers qui l'importunent. Munis de glandes à venin, ils ont aussi un rôle défensif.

La lanterne d'Aristote :

C'est l'appareil masticateur de l'oursin. Il est très complexe. Il se compose de cinq dents reliées à des plaques calcaires et à des muscles.

Les gonades :

Pour la plupart des échinodermes les sexes sont séparés et la fécondation est externe. L'oursin a 5 gonades disposées en rayon autour de l'anus à l'intérieur de la coque. Ce sont les seules parties comestibles de l'oursin.

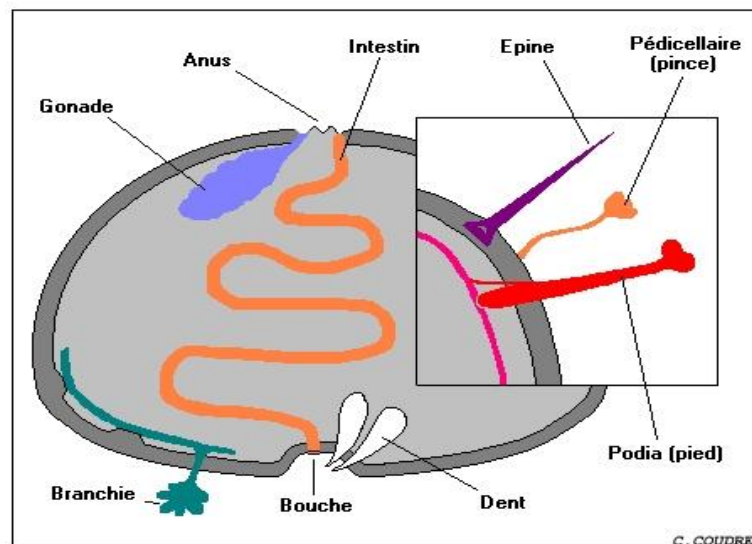


Figure 07 : la morphologie interne de l'oursin *p. lividus* ((Lamack, 1816).

(Biologie des Organismes Marins de Méditerranée/Côte Bleue-**Christian COUDRE**).

1.5.3. Biologie et écologie de l'oursin *Paracentrotus lividus*

➤ La reproduction et développement larvaire :

L'oursin adulte libère des cellules reproductrices. Les mâles émettent des spermatozoïdes (dans un liquide blanc) et les femelles des ovules (dans un liquide orangé). Lors de la séance à Océanopolis, l'enseignant a secoué l'oursin pour qu'il libère ses cellules reproductrices (ci-dessus en blanc : les spermatozoïdes). L'union des cellules reproductrices mâle et femelle est appelée : fécondation. Cette union donne une cellule - œuf. Cette cellule se transforme et donne progressivement une larve, qui flotte dans l'eau. Après quelques temps, la larve se divise en un jeune oursin qui en grandissant pourra à son tour se reproduire. La période de

fécondation des oursins est comprise entre mai et juin, leur fécondation est dite externe (car elle a lieu dans la mer et donc hors de l'oursin).

➤ **Alimentation :**

L'oursin est essentiellement herbivore et son régime alimentaire est marqué par des préférences très nettes (Verlaque et Nedelec, 1983a, Verlaque 1987a et b). Dans l'herbier à *P. oceanica* il se nourrit de feuilles âgées et des épibiontes de cette phanérogame marine (Verlaque, 1981, Nedelec, 1982). Dans les zones pauvres où la ressource est limitée, il se comporte comme un omnivore (Mortensen, 1943 ; Regis, 1978).

• **Habitat :**

Son aire de répartition s'étend de l'Ecosse jusqu'au sud du Maroc (Boudouresque & Verlaque 2007). Cette espèce vit dans des biotopes très hétérogènes comme les fonds rocheux, les herbiers de posidonies et parfois sur fonds sableux, mais toujours préférentiellement dans des faibles profondeurs où l'on trouve le maximum d'algues qui constituent sa principale nourriture. Cette espèce présente une forte plasticité phénotypique lui permettant de s'adapter à une large gamme de conditions 22 environnementales comme la température, l'hydrodynamisme, la qualité environnementale ainsi que la qualité et la quantité de nourriture disponible. *P. lividus* peut supporter des températures allant de 4°C à 30°C, et peut survivre en milieu lagunaire à des salinités comprises entre 15 et 40 (Fernandez & Boudouresque 1997 ; Boudouresque & Verlaque 2007). Cette espèce est surtout active la nuit et présente un comportement agrégatif. Elle comporte une phase de vie pélagique correspondant à la phase larvaire qui dure jusqu'à 30 jours, ce qui est relativement long. En fin de vie larvaire, lors de la métamorphose, les postlarves tombent sur le fond et se fixent au substrat sur lequel elles vont recruter et commencer leur vie benthique qui dure plusieurs années.

2. Description de la Méditerranée occidentale

La mer Méditerranée est comprise entre l'Europe, l'Asie et l'Afrique, reliée à l'océan Atlantique par le détroit de Gibraltar. Appelée par les Romains Mare Nostrum (« notre mer »), la Méditerranée est presque entièrement fermée par les terres. Faisant communiquer des entités culturelles, politiques et religieuses elle constitue aujourd'hui un immense axe économique. La Méditerranée couvre une superficie d'environ 2 510 000 km², sa longueur d'est en ouest est d'environ 3 860 km et sa largeur maximale de près de 1 600 km. Sa profondeur moyenne est de 1 500 m et elle atteint au maximum 5 150 m au large de la côte méridionale de la Grèce. Elle est habituellement divisée en deux secteurs principaux, la Méditerranée Occidentale et la Méditerranée Orientale.

2.1.1. Le bassin occidental

Il se compose au sud de l'Espagne de la mer d'Alboran, qui représente le début de la grande plaine abyssale qui occupe tout le centre de la mer méditerranée et de la Mer Tyrrhénienne, dont les fonds en certains points, dépassent 3500 mètres. C'est la présence de grandes profondeurs qui caractérisent le bassin occidental, souvent supérieur à 2500 mètres, très proche des côtes, comme le long des côtes algériennes, provençales, Alpes-Maritimes et le long de la Corse. (Figure 08)

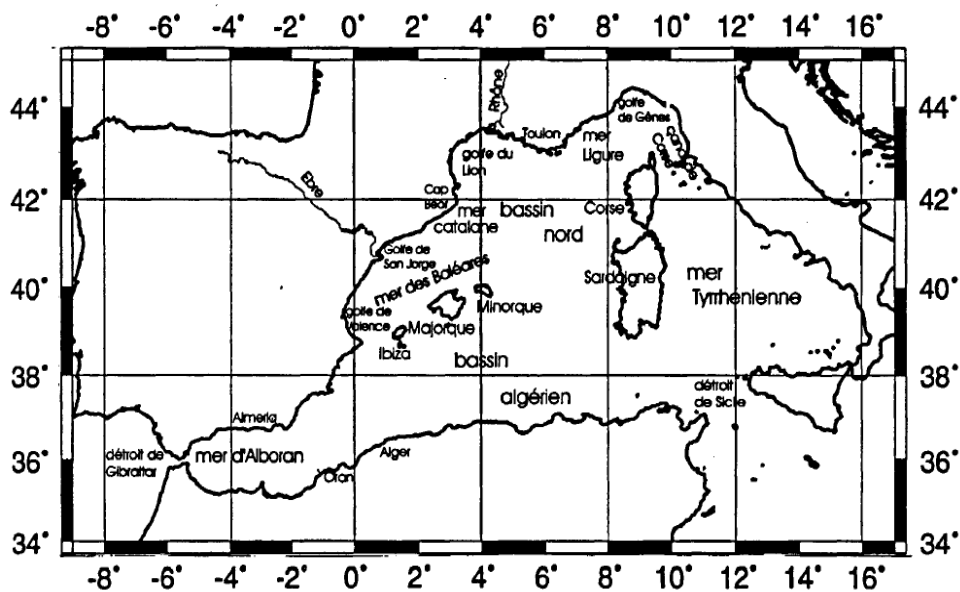


Figure 08 : Situation du bassin méditerranéen occidental et position des différents lieux cités. Schéma tracé à l'aide de Generic Mapping Tools (Wessel et Smith, 1995).

2.1.2. Le bassin algérien

Le bassin algérien occupe la majeure partie du sud de la Méditerranée occidentale (figure 17). Grâce à ses caractéristiques géographiques, ce bassin est un élément clé de la zone pour la circulation générale des masses d'eau dans la Méditerranée occidentale (voir Millot, 1999). Le bassin algérien dépassent les 2600 m de profondeur est décrit selon Millot (1987) comme

une zone d'accumulation de mélange, et de transformation des eaux atlantiques, et sans cette couche superficielle, des veines d'eau intermédiaire s'écoulent vers le milieu du bassin Algéro-provençal. Le bassin est considéré comme un réservoir tampon pour l'eau atlantique modifiée entre les détroits de Gibraltar et de Sicile. Son dynamique est dominée par l'interaction entre les eaux Atlantique d'origine récente et les eaux plus denses résidents.

Selon Pinardi et Navarra (1993), la circulation dans le bassin algérien, est cyclonique en hiver et anticyclonique durant l'été.

(Millot et al, 1977) ont mesuré une température entre 13.08 et 14.24°C mesuré au centre du bassin algérien. Tandis que Benzohra et Millot (1995), ont mesuré une température comprise entre 12,7 et 13,10°C dans la partie ouest du bassin algérien.

2.2 Présentation de la zone d'échantillonnage (la baie de Mostaganem):

La baie de Mostaganem est située dans le golf d'Arzew sur le méridien de Greenwich et 36° Nord. Il s'étend du Cap Ivi (36°37' N-0°13 O) au Cap Carbon (35°54' N- 0° 20W) (Sellem, 1990). Le plateau continental s'élargit jusqu'au (27 à 28 Km au large, à une profondeur de 120 à 130 m) et se rétrécit jusqu'au 8 à 9 Km vers l'est.

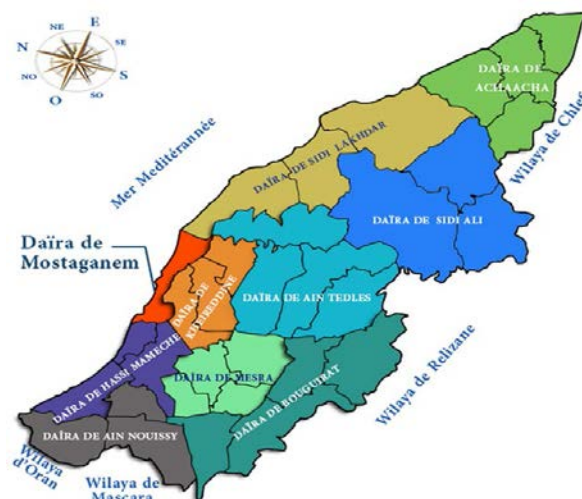


Figure 09 : Carte de la wilaya de Mostaganem (<http://www.wilaya-mostaganem.dz/fr>).

2.2.1 Description des fonds :

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

Selon les compagnies des navires océanographiques «Président-Théodore-Tissier» 1957 à 1960 et «Thalassa» 1960 et 1961, la baie de Mostaganem est praticable entre 100 et 400 m pour les engins traînants depuis le cap Ivi jusqu'au cap Ferrât. Au-delà de 400 m elle n'est

vraiment chalutable qu'à partir de la longitude 0° 05 O jusqu'à celle du cap Ferrât ; en effet aux fonds accidentés situés au large du cap Ivi au-delà de 420 mètres succède une fosse profonde qui entaille le talus du plateau continental en suivant une direction nord ouest-sud est. Autour de 100 m, et au large de Mostaganem, les fonds chalutables sont recouverts d'une vase terrigène constituée par les alluvions de l'oued Cheliff ; un peu sableuse, de couleur beige pâle, elle renferme de nombreux débris coquilliers (figure06). Les fonds de 220 à 400 mètres sont recouverts de vase très molle en surface, plus compacte en profondeur. Les fonds de 450 à 700 mètres caractérisent les vases fluides.

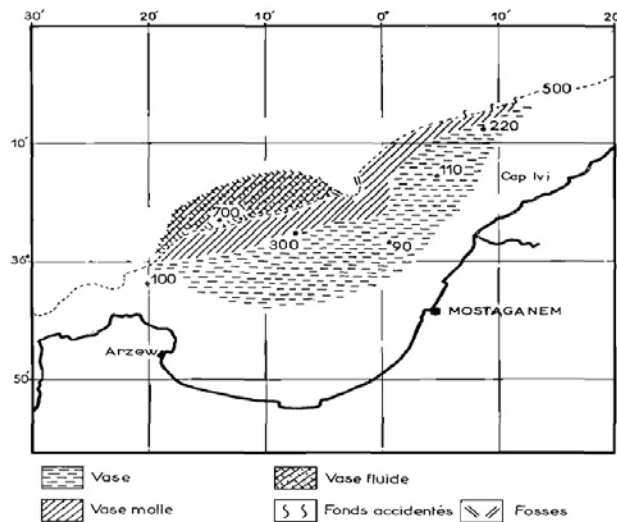


Figure 10: Baie d'Arzew et de **Mostaganem**, carte des fonds (MAURIN, 1962).

2.2.2 Caractéristiques hydrologiques et hydrodynamiques :

Selon le plan national de développement de la pêche et de l'aquaculture 2003-2007, le littoral algérien, dans sa partie ouest, présente une richesse halieutique, grâce au courant atlantique. Ce hydrodynamisme crée les conditions naturelles favorables à une richesse halieutique forte estimable. Ainsi, cette partie occidentale abrite un grand gisement halieutique.

Au niveau de la baie de Mostaganem, le courant dominant au large est d'origine atlantique. Le courant atlantique franchissant le détroit de Gibraltar est permanent au niveau des côtes algériennes, appelé courant Algérien. Millot, (1985) a décrit le courant Algérien comme un courant de gravité nettement instable, qui génère des tourbillons à méso-échelle qui contribuent tant à la propagation et le mélange des masses d'eau (Millot, 1987a, b, 1999).

Ce courant très turbulent se caractérise par des tourbillons cycloniques de 100 km de diamètre. Ces tourbillons cycloniques correspondant aux upwellings, induisent des zones de plus fortes productivités biologiques (MILLOT, 1987). Ces turbulences pénètrent dans les régions côtières et interfèrent avec la veine majeure du courant lui-même (MILLOT, 1987).

2.3. Choix des stations :

Une station a été choisie au niveau de la cote de Mostaganem : **port de salamandre**, qui est situé dans la baie de Mostaganem.

2.3.1 Présentation du site de prélèvement :

- **Port de Salamandre :**

La Salamandre se situe à ($35^{\circ} 55' 13.78''\text{N}$; $0^{\circ} 03' 21.63''\text{E}$), a une distance de 2.81 Km de l'extérieur de la ville de Mostaganem (figure 11).

Le site exposé aux vents dominants nord-ouest, se caractérise par un effet hydrodynamique continu par l'action des vagues et des houles. A des profondeurs qui dépassent les 10 mètres, le substrat composé de roches et de blocs formant des cavités hébergeant toutes formes d'espèces. C'est un habitat extrêmement riche et diversifié dominé par des peuplements d'algues photophiles, dont la présence est conditionnée par la pénétration de la lumière. Il est, pour cette raison, très sensible à la turbidité de l'eau.

En vue de sa position géographique dans le golfe d'Arzew, le site s'expose à différentes formes de pollutions, urbaine, agricole et industrielle (cette forme de pollution est affaiblie après la fermeture de la société SOACHLORE et la papeterie SOGIPEC).

Une autre forme de pollution touchant ce site qui est biologique qui s'observe par la prolifération de l'espèce étudiée.



Figure 11 : Localisation de la zone d'échantillonnage (étoile rouge) au niveau de la station de la *Salamandre* (extérieur du port). (Google earth 2014-modifié).

2.4. Echantillonnage :

18 individus d'étoiles de mer rouge ont été prélevées de taille allant de 10 à 23 mm de diamètre durant la période allant de mars à mai 2017, et 27 individus d'oursins de *P. lividus*, on été prélevés de taille allant de 40 à 66 mm de diamètres en mai (figure12) . en zone intertidale, à 2 mètres de profondeur, dans le site de salamandre qui se caractérise par un substrat dur.

Les échantillons ont été transportés au laboratoire dans une glacière à 4°C. Ils ont été soit traités le jour même ou après un séjour de 24 heures au laboratoire.



Figure 12 : prélèvement des oursins (photo : S.RAZALI).

2.4 Traitement au laboratoire :

Au laboratoire, les étoiles de mer sont mesurées (l'étude biométrique et pesées pondérales du corps) après le vidage de l'eau et disséqués avec des instruments inoxydables pour éviter toute forme de contamination. Le sexe est déterminé.

Le même travail a été réalisé pour les oursins (à l'exception de vidage). Avec la détermination de la couleur de chaque individu.

2.4.1 Mesure des Paramètres biométriques :

Les mensurations suivantes ont été réalisées à l'aide d'un pied à coulisse (en mm) :

- **l'étoile de mer :**

Le diamètre de disque central (**D**) de l'étoile de mer et le diamètre d'un de ses bras, la longueur (**L**) de chaque bras (les 5 bras de chaque individu).

- **l'oursin :**

Le diamètre (**D**) du test sans piquants, la hauteur (**H**) du test sans piquants, la longueur (**L**) et le diamètre (**D**) de 10 piquants par individu (figure 13).

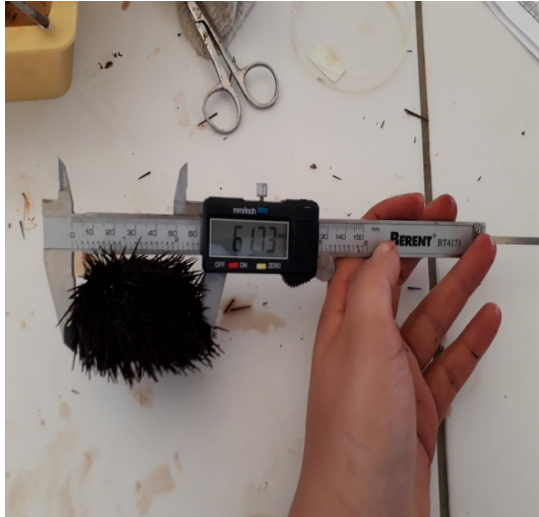


Figure 13 : mesures linéaires (photo : S.RAZALI).

2.4.2 Dissection et pesées :

- **l'étoile de mer :**

Les étoiles de mer sont d'abord pesées (le poids frais total) (figure 14.A) et disséquées à l'aide d'un scalpel et un petit ciseau propres, pour obtenir deux demi-étoiles les individus ont été coupés selon le plan équatorial. Les gonades et les tubes digestif de chaque individu ont été prélevés et pesés, le poids à vide a été également pesé (figure14.B). À l'aide d'une balance de précision au 1/10 de mg.

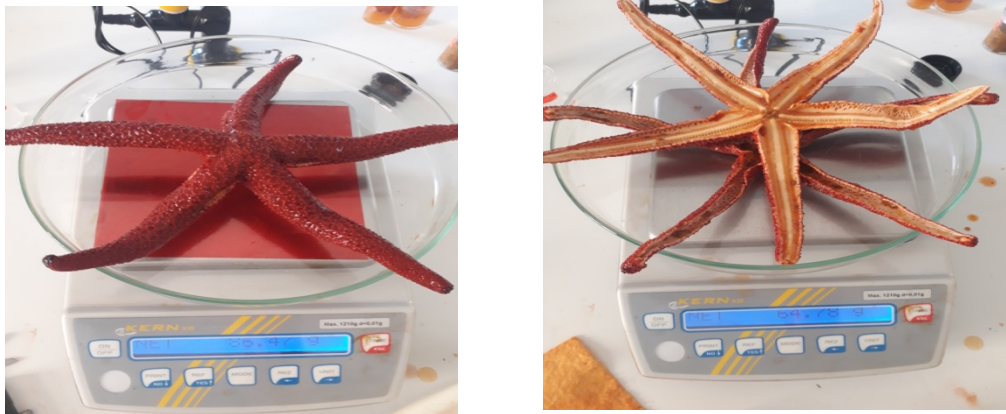


Figure 14 : pesés pondérales des échantillons, (14.A poids total frais, (14.B) poids à vide. Effectué au niveau du laboratoire (photo : S. RAZALI).

- **l'oursin (*Paracentrotus lividus*) :**

Les oursins ont été disséqués à l'aide d'un ciseaux propres. Pour cela, les tests ont été coupés selon le plan équatorial (l'ambitus) pour obtenir deux demi-oursins. Dans le demi-oursin supérieur (face aborale) on observe les 5 gonades permettant la détermination du sexe (figure 15).



Figure 15 : la dissection de l'oursin (photo : S.RAZALI).

La détermination du sexe

La couleur des gonades permet de déterminer le sexe de l'individu. Les femelles possèdent des gonades de couleur orange ou orange foncée, alors que les mâles possèdent des gonades de couleur blanche ou jaune très claire.

2.4.3 Méthode de calcul des indices biologiques

Pour déterminer l'état de maturité des gonades chez les deux espèces étudiées *Echinaster sepositus* et *Paracentrotus lividus*, on a opté au calcul de l'indice gonadique frais chez les deux espèces. Selon Calow (1981), la méthode la plus satisfaisante pour estimer le coût

reproductif est le calcul de la proportion d'énergie investie dans la reproduction par rapport à l'énergie absorbée. La partition des ressources dans les différents compartiments d'un organisme se mesure en unité d'énergie, en longueur, volume ou poids.

- **Pour l'étoile de mer**

Dans cette étude, la quantification de la reproduction est basée sur le calcul de l'indice gonadique, c'est-à-dire du rapport du poids frais de la gonade à celui du poids du corps. L'indice couramment utilisé est la masse des gonades sur celle du corps (Lasker et al., 1954, Keats et al., 1984 ; Nichols et al., 1985; et Lumingas, 1994) et qui a été calculé comme suit :

$$IG = \frac{\text{Poids humide des gonades (mg)}}{\text{(Poids humide du corps) (Mg)}} \times 100$$

- **Pour le *Paracentrotus lividus***

Divers auteurs ont utilisé pour calculer cet indice soit des volumes (Moore, 1934), soit des poids humides (Lawrence et al., 1965), soit un rapport entre volume et poids humide (Booolootian et al., 1959; Giese, 1961; Fugi, 1967; Fenaux, 1968). Nous avons estimé que le fait de prendre les volumes comme base de calcul de l'indice gonadique n'est pas une méthode fiable, et que le poids humide total est une donnée dont la précision est douteuse. En effet, ainsi que l'ont fait remarquer Sumich et McCauley (1973), la quantité de liquide coelomique contenu à l'intérieur du test est difficilement contrôlable et varie beaucoup dans le temps. Dès que les oursins sont retirés de leur milieu ils rejettent beaucoup d'eau et les conditions de ce rejet varient suivant les individus.

Dans le cas présent, nous avons jugé plus aisé de remplacer le poids du corps par le diamètre du test au cube, paramètre testé chez les oursins par (Nédécel, 1983 et utilisé par Régis, 1979, Semroud et Kada, 1987 ; San Martin, 1990 ; Soualili, 2008 ; Sahnoun, 2009 ; Belkhedim, 2009 ; Dermeche, 2010).

Il s'exprime comme suit :

$$IG = \frac{\text{Poids humide des gonades (mg)}}{\text{(Diamètre horizontal du test)}^3 \text{ (cm}^3\text{)}} \times 100$$

2.4.4 Méthode d'analyse des contenus digestifs :

Dans cette étude, les contenus digestifs de l'étoile de mer, ainsi que ceux des oursins ont été conservés dans de l'eau de mer formolée à 10%, pour être ensuite analysés par la méthode des contacts de Jones (1968) modifiée par Nedelec (1982).

Cette méthode consiste à réaliser un déplacement aléatoire de la lame contenant un échantillon des contenus digestifs (pris au hasard) sous un microscope optique. Dix lames sont utilisées et dans chaque lame dix observations (dix contacts) sont effectuées. Soit pour chaque étoile de mer ou oursins 100 contacts sont effectués, ce chiffre est suffisant pour avoir des résultats représentatifs.

Sous l'objectif du microscope et, dans chaque position, l'item situé exactement sous le réticule de l'oculaire est identifié, il s'agit d'un contact. Lorsque deux items sont superposés sous le réticule, un contact est compté pour chacune d'elles.

La somme des contacts pour un végétal établit le pourcentage de sa présence dans le contenu digestif.

La contribution d'un aliment due à ces contacts (**CCi**) s'évalue par le rapport entre le nombre de contacts obtenu pour cet aliment **i** (**Ci**) et le nombre total de contacts réalisés (**Ct**), est exprimé en pourcentage :

$$CCi = (Ci / Ct) * 100$$

Pour chaque lot d'individus, les contributions moyennes des différents constituants sont calculées.

3. Résultats et discussion

3.1 Analyse de l'abondance et de certains paramètres métriques du corps d'*Echinaster sepositus*

3.1.1 Analyse de l'abondance d'*E.sepositus* de la Salamandre

La répartition de l'abondance des individus en fonction de la taille a été réalisée chez l'espèce *Echinaster sepositus*, échantillonnée au mois de mai dans le site de Salamandre et illustrée par la figure ci-dessous.

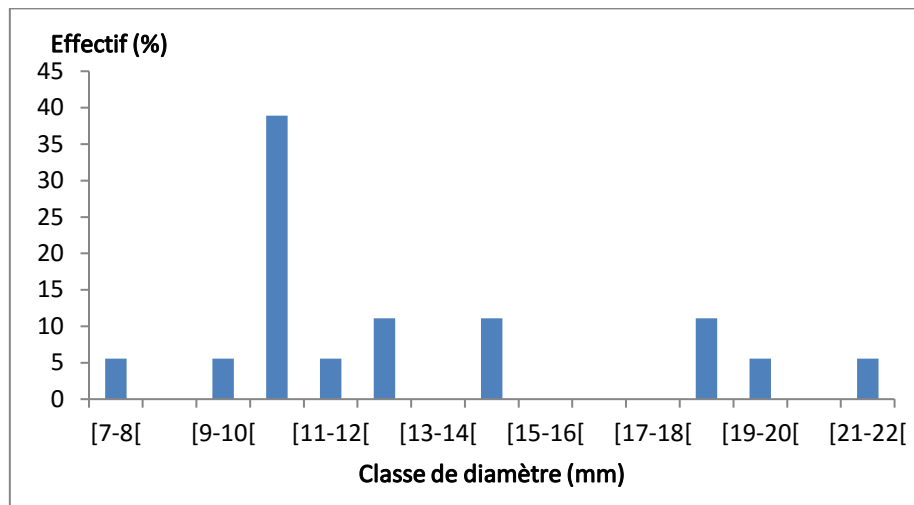


Figure 16 : Distribution des fréquences de taille d'*Echinaster sepositus*, au mois de mai dans le site de Salamandre

L'analyse du tableau ci-dessus montre que l'étoile de mer *E. sepositus* est dominée dans notre échantillonnage par la classe de taille [10-11[mm, pour le reste des autres classes de taille, l'abondance de cette espèce est relative.

3.1.2 Analyse de certains paramètres biométriques du corps d'*Echinaster sepositus*

Les paramètres du corps mesurés chez *Echinaster sepositus* sont reportés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 01 : Valeurs moyennes des paramètres biométriques mesurés chez *E. sepositus* de la Salamandre

Paramètres	Poids totale (mg)	Diamètre du disque (mm)	Longueur du bras 1 (mm)	Longueur du bras 2 (mm)	Longueur du bras 3 (mm)	Longueur du bras 4 (mm)	Longueur du bras 5 (mm)
Valeurs moyennes ± ecartype	67,20± 21,74	12,82± 3,80	77,96± 13,01	73,07± 18,63	83,08± 21,27	76,07± 22,60	80,05± 11,63

L'analyse du tableau ci dessus, montre que la population échantillonnée d'*Echinaster sepositus* est représentée par un individu moyen d'une taille de 12,82 mm avec un poids de 67,20 mg.

3.1.3 Analyse de l'abondance de *Paracentrotus lividus* dans le site de Salamandre

La répartition de l'abondance des individus en fonction de la taille a été réalisée chez l'espèce *Paracentrotus lividus*, échantillonnée au mois de mai dans le site de Salamandre et illustrée par la figure ci-dessous

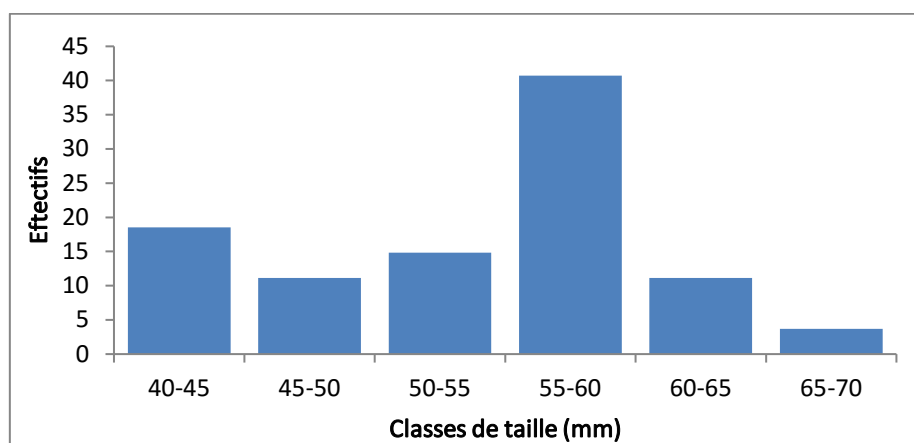


Figure 17 : Distribution des fréquences de taille de *paracentrotus lividus*, au mois de mai dans le site de Salamandre

L'analyse du tableau 2 et de la figure 17, montre que l'oursin *Paracentrotus lividus* est dominé dans notre échantillonnage par la classe de taille [55-60]mm, pour le reste des autres classes de taille, l'abondance de cette espèce est relative.

3.1.4 Analyse de certains paramètres biométriques du corps de *Paracentrotus lividus*

Les paramètres du corps mesurés chez *Paracentrotus lividus* sont reportés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 02 : Valeurs moyennes des paramètres biométriques mesurées chez *Paracentrotus lividus* de la Salamandre.

Parties du corps mesurées	Test			Piquants primaires	
	Poids total (mg)	Diamètre du disque (mm)	Hauteur (mm)	Longueur (mm)	Diamètre à la base (mm)
Valeurs moyennes \pm ecartype	267,5 \pm 51,1	53,47 \pm 6,88	26,96 \pm 4,09	17,92 \pm 1,39	1,07 \pm 0,14

L'analyse du tableau ci dessus, montre que la population échantillonnée de *Paracentrotus lividus* est représentée par un individu d'une taille moyenne de 53,47 mm avec un poids moyen de 267,5 mg et des piquants primaires de 17,92 de longueur moyenne et de 1,07 de diamètre moyen à la base de 1,07.

3.2 Evaluation du Sex-ratio :

3.2.1 Evaluation du Sex-ratio chez *Echinaster sepositus*

Sur une collecte de 18 individus d'étoiles de mer de l'espèce *Echinaster sepositus*, provenant du site de Salamandre, le sex-ratio a été déterminé, les femelles sont représentées avec un taux de **61.11 %**, contre **38.88% de mâles** donc ce sont les femelles qui sont plus nombreuses que les mâles, et le sex-ratio est en faveur des femelles avec un rapport de 1,59 (Tableau 03).

Tableau 03: Valeur des effectifs en pourcentage des deux sexes d'*Echinaster sepositus* vivant à la Salamandre et calcul du sex-ratio au mois de mai.

(IC : Intervalle de confiance)

Sexe	Effectif	Pourcentage \pm IC	Sex-ratio
Mâles	07	61.11% \pm 22.51	1,59
Femelles	11	38.88 % \pm 22.51	
Total	18	100 %	

3.2.2 Evaluation du Sex-ratio chez l'oursin *Paracentrotus lividus*

Sur une collecte de 27 oursins de *P. lividus* du site de salamandre. Le sex-ratio a été déterminé, les femelles sont représentées avec **85.18%, contre 14.81% des mâles**. Donc dans notre échantillonnage se sont les femelles qui dominent (tableau 03).

Tableau 04 : Pourcentage des deux sexes de l'oursin *Paracentrotus lividus*.

(IC : Intervalle de confiance)

Sexe	Effectif	Pourcentage \pm IC
Mâles	04	85.18 % \pm 13.39
Femelles	23	14.81 % \pm 13.39
Total	27	100 %

L'analyse du tableau 04, montre que la dominance, la plus part du temps est attribuée au femelles, d'où la valeur du sex-ratio qui reste en faveur des femelles. Les résultats que nous avons obtenus sont préliminaires mais concordent avec ceux obtenus par d'autres auteurs dans différentes régions de la côte algérienne (Tableau 5).

Tableau 05 : Effectifs en pourcentages des femelles et des mâles de *P. lividus* dans différentes régions de la côte algérienne. (IC: Intervalle de confiance).

Références	Station	Sexes	Effectif	Effectif total	% \pm IC au risque de 5%	Sex-ratio
OUENDI (2006)	Anse de Kouali	Femelle	34	50	68% \pm 12,93	2.13
		Mâle	16		32% \pm 12,93	
	Alger Plage	Femelles	26	50	52% \pm 13,84	1.08
		Mâle	24		48% \pm 13,84	
ADDA-NEGGAZ (2008)	Mostaganem	Femelle	81	124	65,32 \pm 17,9	1.88
		Mâle	43		34,67 \pm 17,9	
BOUGHERARA (2008)	Sassel	Femelle	114	180	63,33 \pm 5	1.72
		mâle	66		36,66 \pm 5	
SAHNOUN (2009)	Mostaganem	Femelle	253	420	60,32 \pm 5,70	1.51
		Mâle	167		39,76 \pm 5,70	
Présent travail	Mostaganem (Salamandres)	Femelle	23	27	13.39 \pm 85.18	0.17
		Mâle	04		13.39 \pm 14.81	

3.3 Evaluation de l'indice gonadique

3.3.1 Rapport gonadique chez toute la population et par sexes d'*Echinaster sepositus*:

Pour estimer l'état des gonades et la période de la reproduction d'*Echinaster sepositus* dans le littoral Mostaganémois (Salamandre), nous avons calculé le rapport gonadique pour nous renseigner sur l'état des gonades au moment de la récolte printanière de ces espèces. Le rapport gonadique calculé est celui qui a été déjà utilisé pour d'autres auteurs tel que : Conand, 1983 ; Benzait, 2015). La valeur calculée du rapport gonadique d'*Echinaster sepositus* est reportée dans le tableau ci-dessous et comparée avec celles obtenues par d'autres auteurs.

Tableau 06 : Valeurs du rapport gonadique *d'Echinaster sepositus* au printemps vivant à la Salamandre

Auteurs	Nos résultats (2017)	Benzait (2015)
Rapport gonadique frais moyen Sexes confondus	15,98 ± 9,27	6,03
.Rgfm chez les femelles	14,38 ± 9,60	
Rgfm chez les males	18,50 ± 8,82	

L'analyse du Tableau 06, montre que l'espèce présente des valeurs élevées du rapport gonadique frais chez les deux sexes confondus, chez les femelles et les males, donc il semblerait que chez cette espèce, tous les individus récoltés au mois de mai sont en pleine maturation des gonades. Par ailleurs, les valeurs de igf moyen, que nous avons obtenus dans notre échantillonnage sont bien plus élevées que celles rapportées par Benzait ; ceci est peut être du à un avancement de la période de reproduction, liée au réchauffement des eaux qui est de plus en plus précoce d'année en année.

3.3.1 Rapport gonadique frais moyen en fonction de la classe de taille d'*Echinaster sepositus* :

Les valeurs du rapport gonadique frais en fonction des classes de taille sont illustrées par la figure ci-dessous.

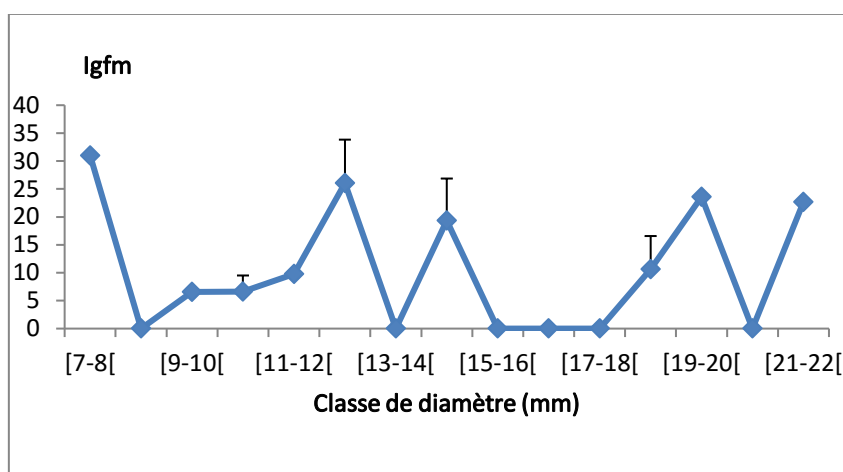


Figure18 : Evolution du rapport gonadique frais en fonction de la classe de diamètre en cm d'*E. sepositus* vivant dans le site de Salamandre.

L'analyse de la figure 18, montre qu'à partir de la classe de taille [8-9[à [12-13[, le rapport gonadique frais croit simultanément avec la taille, pour les autres classes de taille, le rapport gonadique frais affiche des valeurs assez élevées. Ce qui confirme bien qu'en cette période de saison (mois de mai), *E. sepositus* est en pleine maturité des gonades.

3.3.3 Indice gonadique moyen chez toute la population et par sexes de *Paracentrotus lividus*

Pour estimer l'état des gonades de l'oursin *Paracentrotus lividus*, récolté au niveau du site de Salamandre, en mai, nous avons choisi de calculer l'indice gonadique frais, pour pouvoir déterminer le degré de maturation des gonades et le comparer avec celui de l'étoile de mer *E. sepositus*. Ainsi, l'indice gonadique calculé est celui qui a été déjà utilisé pour d'autres auteurs tel que : Guettaf, 2000. Soualili, 2008 ; Elakkermi, 2015). La valeur de l'indice gonadique de l'oursin *Paracentrotus lividus* est reportée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 07 : Valeurs du rapport gonadique de l'oursin *Paracentrotus lividus* au printemps vivant à la Salamandre.

Indice gonadique frais moyen Population	Igfm chez les femelles	Igfm chez les males
1,49± 1.30	1.42 ± 1.30	1.92 ± 1.50

L'analyse du Tableau 07, montre que *P.lividus* présente des faibles valeurs de l'indice gonadique frais chez les deux sexes confondus, chez les femelles et les males, donc il semblerait que chez cette espèce, tous les individus récoltés au mois de mai sont ont déjà émis leur gamètes et que la ponte a déjà eu lieu.

3.3.4 Indice gonadique frais moyen en fonction de la classe de taille de l'oursin *P. lividus*

Les valeurs de l'indice gonadique frais en fonction des classes de taille sont illustrées par la figure ci-dessous.

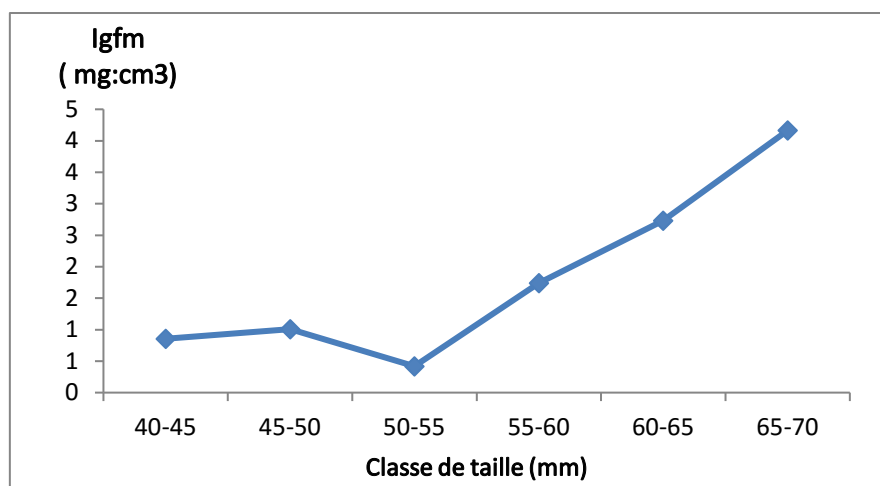


Figure 19 : Evolution de l'indice gonadique frais en fonction de la classe de taille en cm de l'oursin *P. lividus* vivant dans le site de Salamandre.

L'analyse de la figure 19, montre qu'à partir de la classe de taille [50-55[, l'indice gonadique frais croît simultanément avec la taille, pour les autres classes de taille, le rapport gonadique frais affiche des valeurs assez faibles.

3.4. Etude du comportement alimentaire des deux espèces d'échinodermes

3.4.1 Comportement alimentaire de la population d'*Echinaster sepositus* de Salamandre

Tableau 08. Variation de la contribution moyenne (en pourcentage) d'items des contenus digestifs d'*Echinaster sepositus* et de l'indice de similarité dans le site de Salamandre durant le mois de mai, avec **A** : Algues ; **Cyano** : Cyanophycées ; **D.O** : Débris organique ; **IS** : indice de similarité.

	A.Vertes	A.Brunes	A.Rouges	Cyano	Posidonie	Sable	D.O	IS
Mai(%)	31.33	28.67	18.67	0.67	0.00	4.67	16.00	1.00

L'analyse de la figure 20 et du tableau 8 ci-dessus, montre une nette dominance d'algues vertes (31.33%) dans les contenus digestifs de l'étoile de mer *E. sepositus* et en deuxième position sont présentes les algues brunes (28.67%), les algues rouges arrivent en troisième position avec un pourcentage de 18.67%. Ensuite, les débris organiques avec 16%. Les plus faibles pourcentages ont été retrouvés pour ceux du sable et des cyanophycées. Enfin la posidonie n'a pas été retrouvée dans son contenu digestif.

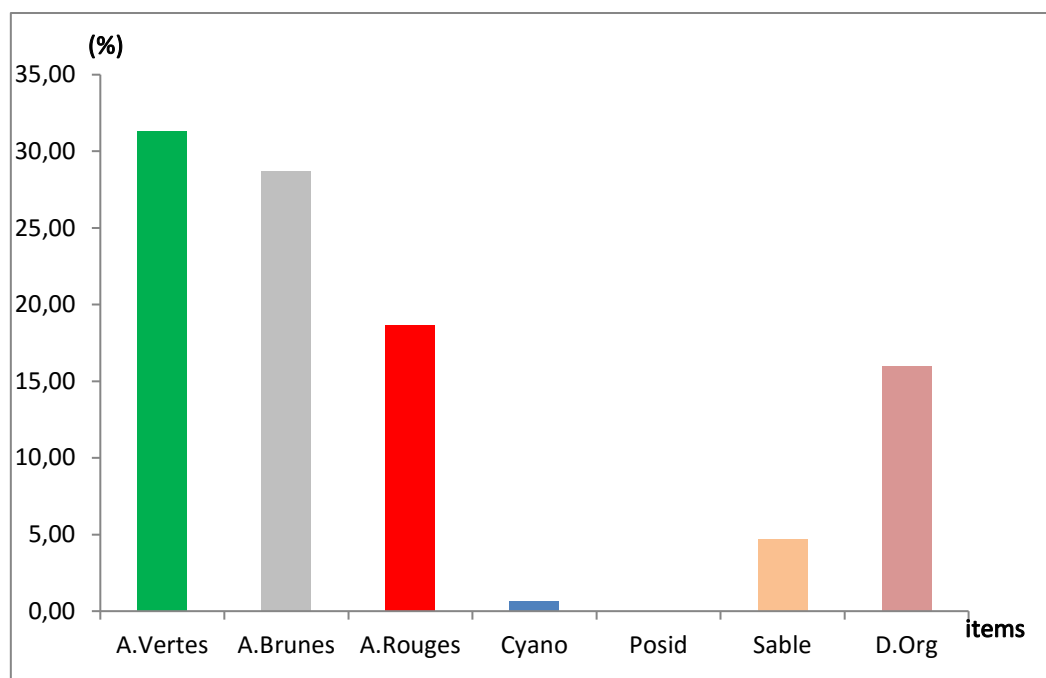


Figure 20. Pourcentage d'aliments consommés par la population d'*E. sepositus*, vivant dans le site de Salamandre au printemps (mai).

3.4.2. Comportement alimentaire de la population de *P.lividus* de Salamandre

Tableau 09. Variation de la contribution moyenne (en pourcentage) d'items des contenus digestifs des oursins *P.lividus* et de l'indice de similarité dans le site de Salamandre durant le mois de mai, avec A : Algue ; Cyano : Cyanophycées ; D.O: Débris organique et IS : indice de similarité.

	A.Vertes	A.Brunes	A.Rouges	Cyano	Posidonie	Sable	D.O	IS
Mai (%)	8,67	30,67	28,67	9,33	13,33	6,67	2,67	1.00

L'étude de la figure et du tableau ci dessus, montre une nette dominance d'algues brunes dans les contenus digestifs de l'oursin livide. Les algues rouges arrivent en deuxième position. La posidonie est présente avec un pourcentage de 13,33% et occupe la troisième position. Quant aux cyanophycées, leur présence dans le contenu digestif est proche de celle des Algues vertes avec des pourcentages respectifs de 9,33 et 8,67 %. Par ailleurs, les plus faibles pourcentages ont été retrouvés pour la fraction de sable suivi de la fraction de débris organique.

L'homogénéité des contenus digestifs est très élevée avec un indice similarité qui se situe de 1.

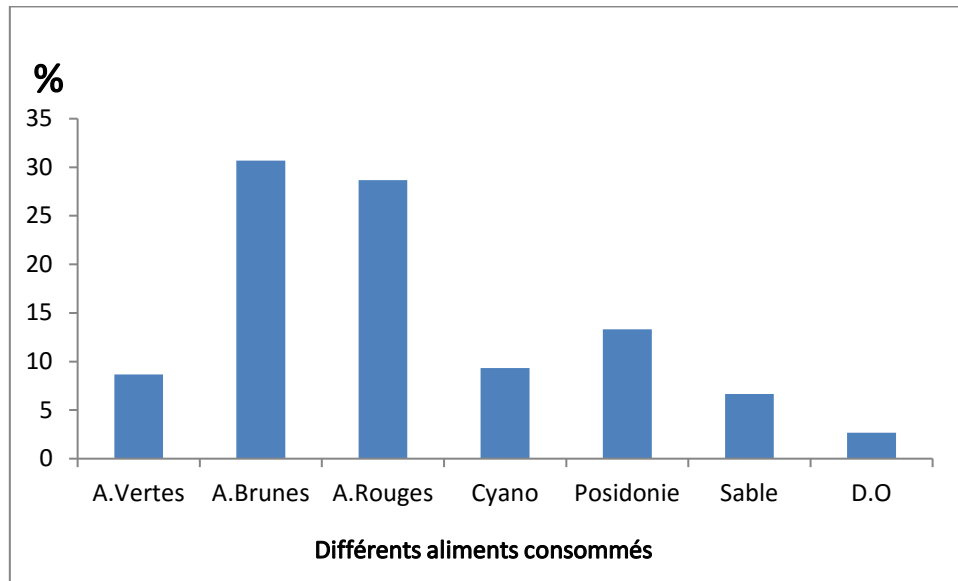


Figure 20. Pourcentage d'aliments consommés par la population de *P.lividus* vivant dans le site de Salamandre au printemps (mai)

3.4. 3 Comparaison du régime alimentaire entre les deux espèces étudiées

La comparaison du régime alimentaire entre l'*E. sepositus* et le *P. lividus* montre que leur comportement alimentaire est presque le même. Sauf que les pourcentages des aliments consommés sont différents. Par ailleurs, pour la posidonie, cette dernière n'a pas été retrouvée dans les contenus digestifs de l'*Echinaster sepositus*, alors qu'elle est considérée comme un aliment important pour l'oursin livide *P. lividus*.

L'indice de similarité est le même dans le comportement alimentaire des deux populations des échinodermes.

3.5 Identification de la faune et flore du biotope des deux échinodermes

Au niveau du laboratoire, à l'aide d'une loupe binoculaire la flore et la faune, récoltées dans le biotope des deux espèces étudiées ont été observées, triées en groupe d'espèces et identifiées par Benzait 2015. Ainsi, parmi la macrofaune identifiée, on a retrouvé des crustacés, des annélides et des mollusques et parmi la flore on a pu identifier les différents groupes d'algues (les algues vertes, les algues rouges, etc.), toutes ces espèces ont été prises en photo et identifiées comme suit :

- **Pour la macrofaune marine, elle a été identifiée par Benzait 2015 :**

❖ Parmi le groupe des mollusques gastéropodes, ont été identifiées les espèces ci-dessous [Figures : 21 ; 22 ; 23 ; 24 ; 25 ; 26] :

➤ **L'espèce *Stramonita haemastoma* (Linnaeus, 1758) :** Ce gastéropode se caractérise par une coquille, univalve, son ouverture plus étroite, son absence d'ombilic et sa forme plus pointue avec une spine conique et une suture à peine visible (Otero M et al., 2013).



Figure 21: *Stramonita haemastoma* récoltée dans le Site de la Salamandre.

➤ **L'espèce *Littorina littorea* (Linnaeus, 1758) :** se sont des petits gastéropodes marins, à coquille spirale, *Caractérisés par un corps mou et une coquille en spirale, conique et pointue.* Les petits spécimens noirs de *Littorina* font parties de menus de L'Etoile de mer *Echinaster sepositus*, et *Coscinasteria tenuispina*.



Figure 22 : l'espèce *Littorina littorea* , récoltée en abondance dans le site de Salamandre.

- L'espèce *Aplysia punctata* (Cuvier, 1803) : Aplysie ou lièvre de mer ou limace de mer (*Aplysia spp.*) : mollusque gastéropode de l'ordre des Opisthobranches. Cette espèce affectionne les digues rocheuses du port de la salamandre couverts d'algues de la surface jusqu'à quelques mètres de profondeur.



Figure 23 : *Aplysia punctata* (Cuvier, 1803) -Taille (6-7 cm) récoltée dans le Site de la Salamandre.

❖ Parmi le groupe des arthropodes

- *Percnon gibbesi* (H. milne Edxards, 1853): dit crabe marbré, le 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. Observés cachée dans des crevasse de roches au niveau du port de la salamandre.



Figure 24: *Percnon gibbesi* (H.milneEdxards, 1853)- taille (6 cm) récoltée au niveau du site de salamandre.

- L'espèce *Maja crispata* (Risso, 1827) : Araignée de mer est identifiée par la présence de soies en crochet qui facilitent l'attachement d'éléments de camouflage (Graeffe 1882, Aurivillius 1889, Minkiewicz 1907, Bouvier 1940, Hartnoll 1963, Bùrgi 1968, Ingle 1980),



Figure 25 : *Maja crispata* (Risso 1827) retrouvée au port de la Salamandre

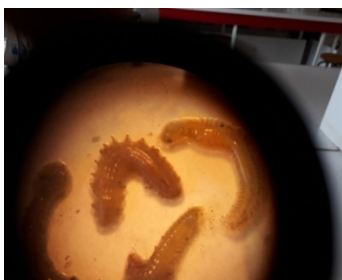
❖ Autres espèces non identifiées



Polyplacophore



Crustacés



Hediste diversicolor



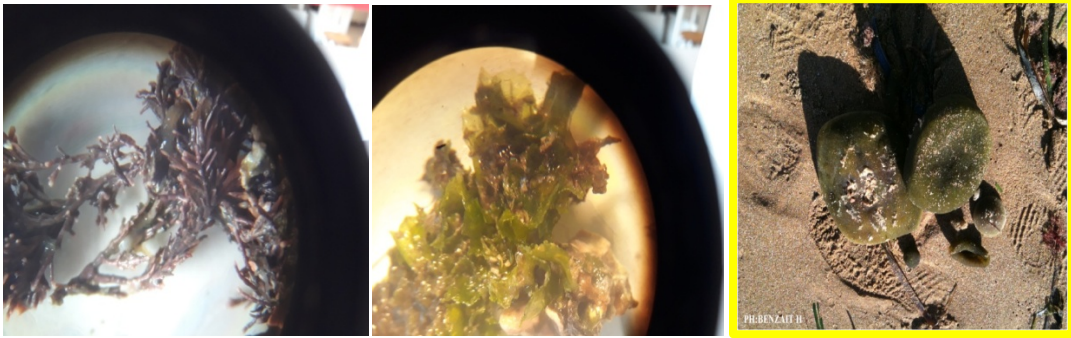
Vers



Corail blanc

Figure 26 : Quelques espèces de la macrofaune marine identifiée seulement jusqu'au groupe animal, vivant dans le site de Salamandre .

- ❖ Pour la macroflore marine, on a pu identifier les espèces ci-dessous (Figure 27) :



Asparagopsis armata

Ulva lactuca

Codium bursa

Figure 27 : Quelques espèces de la macroflore marine identifiée, vivant dans le site de Salamandre.

3.6 Discussion générale

Dans le site de salamandre, les populations d'échinodermes étudiés présentent des traits de vie différents en cette période printanière. Pour *E. sepositus*, la population échantillonnée est dominée par des individus de taille moyenne de 10,5mm, qui présentent des gonades en pleine maturité, donc qui se préparent à une ponte éventuelle. Par contre, pour l'oursin *Paracentrotus lividus*, la population échantillonnée est mature ; la taille moyenne est de 55,5 mm et les gonades sont presque complètement vides, attestant que la ponte a eu lieu en cette période de l'année. Ceci est en accord avec les résultats obtenus par d'autres auteurs en cette période de l'année où *P. lividus* présente une ponte printanière (Keats *et al.*, 1984; Guillou et Michel, 1993; Pearse et Cameron, 1991; Soualili *et al.* 2009). De même pour les étoiles de mer où nos résultats semblent, ainsi, allés dans le sens de (Devalvaut et Cognetti, 1957 ; 1958), où la ponte de cette espèce s'effectuent surtout pendant les périodes chaudes.

Aussi, le pourcentage des femelles de l'étoile de mer *E. sepositus* est significativement plus élevé que celui des mâles avec un pourcentage de 61.11 %, contre 38.88%. Ces résultats vont dans le même sens que ceux de la littérature où plusieurs auteurs démontrent qu'il existe un déséquilibre entre les deux sexes en faveur des femelles (Sahnoun, 2009 ; Elakkermi, 2015). De même, pour l'espèce *P. lividus* où pourcentage des femelles est significativement plus élevé que les mâles avec un pourcentage de 85.18% de femelles contre 14.81% de mâles. Nos résultats sont préliminaires mais concordent avec ceux obtenus par d'autres auteurs dans différentes régions de la côte algérienne (Ouendi, 2006 ; Adda-Neggaz, 2008 ; Bougherara, 2008 ; Sahnoun, 2009).

Par ailleurs, dans le site étudié Salamandre, la ceinture algale très dense pouvant atteindre des profondeurs importantes jusqu'à 09 mètres (Benzait, 2015), se reflète dans le comportement alimentaire des deux échinodermes étudiés. L'étoile de mer *Echinaster sepositus* et l'oursin *Paracentrotus lividus* vivants dans le site de Salamandre ont comme aliments préférentiels déterminés par l'analyse du contenu digestif, respectivement des algues vertes et des algues brunes. 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 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 (ophiuroidés, crinoidés) et détritivores (asteroidés, holoturoidés, ophiuroidés) ; les oursins, et particulièrement *Paracentrotus lividus*, sont considérés comme les herbivores les plus importants de la Méditerranée, son abondance et volontairement herbivore est cela par la richesse algale installée sur le flanc des roches tombant dans le site de Salamandre. Dans le cas d'*Echinaster sepositus* dont le régime est détritivore, le % de débris organique est nettement plus élevé que celui retrouvé dans le contenu digestif de *Paracentrotus lividus*.

Aussi, l'étoile de mer *E. sepositus* est plus présente dans les zones où le facteur de turbidité est plus prononcé, ce qui est le cas du site de Salamandre où l'activités portuaire est forte (Benzait, 2015), ce qui favoriserait le bon déroulement du cycle de reproduction non seulement de cette espèce mais aussi celui de *P. lividus* chez qui la ponte a déjà eu lieu au

printemps. Ceci montre bien que dans le site de Salamandre, on retrouve une richesse et une disponibilité de nourriture végétale avec un taux de matière organique assez élevée, qui se traduit par la longueur moyenne des piquants primaires de l'oursin *P.lividus*. Cet allongement des piquants peut aussi indiquer la présence dans le milieu d'une plus grande quantité de matière nutritive en suspension. Delmas (1984) a souligné la présence d'une population de *P. lividus* avec un allongement extraordinaire des piquants dans la zone de Cortiou, soumise à une pollution complexe à dominance domestique.

L'allongement des piquants a également été mis en évidence dans la collecte du matériel dissous ou finement particulaire par Pequignat (1966, 1969 et 1972). Cependant, Pancucci *et al.* (1993), considère l'allongement des piquants comme une adaptation morphofonctionnelle à une prise plus active et plus efficace du matériel organique abondant dissous ou en suspension dans la colonne d'eau. Alors que, Gotsis et Panyotidis (1988) relient la longueur des piquants à leur rôle dans la collecte de la matière organique nécessaire pour la nutrition et le succès de la reproduction. Si cette hypothèse s'avère exacte la longueur des piquants des oursins de Salamandre soulignerait la présence d'un taux important de matière organique dans le milieu. Cette hypothèse mérite d'être vérifiée, en réalisant dans les travaux futurs le dosage et la variabilité de la matière organique durant l'année dans le site de Salamandre.

Conclusion :

Cette étude avait pour objectif de déterminer les traits de vie de deux échinodermes *Echinaster sepositus* et *Paracentrotus lividus*, vivants dans le site de Salamandre en analysant quelques paramètres métriques et les paramètres physiologiques.

L'analyse des paramètres métriques des deux populations échantillonnées a montré qu'elles étaient toutes les deux dominées par une classes de tailles d'individus matures ayant respectivement une taille moyenne de 12,82 mm avec un poids de 67,20 mg chez *E. sepositus* et de 53,47 mm avec un poids moyen de 267,5 mg chez *P. lividus*.

L'étude de la variation de la biologie de reproduction à travers l'examen des gonades et la répartition des sexes chez les deux populations des échinodermes *Echinaster sepositus* et *Paracentrotus lividus* révèle que le sex-ratio est en faveur des femelles par rapport aux mâles. L'examen des gonades a montré que l'étoile de mer était en pleine maturité sexuelle et donc se prépare à la ponte, alors que le *Paracentrotus lividus* aurait émis ses gonades durant cette saison. De plus, l'évolution de l'indice gonadique en fonction de la taille apparait proportionnelle chez les deux espèces étudiées.

L'examen des contenus digestifs a montré que pour les deux espèces *Echinaster sepositus* et *Paracentrotus lividus*, se sont les algues qui représentent l'aliment préférentiel et plus précisément les algues vertes pour *Echinaster* et les algues brunes pour *Paracentrotus lividus*.

Par ailleurs, cette étude reste préliminaire et nous a permis de nous familiariser avec les méthodes d'analyse des indices physiologiques et des paramètres métriques. Cependant, Nous préconisons d'approfondir ces analyses en réalisant un suivi annuel des paramètres biologiques et métriques et de faire en parallèle une analyse physicochimique du milieu pour pouvoir établir l'état écologique du milieu dans lequel vivent les deux espèces et mieux connaître leur biologie de reproduction, particulièrement celle d'*E. sepositus*.

/Références bibliographiques :

- **Allain J.Y. 1975.** Structure des populations de *Paracentrotus lividus* (Lamarck) (Echinodermata, Echinoidea) soumises à la pêche sur la côte Nord de Bretagne. Rev Trav Inst Pêches Marit, 39: 171-209.
- **Azzolina, J.-F., Boudouresque, C.-F., Nedelec, H., 1985.** Dynamique des populations de *Paracentrotus lividus* dans la baie de Port-Cros (Var): données préliminaires. Sci Rep Port-Cros Natl Park 11, 61–81.
- **Ballesteros, E., Garrabau, J., Hereu, B., Zabala, M., Cebrian, E., Sala, E., 2009.** Deepwater stands of *Cystoseira zosteroides* (Fucales, Phaeophyta) in the Northwestern Mediterranean: insights into assemblage structure and population dynamics. Estuar. Coast Shelf Sci. 82, 477-484.
- **Barnes, D.K.A., Verling, D.K.A., Crook, A., Davidson, I., O'Mahoney, M., 2002.** Local population disappearance follows (20 yr after) cycle collapse in a pivotal ecological species. Mar. Ecol. Prog. Ser. 226, 311–313.
- **Ballesteros, E., Sala, E., Garrabau, J., Zabala, M., 1998.** Community structure and frond size distribution of a deep water stand of *Cystoseira spinosa* (Phaeophyta) in the Northwestern Mediterranean. Eur. J. Phycol. 33, 121-128.
- **Benzohra, M., Millot, C., 1995b.** Hydrodynamics of an open-sea Algerian eddy. Deep-Sea Res. 18 2, 1831–1847.
- **Bonaviri, C., Gianguzza, P., Pipitone, C., Hereu, B., 2012.** Micropredation on sea urchins as a potential stabilizing process for rocky reefs. J. Sea Res. 73, 18–23.
- **Boudouresque, C.-F., Verlaque, M., 2007.** Ecology of *Paracentrotus lividus*, in: Edible Sea Urchins: Biology and Ecology. John Miller Lawrence, pp. 243–285.
- **Bulleri F., Bertocci I. et Micheli F. 2002.** Interplay of encrusting coralline algae and sea urchins in maintaining alternative habitats. Marine Ecology Progress Series, 243: 101–109.
- **Cheminée, A., Sala, E., Pastor, J., Bodilis, P., Thiriet, P., Mangialajo, L., Cottalorda, J.M., Francour, P., 2013.** Nursery value of *Cystoseira* forests for Mediterranean rocky reef fishes. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 442, 70–79.
- **Debelius, H. and Wirtz, P., 2003,** Mediterranean and Atlantic Invertebrate Guide, Conch
- **Eklöf, J.S., de la Torre-Castro, M., Gullström, M., Uku, J., Muthiga, N., Lyimo, T., Bandeira, S.O., 2008.** Sea urchin overgrazing of seagrasses: a review of current knowledge on causes, consequences, and management. Estuar. Coast. Shelf Sci. 79, 569–580.
- **Koehler R., 1921.** Faune de France. In, Lechevalier P., (ed), Echinodermes., Paris.

- **Maurin Cl. 1962.** Etude des fonds chalutables de la méditerranée occidentale (écologie et pêche) «Président-Théodore-Tissier » 1957 à 1960 et « Thalassa » 1960 et 1961. Rev. Tcav. Inst. Pêches marit. 26 (2).
 - **MORTENsEN (T.), 1943.** - A monograph of the EchinGidea III Camarodonta II. - C.A. Reitzl., Copenhaguen, 469 p.
 - **Palacín C., Giribet G., Carner S., Dantart L. et Turon X. 1998.** Low densities of sea urchins influence the structure of algal assemblages in the western Mediterranean. Journal of Sea Research, 39: 281-290.
 - **Perkol-Finkel, S., Airoidi, L., 2010.** Loss and recovery potential of marine habitats: an experimental study of factors maintaining resilience in subtidal algal forests at the Adriatic sea. PLoS One 5 (5), e10791.
 - **Ruitton, S., Francour, P., Boudouresque, C.F., 2000.** Relationships between algae, benthic herbivorous invertebrates and fishes in rocky sublittoral communities of a temperate sea (Mediterranean). Estuar. Coast. Shelf Sci. 50, 217–230.
 - **Thibaut T, B Hereu, ML Susini, JM Cottalorda, F Javel, 2005a.** Inventaire et cartographie de Fucales du Parc National de Port-Cros. Parc National de Port-Cros, GIS Posidonie. LEML-UNSA publ., 29pp.
 - **Verlaque, M., 1984.** Biologie des juvéniles de l'oursin herbivore *Paracentrotus lividus* (Lamarck): (*Bretagne, France*). Thèse Doct, U.B.O., Brest, 193p. 20(1-4) :423–442. 715–739.
 - Agnetta D., Badalamenti F., Ceccherelli G., Di Trapani F., Bonaviri C. et Gianguzza P. 2015.** Role of two co-occurring Mediterranean sea urchins in the formation of barren from *Cystoseira* canopy. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 152: 73-77.
 - Belkhedim L. 2009.** Contribution à l'étude de la biologie de l'oursin régulier *Paracentrotus lividus* (Lmck, 1816) du Port d'Oran et d'Ain franin. Mémoire de Magister en Sciences de l'Environnement, option : Biologie et Pollution Marines, 130p, Université d'Oran.
 - Benzohra, M., Millot, C., 1995a.** Characteristics and circulation of the surface and intermediate water masses off Algeria. DeepSea Res. 42 10, 1803–1830. Ž.
- Books, Hackenheim, Germany, 303 p.
- Calow P., 1981.** Resource utilization and reproduction. In, Townsend C.R., Calow P., (eds), Physiological ecology: an evolutionary approach to resource use, Blackwell. Sci. Publ., Oxford, 245-270.
 - Dermeche S. 2010.** Indices physiologiques, bioessais et dosage des métaux lourds chez l'oursin comestible *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) de la côte oranaise (ouest Algérien). Thèse de Doctorat, LRSE, 137p. Université d'Oran.
 - Fenaux L., 1968.** Maturation des gonades et cycle saisonnier des larves chez *A. lixula*, *P.lividus* et *P microtuberculatus* (Echinides) a Villefranche sur Mer. *Vie et Milieu*, 19: 1-52.

- Fernandez C., 1990**- Recherche préliminaire à la mise en place d'un pilote d'aquaculture de l'oursin *Paracentrotus lividus* dans un étang en Corse. Rapp. D.E.A.
- 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.
- Fuji A., 1962**. Studies on the biology of the sea urchin. V. Food consumption of *Strongylocentrotus intermedius*. Jap. J. Ecol., 12(5): 181-186.
- Giese A.C. 1961**. Further studies on *Alloccentrotus fragilis*, a deep-sea echinoid. Biol Bull Woods Hole Mass, 121:141-150.
- Keats D.W., Steele D.H., South G.R., 1984**. Depth-dependent reproductive output 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.
- Lasker R., Giese A.C., 1954**. Nutrition of the sea urchin *Strongylocentrotus purpuratus*. Biol., 106: 328-340.
- Lawrence J.M. 1975**- On the relationships Between marine plants and seaurchins.
- Lawrence J.M. 1975**. On the relationships between marine plants and sea urchins. Oceanogr Mar Biol, 13: 213-286.
- Lawrence J.M., Lawrence A.L. et Rolland M.O. 1965**. Annual cycle in the size of the gut of the purple sea urchin, *Strongylocentrotus purpuratus* (Stimpson). Nature, 205 (4977): 1338-1339.
- Lumingas L., 1994**. La plasticité chez l'oursin *Sphaerechinus granularis* en rade de Brest
- Maurin Cl. 1962**. Etude des fonds chalutables de la méditerranée occidentale (écologie et pêche) «Président-Théodore-Tissier » 1957 à 1960 et « Thalassa » 1960 et 1961. Rev. Trav. Inst. Pêches marit. 26 (2).
- Millot C. 1987**. Circulation in the Western Mediterranean Sea. Oceanologica Acta, 10 (2): 143-149.
- Millot C., 1987**. Circulation in the Mediteranean. Oceanologica Acta., 10(2): 143-149.
- Millot, C. (1999)**. Circulation in the Western Mediterranean Sea. Journal of Marine Systems,
- MOORE H. B., 1934**- A comparison of the biology of *Echinus esculentus* in different habitats. Port I. J. Mar. Biol. Ass., U.K., 20: 109-128.
- NEDELEC H., 1982**. Ethologie alimentaire de *Paracentrotus lividus* dans la baie de Galeria (Corse) et son impact sur les peuplements phytobenthiques. These doct. 3eme cycle, Univ. Paris VI, Fr., 175 p.
- Nédélec H., 1983**. Sur un nouvel indice de éplétion pour les oursins réguliers. Rapp. P. V. Réun. Comm. Internation. Expl. sci. Médit., 28 (3) : 149-151.

-**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.

Oceanogr.Mar.biol.ann.Rev.13, 213-286.

Oceanol. Univ. Aix-Marseille II, France., 1-62.

-**Régis M.B., 1978.** Croissance de deux Echinoïdes du Golfe de Marseille (*Paracentrotus lividus* (Lmk.) et *Arbacia lixula* L.). Aspects écologiques de la microstructure du squelette et de l'évolution des indices physiologiques. Thèse Doct d'Etat, Univ. Aix-Marseille III, 221p.

-**Régis M.B., 1979a.** Particularités microstructurales du squelette de *Paracentrotus lividus* et *Arbacia lixula* : Rapports avec l'écologie de ces echinoïdes. Mar. Biol., 54: 373-382.

-**Sahnoun Z. 2009.** Etude préliminaire des indices physiologiques (Indice de Réplétion, Indice Gonadique) et dosage des métaux lourds chez l'oursin commun *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) dans la région de Mostaganem. Mémoire de Magister en Sciences de l'Environnement, option : Biologie et Pollution marines, université d'Oran.

-**SAN MARTIN, G.A., 1990--** Annual cycle in the size of the gut of the purple sealine,

sélectivité du broutage et impact de l'espèce sur les communautés algales de substrat rocheux en Corse (Méditerranée, France). Bot. Mar. 27, 401-424.

-**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 Tunisie. Rapp. DEA. Biol mar. oceanol, Univ. Tunis II, Faculté des Sciences de Tunis, 158p + Annexes.

-**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. Océanol, Univ. Tunis II, Fac. Sci, Tunis, 123p.

-**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.

-**Soualili D.L. 2008.** Les populations naturelles d'oursins : un outil évaluateur de l'état de santé de la baie d'Alger. Thèse de Doctorat en Océanographie, option Ecologie marine. Université Houari Boumedienne (USTHB), Alger. pp 147+annexes.

Strongylocentrotus purpuratus (Stimpson).Nature, 205(4977), .1238-1239.

-**Sumich J.L. et McCuley J.E. 1973.** Growth of a sea urchin, *Allocentrotus fragilis*, off the Oregon Coast. Pacific Sei Hawaii, 27: 156-167.

- Thibaut T, S Pinedo, X Torras, E Ballesteros, 2005b.** Long-term decline of the populations of Fucales (*Cystoseira* spp. and *Sargassum* spp.) in the Alberes coast (France, Northwestern Mediterranean). *Mar Pollut Bull.* 50(12):1472-89.
- Tortonese E., 1965.** Fauna d'Italia. VI. Echinodermata. Calderini, Bologna.
- Tortonese E., Vadon C., 1987.** Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et mer d'Europe. Echinodermes. Zone de pêche 37, Révision 1, 1:
- Verlaque M. (1981).** Contribution à la flore des algues marines de Méditerranée : espèces nouvelles pour la Méditerranée occidentale. *Botanica mar.*, 24, 559-568.
- Verlaque M. 1984.** Biologie des juvéniles de l'oursin herbivore *Paracentrotus lividus* (Lamarck): sélectivité du broutage et impact de l'espèce sur les communautés algales de substrat rocheux en Corse (Méditerranée, France). *Botanica Marina*, 27: 401-424.
- Verlaque M. 1987.** Relations entre *Paracentrotus lividus* (Lamarck) et le phytobenthos de Méditerranée occidentale in: Colloque International Sur *Paracentrotus Lividus* Et Les Oursins Comestibles. GIS Posidonie Publ, Marseille, pp 5-36.
- Verlaque M. et Nedelec H. 1983a.** Biologie de *Paracentrotus lividus* (Lamarck) sur substratum rocheux en Corse (Méditerranée, France): alimentation des adultes. *Vie et Milieu*, 33: 191-202.
- Zanoun H. 1987.** Etude des variations de l'indice de réplétion et de l'indice gonadique chez l'oursin comestible (*P. lividus* « Lmk ») de la région d'Ain Chorb. Mémoire de DES en Océanographie, ISN, USTHB, Alger, 26P + Annexes.
- **Conand, 1983.** Abondance, cycle sexuel et relations biométriques de l'étoile de mer *acanthaster planci* en nouvelle-caledonie.
- **ADDA NEGGAZ, H 2008** - Contribution à l'étude préliminaire de l'évolution des indices physiologiques (IR-IG) de deux classes de taille de l'oursin commun *P.lividus* de la région de Mostaganem. *Mémoire D.E.S.* Dépt. De Biologie, Faculté des Sciences, Université d'Oran : 33p.

-