

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



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MER ET DE L'AQUACULTURE

N°...../SNV/2017

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

CHEIKH Hasnia

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER

En Hydrobiologie Marine et Continentale

Spécialité: RESSOURCE HALIEUTIQUE ET EXPLOITATION
DURALE

THÈME

**Contribution à l'étude du régime alimentaire de deux
oursins *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) et
Arbacia lixula (Linnaeus, 1758) vivants au niveau
de la côte de Mostaganem**

Soutenu publiquement le 22/06/2017

DEVANT LE JURY

Président	BELBACHIR Nor-eddine	MAA U. Mostaganem
Encadreur	SOUALILI Dina Lila	Prof U. Mostaganem
Examineurs	OULHIZ Aicha	MAA U. Mostaganem

Thème réalisé au Laboratoire de L'halieutique de l'université de Mostaganem-

Remerciements

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

Ces quelques lignes vont me permettre de remercier toutes les personnes qui m'ont beaucoup apporté au niveau scientifique mais aussi personnel, et sans qui, mon travail n'aurait pu aboutir ma famille qui m'a accompagné et encouragé tout au long de mon travail.

*En premier lieu, je remercie Mme **Mezali-Soualili**, Maitre de conférences A au département de Biologie, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université de Mostaganem, en tant que Directrice de mémoire, de bien vouloir promouvoir mon travail de recherche tout en exposant ses précieux conseils et orientations avec persévérance, elle m'a guidé dans mon travail et m'a aidé à trouver des solutions pour avancer. Qu'elle trouve dans cette reconnaissance l'expression de mon attentif respect.*

*Nous adressons nos plus sincères remerciements à Mr **Belbachir Nor-eddine**, Enseignant au département des Sciences de la Mer et de l'aquaculture de l'Université de Mostaganem, pour nous avoir fait l'honneur de présider le jury de notre mémoire. Je lui adresse toute ma gratitude.*

*Mes plus vifs remerciements vont à **M^{lle} Oulhiz aicha**, Enseignante au département des Sciences de la Mer et de l'aquaculture de l'Université de Mostaganem, pour avoir accepté de juger ce travail. Qu'elle trouve ici l'expression de ma sincère reconnaissance.*

*Je remercie tous les membres du Laboratoire **d'halieutique de Mostaganem**, qui à moment ou à un autre, m'ont apporté leur aide.*

*Nos remerciements les plus sincères vont à Mr **Elakkermi Mohammed**, pour avoir fait l'échantillonnage et nous avoir assistés tout au long de la préparation de ce mémoire.*

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

RESUME

Beaucoup d'étude réalisé sur les oursins régulier en méditerranée, néanmoins en Algérie il Ya un manque de données immense sur leurs régime alimentaire. A cet effet, le présent travail traite les préférences alimentaires de ces oursins et leurs places dans les réseaux trophiques, pour une bonne compréhension du fonctionnement de ces écosystèmes.

On a choisis d'étudier le comportement alimentaire des deux principales espèces d'oursins de l'infralittoral superficiel des côtes méditerranéennes, à savoir *A.lixula* et *P.lividus*. Ainsi, deux sites ont été choisis, Salamandre à substrat rocheux, riche en algues photophiles; et Stidia à substrat mixte, relativement saint et riche en algues photophiles.

Ce travail, s'est étalé sur trois mois (mars, avril et mai). On a analysés les contenus digestifs des oursins grâce à la méthode des contacts de Jones (1968). Cette dernière nous a révélé que l'oursin *Arbacia lixula* a un caractère de racleur et se nourrit préférentiellement d'algues rouges, il a une préférence pour les strates corralinaceae et gazonnante. L'oursin *P.lividus* lui, il a une préférence pour les algues brunes et se comporte comme un brouteur qui préfère les strates arbustive et arborescente.

Mots clés : *Arbacia lixula*, *Paracentrotus lividus*, Salamandre, Stidia, contenus digestifs, Jones (1968), algues rouges, algues vertes, algues brunes, indices physiologiques, IGM, IRM,

ملخص

عدة دراسات أجريت على قنفاذ البحر المنتظمة، غير أنه في الجزائر هناك نقص كبير حول نظامهم الغذائي. لهذا الغرض العمل الآتي يعالج التفضيلات الغذائية لهاته القنفاذ البحرية و موقعها في الأنظمة الغذائية، و ذلك قصد الفهم الجيد لسير هاته *écosystèmes* .

لقد اخترنا دراسة النظام الغذائي لأهم قنفاذين ل *infralittoral* السطحي لسواحل البحر المتوسط منها *A. lixula* و *P. lividus*. تم اختيار موقعين صلامندر صخري، غني بالطحالب *photophiles* ، و استيدية بركيزة مختلطة وصحية نسبيا و غنية بالطحالب *photophiles* .

هذا العمل، موزعا على 03 أشهر (مارس أبريل و ماي). قمنا بتحليل المحتويات المعوية للقنفاذ البحرية بطريقة الملامسة لجونز (1968). هاته الاخيرة بينت بأن قنفاذ البحر *Arbacia lixula* هو كائن كاشط يتغذى بصورة تفضيلية للطحالب الحمراء، له تفضيل للطبقات *corralinaceae* و المخضرة.

قنفاذ البحر *P. lividus* له تفضيل للطحالب الرمادية، و يتصرف كأكل عشبي و يفضل الطبقات الشجيرية.

كلمات المفاتيح : *Arbacia lixula* ، *Paracentrotus lividus* ، صلامندر، استيدية، المحتويات المعوية جونز (1968) ، طحالب حمراء ، طحالب خضراء ، طحالب رمادية ، المؤشرات الفسيولوجية ، IGM, IRm.

Index des figures

N° Figure	Titre des figures
1	<i>Arbacia lixula</i> (Linnaeus, 1758).
2	Photos montrant la morphologie externe de l'oursin <i>Arbacia lixula</i>
3	Morphologie générale d'un oursin actuel du genre Echinides
4	Schéma d'une coupe transversale du test d'un oursin régulier
5	Les Cinq dents visibles qui font partie d'un appareil masticateur complexe, la lanterne d'Aristote.
6	L'oursin commun <i>Paracentrotus lividus</i> (Lmck, 1816)
7	Distribution géographique (trait rouge) de <i>P. lividus</i>
8	Photos montrant la morphologie externe de l'oursin <i>Paracentrotus lividus</i>
9	Face orale du test de l'oursin régulier
10	Face aborale du test de l'oursin régulier
11	Localisation des sites de prélèvements (épines vertes) dans la région de <i>Mostaganem</i>
12	Diversifié des peuplements d'algues photophiles du site de Salamandre
13	Localisation de la zone d'échantillonnage (étoile rouge) au niveau de la station de la <i>Salamandre</i> (extérieur du port)
14	Point d'échantillonnage à l'extérieur du port de <i>Salamandre</i>
15	Localisation de la zone d'échantillonnage (étoile rouge) au niveau de <i>Stidia</i> plage
16	Point d'échantillonnage à la plage de <i>Stidia</i>
17	Photos montrant des étapes de la méthode des contacts
18	Pourcentage d'aliments consommés par la population d' <i>A.lixula</i> vivant dans le site de Salamandre durant les trois mois d'étude (mars, avril et mai).
19	Pourcentage d'aliments consommés par la population de <i>P.lividus</i> vivant dans le site de Salamandre durant les trois mois d'étude (mars, avril et mai).
20	Pourcentage d'aliments consommés par la population d' <i>A.lixula</i> vivant dans le site de Stidia durant les trois mois d'étude (mars, avril et mai).
21	Pourcentage d'aliments consommés par la population de <i>P.lividus</i> vivant dans le site de Stidia durant les trois mois d'étude (mars, avril et mai).
22	Pourcentage d'aliments consommés chez les individus de <i>Paracentrotus lividus et Arbacia lixula</i> , vivants à Salamandre durant les trois mois d'étude.
23	Pourcentage d'aliments consommés chez les individus de <i>Paracentrotus lividus et Arbacia lixula</i> , vivants à Stidia durant les trois mois d'étude.

Index des tableaux

N° Tableau	Titre des tableaux
1	Variation de la contribution moyenne (en pourcentage) d'items des contenus digestifs des oursins <i>A.lixula</i> et de l'indice de similarité dans le site de Salamandre durant les trois mois d'étude.
2	Variation de la contribution moyenne (en pourcentage) d'items des contenus digestifs des oursins <i>P.lividus</i> et de l'indice de similarité dans le site de Salamandre durant les trois mois d'étude.
3	Variation de la contribution moyenne (en pourcentage) d'items des contenus digestifs des oursins <i>A.lixula</i> et de l'indice de similarité dans le site de Stidia durant les trois mois d'étude.
4	Variation de la contribution moyenne (en pourcentage) d'items des contenus digestifs des oursins <i>P.lividus</i> et de l'indice de similarité dans le site de Stidia durant les trois mois d'étude.
5	Variation de la contribution moyenne (en pourcentage) d'items des contenus digestifs des oursins <i>A.lixula</i> et <i>P.lividus</i> dans le site de Salamandre durant les trois mois d'étude.
6	Variation de la contribution moyenne (en pourcentage) d'items des contenus digestifs des oursins <i>A.lixula</i> et <i>P.lividus</i> dans le site de Stidia durant les trois mois d'étude.

SOMMAIRE

Introduction	1
---------------------------	---

Chapitre I

Généralités sur l'espèce *Arbacia lixula* et *Paracentrotus lividus*

1. Description des échinodermes	2
2. Description des échinides	2
3. L'oursin noir <i>Arbacia lixula</i> (Linnaeus, 1758)	2
3.1. Position systématique	3
3.2. Description et caractères distinctifs.....	4
3.2.1. Morphologie externe.....	4
3.2.2. Morphologie interne.....	5
3.2.2.1. Le tube digestif.....	5
3.3. Système ambulacraire	5
3.4. Biologie et écologie d' <i>Arbacia lixula</i>	6
3.4.1. Alimentation.....	7
3.4.2. Habitat.....	7
3.4.3. Reproduction	7
4. L'oursin livide <i>Paracentrotus lividus</i>	9
4.1. Position systématique	10
4.2. Distribution géographique	10
4.3. Description et caractères distinctifs	11
4.3.1. Morphologie externe.....	11
4.3.2. Morphologie interne.....	12
4.4. Biologie et écologie de <i>Paracentrotus lividus</i>	13
4.4.1. Habitat et alimentation.....	13
4.4.2. Reproduction, ponte et développement larvaire Chez <i>Paracentrotus lividus</i> ...	13
5. Régime et comportement alimentaire des oursins réguliers	13
6. Intérêt écologique et économique des oursins	14
6.1. Pêche et utilisation.....	14
6.2. Intérêt écologique.....	14

Chapitre II

Matériel et méthodes

1. Données générales sur la wilaya de Mostaganem	15
2. Caractéristiques hydrologiques et hydrodynamiques	15
3. Température et salinité	16
4. Choix des stations d'étude	16
4.1. Le site de Salamandre	17
4.2. Le site de Stidia plage.....	20
5. Choix et intérêt du matériel biologique	22

6. Echantillonnage.....	22
7. Traitement au laboratoire.....	23
7.1. Analyse des contenus digestifs	23
7.2. La méthode des contacts	24
7.2.1. La contribution des aliments.....	24
7.2.2. L'indice de similarité de Steihaus (ou de Sorensen).....	25

Chapitre III

Résultats et discussion

1. Analyse du contenu digestif des populations d'oursins échantillonnés dans la région de Mostaganem.....	26
1.1. Comportement alimentaire des populations échantillonnées dans le site de Salamandre.....	26
1.1.1. Comportement alimentaire de la population d' <i>Arbacia lixula</i> a Salamandre.....	26
1.1.2. Comportement alimentaire de la population de <i>P.lividus</i> de Salamandre.....	27
1.2. Comportement alimentaire des populations échantillonnées dans le site de Stidia.....	29
1.2.1. Comportement alimentaire de la population d' <i>Arbacia lixula</i> a Stidia.....	29
1.2.2. Comportement alimentaire de la population de <i>P.lividus</i> de Stidia.....	30
1.3. Comparaison du comportement alimentaire des deux espèces <i>Paracentrotus lividus</i> et <i>Arbacia lixula</i> échantillonnés dans la région de Mostaganem.....	32
1.3.1. Comparaison du comportement alimentaire des deux espèces <i>A.lixula</i> et <i>P.lividus</i> dans le site de salamandre.....	32
1.3.2. Comparaison du comportement alimentaire des deux espèces <i>A.lixula</i> et <i>P.lividus</i> dans le site de Stidia.....	34
2. Identification des échantillons de la couverture végétale associée aux oursins étudiés	38
2.1. Le peuplement phytobentique.....	38
2.2. Observation microscopique.....	44
Conclusion.....	50
Références bibliographiques.....	52

Introduction

Introduction

Depuis plusieurs dizaines d'années, l'importance accordée au rôle des échinodermes, et en particulier les oursins réguliers (Echinoidea, Regularia), dans la structure et l'évolution des phytocénoses benthiques est grandissante. Les oursins jouent un rôle primordial dans l'évolution des peuplements phytobenthiques. Les oursins noir *Arbacia lixula* (Linnaeus .1758) et l'oursin livide *Paracentrotus lividus* font parties des oursins les plus abondants dans les habitats rocheux peu profonds de la Méditerranée (Sala et *al.*, 1998).

Les oursins ont fait l'objet d'un grand nombre de travaux, qui portent sur la biologie, l'éthologie et la dynamique des populations (Allain, 1975 ; Régis, 1978 ; Verlaque, 1984 ; Semroud et Kada, 1987 ; Byrne, 1990 ; San Martin, 1995).

L'activité trophique des oursins a fait l'objet de nombreuses études. D'autres études, basées sur les choix alimentaires des oursins réguliers (Paine et Vadas, 1969; Ogden et Lobel, 1978) et des poissons (Ogden et Lobel, 1978, Lunberg, 1980) herbivores ont conduit à l'établissement des théories de stratégie alimentaire liées au broutage et à la gestion du milieu.

Les données sur le régime alimentaire des oursins réguliers en particulier en Algérie sont quasi inexistantes. Bien connaître les préférences alimentaires de ces oursins et leurs places dans les réseaux trophiques sont alors des données capitales pour une bonne compréhension du fonctionnement de ces types d'écosystème.

Afin de combler partiellement ce manque de données, notre étude est réalisé sur des échantillons d'oursins noirs et livides récoltés dans deux sites différents, l'un (**Salamandre**) rocheux, riche en algues photophiles mais perturbé par la pollution (rejets urbains et industriels) et une forte activité portuaire ; l'autre (**Stidia**) à substrat mixte, relativement sain et riche en algues photophiles.

Le présent travail a pour but d'étudier le comportement alimentaire des deux principales espèces d'oursins de l'infralittoral superficiel des côtes méditerranéennes, et présente des résultats préliminaires de l'analyse des contenus digestifs des oursins en adoptant la méthode des contacts de Jones (1968), modifiée par Nedelec (1982), Verlaque (1987) et Berthon (1987). L'échantillonnage des oursins est réalisé sur trois mois d'affilé mars, avril et mai 2017. Par comparaison de la composition des contenus digestifs et du peuplement phytobenthiques, nous avons classés les algues en « préférées », « évitées » ou « indifférentes » aux oursins.

Chapitre I

Généralités sur l'espèce

Arbacia lixula

et Paracentrotus lividus

1-Description des échinodermes

Les échinides (ou oursins) sont apparues, il y a 450 millions d'années et vont coloniser toutes les mers du globe. L'apparition des oursins irréguliers dotés d'une symétrie pentaradiée, est plus tardifs que celle des oursins réguliers ; ces derniers ont apparues à partir du jurassique, il y a 180 millions d'années.

Le mot Echinides vient du grec « ECHINOS » qui signifie hérisson. Les oursins et particulièrement *Paracentrotus lividus* et *Arbacia lixula* sont considérés comme les échinides les plus importants de Méditerranée (Nedelec 1982 ; Verlaque 1987 ; Hereu et al. 2005 ; Soualili, 2008).

2-Description des échinides

Les échinides (ou oursins) sont apparues, il y a 450 millions d'années et vont coloniser toutes les mers du globe.

Le mot Echinides vient du grec « ECHINOS » qui signifie hérisson. Les oursins et particulièrement *Paracentrotus lividus* et *Arbacia lixula* sont considérés comme les échinides les plus importants de Méditerranée (Nedelec 1982 ; Verlaque 1987 ; Hereu et al. 2005 ; Soualili, 2008).

3- L'oursin noir *Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758)

L'oursin noir *Arbacia lixula* est actuellement l'un des macro-invertébrés les plus visibles dans les récifs peu profonds et rocheux de la Méditerranée (Gianguzza et Bonaviri, 2013). Il s'agit d'un oursin régulier de coloration noire, avec un épithélial uniforme, le test est relativement aplati, muni d'épines longues et dures.

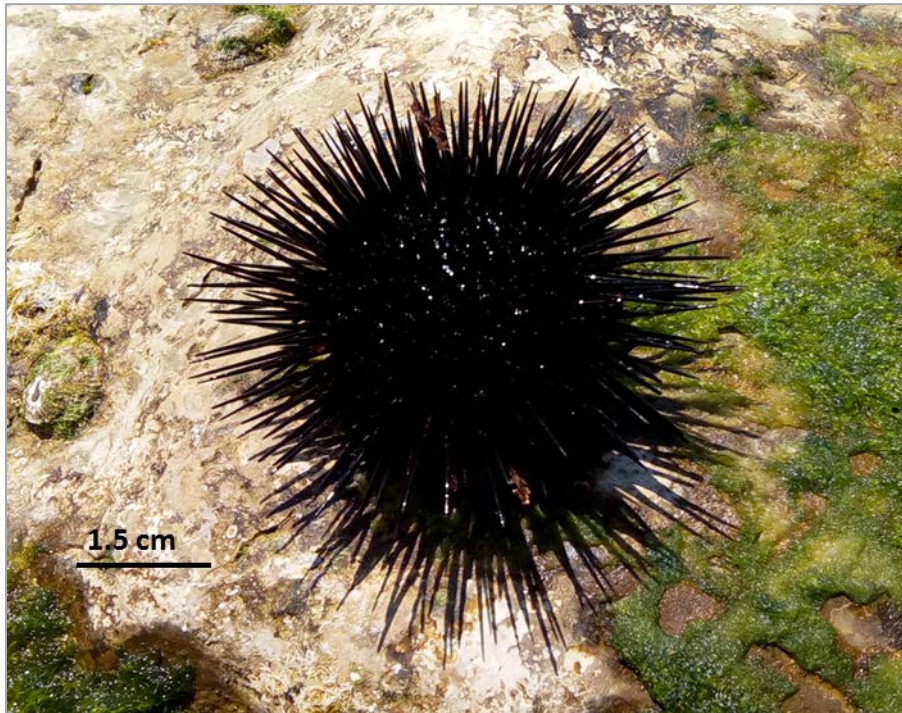


Figure 01. *Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758)

3-1- Position systématique :

Selon le System Canadien d'Information sur la Biodiversité (**SCIB**), selon le Catalogue of life World Register of Marine Species (**WoRMS**) et selon Universal Biological Indexer and Organizer (**uBio**), la classification de l'espèce est comme suit : D'après Fischer W., Bauchot M-L., Schneider M., 1987, la position Systématique de l'espèce est comme suit :

- ✓ Embranchement : echinodermata
- ✓ Sous embranchement : echinozoa
- ✓ Classe : echinoidea
- ✓ Sous classe : Euechinoidea
- ✓ Super ordre : *Echinacea*
- ✓ Ordre : *Arbacioida*
- ✓ Famille : *Arbaciidae*
- ✓ Genre : *Arbacia*
- ✓ Espèces : *lixula* (Linnaeus, 1758)

3-2- Description et caractères distinctifs

3-2-1- Morphologie externe



Figure 02. Photos montrant la morphologie externe de l'oursin *Arbacia lixula*
Gauche : face orale, droite : face aborale. (Photos : Mme cheikhe)

L'oursin *Arbacia lixula* est un petit oursin régulier recouvert de piquant lisse et pointu densément implantés, dont la taille n'excède pas un à trois centimètres. Piquant compris, jusqu'à onze centimètres de diamètres. Les piquants de la face inférieure (orale) sont souvent d'un brun clair. Sa forme clairement hémisphérique : de profil, il montre un aplatissement caractéristique de sa face orale. Au centre de cette face, s'ouvre la bouche, équipée de dents puissantes, et cernée par une large membrane verdâtre totalement dépourvue de piquants. Du test rayonnent latéralement plusieurs tubes ambulacraires noirs. Sur la face aborale, ils sont peu nombreux et dépourvus de ventouses, l'oursin n'est toujours à nu, jamais recouvert de débris. Les petits individus sont plus clairs, brunâtres.

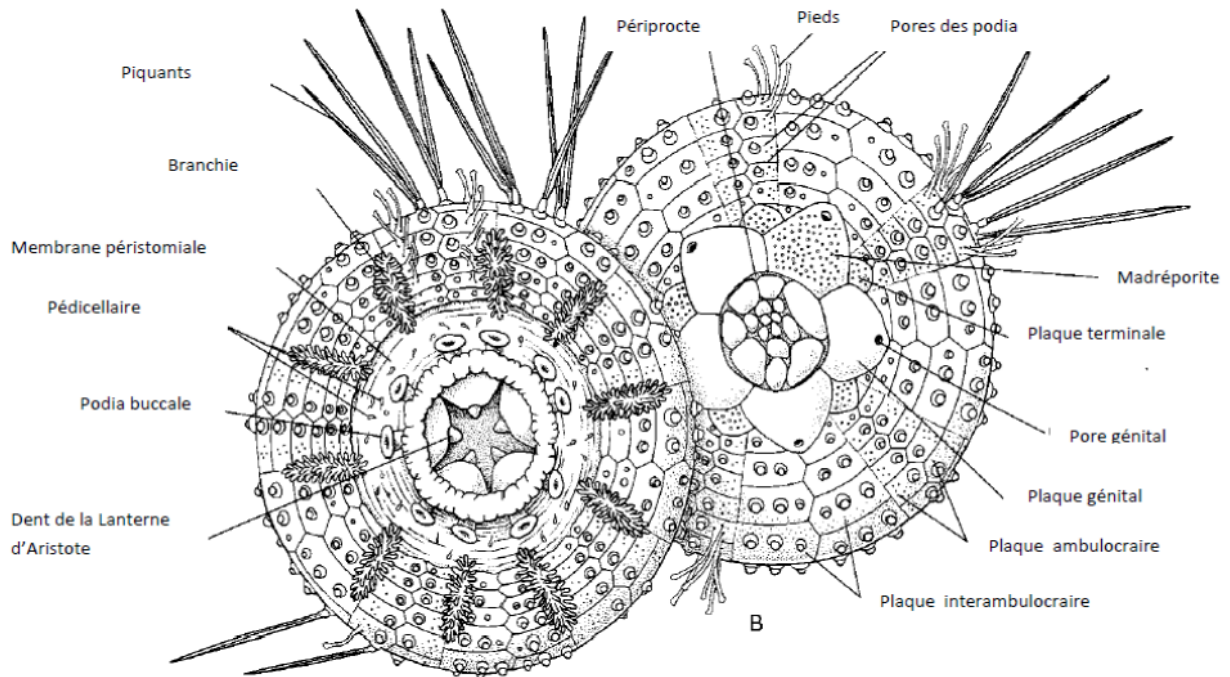


Figure 03. Morphologie générale d'un oursin actuel du genre Echinides (à droite : vue du côté de l'anus (dessus de l'animal), à gauche : vue du côté de la bouche (dessous).

3-2-2- Morphologie interne

3-2-2-1- Le tube digestif

Le tube digestif commence par la bouche qui se trouve sur la face orale et s'ouvre sur le péristome, suivi de l'œsophage entouré d'un puissant appareil masticateur en forme de pyramide pentagonale appelé la lanterne d'Aristote, formé de cinq ensembles complexes ou mâchoires en forme de crochet. Les dents sont alternées avec une pièce squelettique, le compas qui assure la souplesse de l'ensemble. Les mâchoires sont articulées par des rotules.

L'intestin est tapissé par un épithélium cylindrique (Soualili, 2008). La lanterne d'Aristote est attachée au corps par une série de fibres conjonctives et des muscles (figure 05), elle entoure l'œsophage, et le tube digestif, l'œsophage et le rectum sont axiaux et linéaires, mais l'estomac et l'intestin décrivent cinq boucles superposées, l'estomac est accompagnée d'un siphon ou circule l'eau et les aliments. L'œsophage situé dans la lanterne d'Aristote débouche dans l'estomac, suivi de l'intestin puis de l'anus en position dorsale (figure 04).

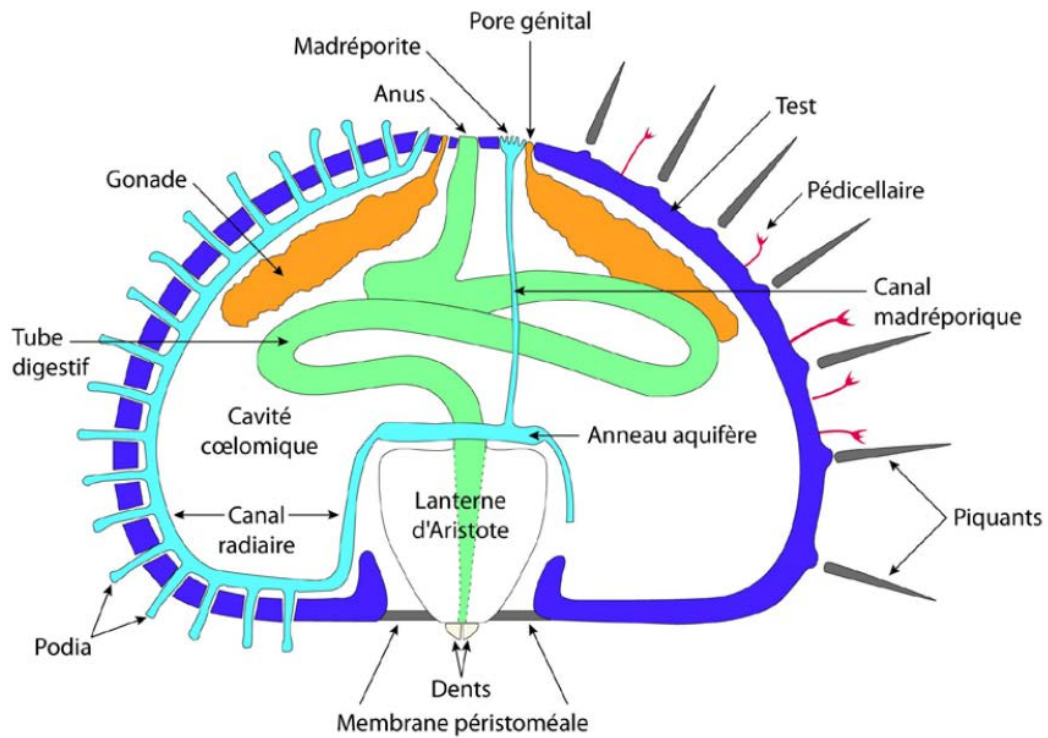


Figure 04. Schéma d'une coupe transversale du test d'un oursin régulier, Tortonese (1965).

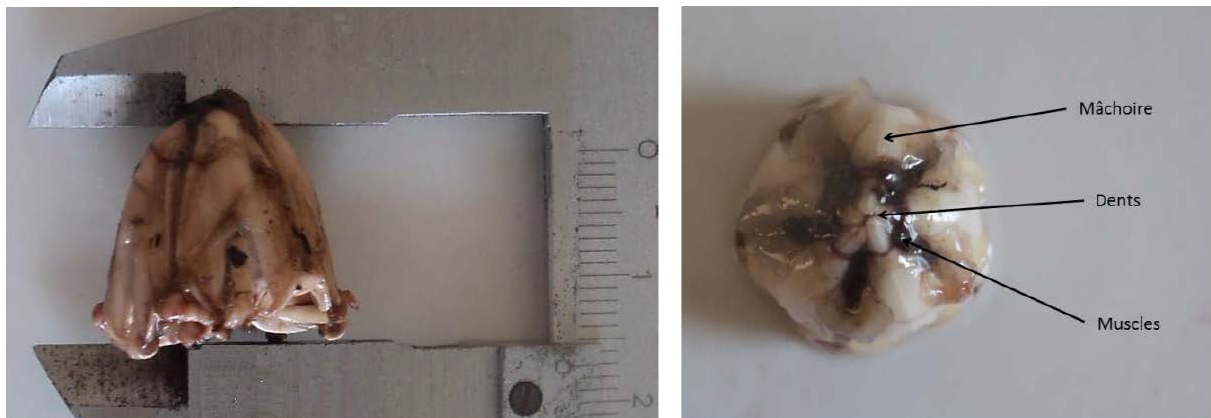


Figure 05. Les Cinq dents visibles qui font partie d'un appareil masticateur complexe, la lanterne d'Aristote.

3-3- Système ambulacraire

Une autre caractéristique des échinodermes est le système aquifère. C'est un réseau complexe de canaux remplis d'un liquide aqueux, de composition proche de celle de l'eau de mer, communiquant avec l'extérieur par le madréporite, plaque criblée située à la surface du corps ou dans la cavité coelomique; le madréporite est connecté par le canal madréporique à l'anneau ambulacraire périoesophagien; ce dernier donne en général naissance à 5 canaux radiaires situés sous chaque zone radiaire. Les canaux radiaires envoient, à intervalles réguliers, des couples de

petits canaux aboutissant à de petits diverticules ou ampoules communiquant avec les podia et les tentacules. Ces doubles rangées d'ampoules peuvent être fortement dilatées ou contractées. Le système aquifère joue un triple rôle au niveau de l'alimentation, de la respiration et de la locomotion.

3-4- Biologie et écologie d'*Arbacia lixula*

3-4-1- Alimentation

Un ensemble complexe de facteurs physiques et biologiques influent sur l'activité de recherche de nourriture des oursins, notamment la disponibilité en nourriture, présence de prédateurs, mouvement de l'eau et la disponibilité des refuges (Vance et Schmitt, 1979; Cowen et *al.*, 1982; Carpenter, 1984; Vadas et *al.*, 1986; Johnson et Mann, 1988; Scheibling et Hamm, 1991; Andrew, 1993; Benedetti-Cecchi et Cinelli, 1995; Sala et Zabala, 1996).

A.lixula a une préférence pour les algues corallines encroûtantes (Kempf, 1962). *A.lixula* a une souplesse trophique considérable, allant d'omnivore à une forte tendance carnivore strict. *A.lixula* est donc un omnivore qui tend à se convertir en carnivore (Wangensteen et *al.*, 2011) et dispose d'un fort potentiel d'avoir un impact sur les zones rocheuses peu profondes (Bonaviri et *al.*, 2011 ; Gianguzza et Bonaviri, 2013).

3-4-2- Habitat

L'oursin noir habite les écosystèmes côtiers peu profonds et est plus fréquemment rencontré sur les surfaces rocheuses verticales exposé à un degré élevé d'hydrodynamisme et même les fonds de sable avec des blocs de roche épars.

Sur les rivages exposés, *A.lixula* se produit parfois dans la partie peu profonde des parois verticales, tandis que *P.lividus* se trouve à des profondeurs plus importantes (Chelazzi et *al.*, 1997). L'oursin noir est l'un des oursins les plus communs sur les rochers littoraux et sublittoraux et sur les pierres recouvertes d'algues calcaires.

3-4-3- Reproduction

Les oursins sont gonochoriques, sans qu'il existe un dimorphisme sexuel, ils possèdent cinq gonades qui s'ouvrent par un gonopore porté par cinq plaques génitales aborales. Les sexes sont séparés et la couleur des gonades diffère (Fenaux, 1968) (Figure 06).

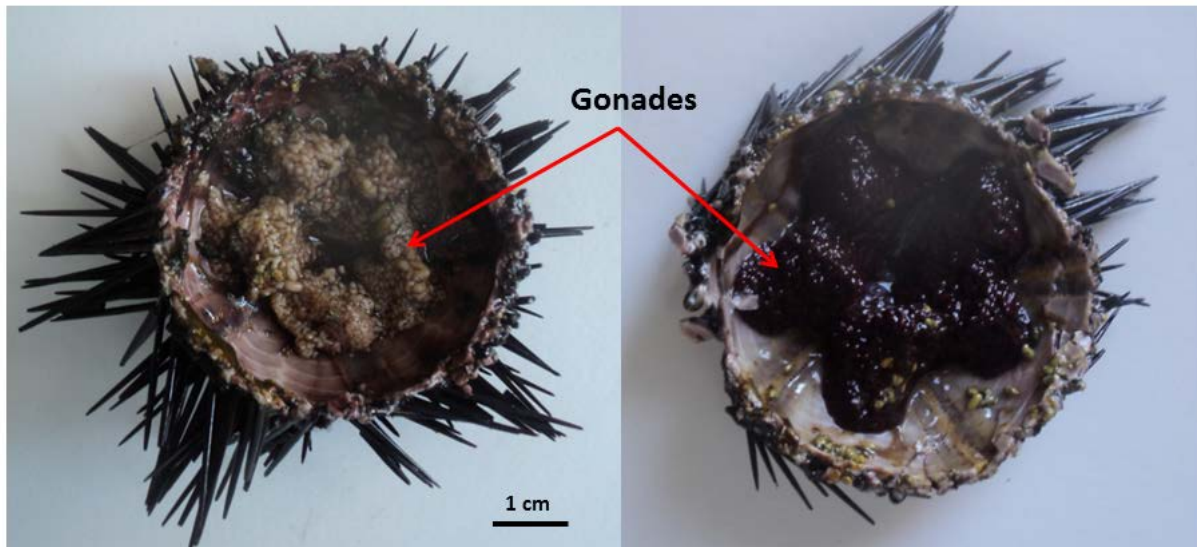


Figure 06. Disposition penta-radiale des gonades de l'oursin noir *A.lixula*.
(A : Mâle) et (B : Femelle).

Ces gonades sont situées au pôle apical sous les inter-radius, elles sont suspendues, par un repli de l'épithélium péri-viscérale sur les plaques inter-ambulacraires, dans la moitié apicale du coelome. Elles s'ouvrent à l'extérieur par cinq pores génitaux surmontés d'une papille sur les plaques génitales (Grasse, 1948).

Le développement de ces organes reproducteurs est influencé principalement par la profondeur, la photopériode et la température hivernale (Byrne, 1990).

La fécondation se fait au hasard dans l'eau de mer (in Boukhelf, 2010). Chez l'oursin noir la reproduction a lieu selon la région de mars à juin, ou de septembre à octobre, et dans certaines zones elle a lieu toute l'année

Il est probable que le processus de recrutement est modulé par différents facteurs physiques ou biologiques (encore à étudier), et ne peut pas se produire chaque année. Ce fait est peut être lié à des taux de mortalité élevés pendant le développement larvaire (Wangenstein, 2013).

Les glandes génitales mâle et femelle, ont une même apparence.

4. L'oursin livide *Paracentrotus lividus*



Figure 06. L'oursin commun *Paracentrotus lividus* (Lmck, 1816).

L'oursin comestible *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816), espèce de mers épicontinentales, à large répartition géographique, connu dans l'Atlantique depuis l'Irlande jusqu'aux Açores, Canaries, et au Maroc, mais aussi dans toute la Méditerranée (Regis, 1987, Tortonese et Vadon, 1987).

L'oursin remplit les caractères décrits d'une bonne espèce indicatrice et accumulatrice. Parallèlement aux mollusques comme la moule, il est utilisé depuis plus d'une vingtaine d'années comme espèce bioindicatrice de l'état de santé du milieu marin (Soualili, 2008).

4.1. Position systématique

La position systématique de *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) est la suivante, selon Tortonese (1965) et Tortonese et Vadon (1987)

- ✓ Embranchement: Echinodermata
- ✓ Sous-embranchement: Echinozoa
- ✓ Classe: Echinoidea
- ✓ Sous-classe: Regularia
- ✓ Ordre: Diadematoidea
- ✓ Sous-ordre: Camarodonta
- ✓ Famille: Echinidae
- ✓ Genre: *Paracentrotus*
- ✓ Espèce: *lividus* (Lamarck, 1816)

4.2. Distribution géographique

La distribution du *Paracentrotus lividus* englobe toute la Méditerranée et également l'Atlantique, les Canaries et l'Ecosse (Figure 07).

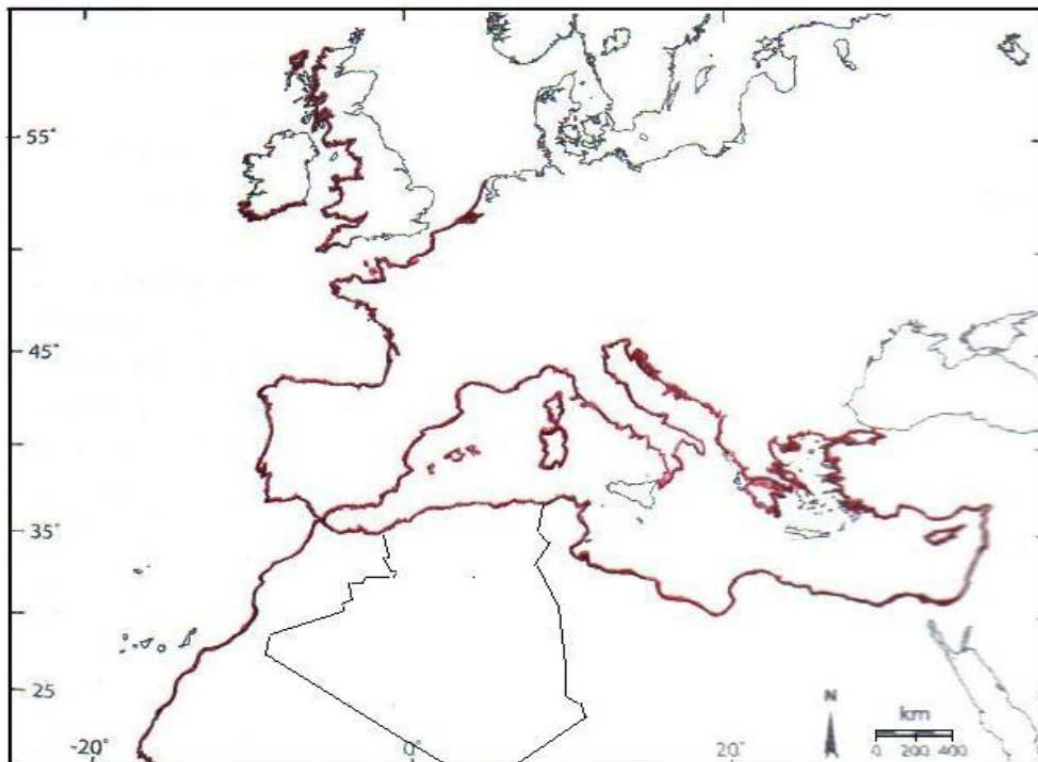


Figure 07. Distribution géographique (trait rouge) de *P. lividus*.
(Koehler, 1921 ; Allain, 1975 ; Tortonese et Vadon, 1987)

4.3. Description et caractères distinctifs

4.3.1. Morphologie externe



Figure 08. Photos montrant la morphologie externe de l'oursin *Paracentrotus lividus*

Paracentrotus lividus a un corps de forme globuleuse légèrement aplati aux deux pôles; la face orale où se trouve la bouche et la face aborale où se trouve l'anus. Le test est formé de plaques étroitement juxtaposées qui lui confèrent sa rigidité. Ce test est divisé en dix régions méridiennes. Chacune de ces régions est formée d'une double série de plaques, cinq régions ambulacraires qui alternent avec cinq régions inter ambulacraires. Il présente une symétrie pentaradiée superposée à une symétrie bilatérale. Le test est hérissé de piquants robustes, pointus, de formes et de tailles très diverses. Leur couleur varie du violet, au vert foncé ou brun. Selon leurs taille, les piquants et les tubercules sur lesquels ils s'articulent, sont appelés primaires (grands), secondaires (petits), tertiaires ou miliaires (très petits). Sur chaque plaque ambulacraire et inter ambulacraire se trouve un seul tubercule et un seul piquant primaire. Les plaques ambulacraires ont cinq paires de pores. Sur la face orale, la bouche s'ouvre sur le péristome et est armée d'un puissant appareil masticateur en forme de pyramide pentagonale, c'est la lanterne d'Aristote. Près de la bouche, le péristome porte un cercle de cinq paires de podia modifiés, les podia buccaux. Sur la face aborale, l'anus se situe au centre d'une membrane nommée périprocte. Ce dernier est entouré de 4 plaques génitales et de cinq petites plaques ocellaires). Le diamètre moyen du test de *P. lividus* est de 5cm et peut atteindre 7 à 8 cm dans des conditions favorables.

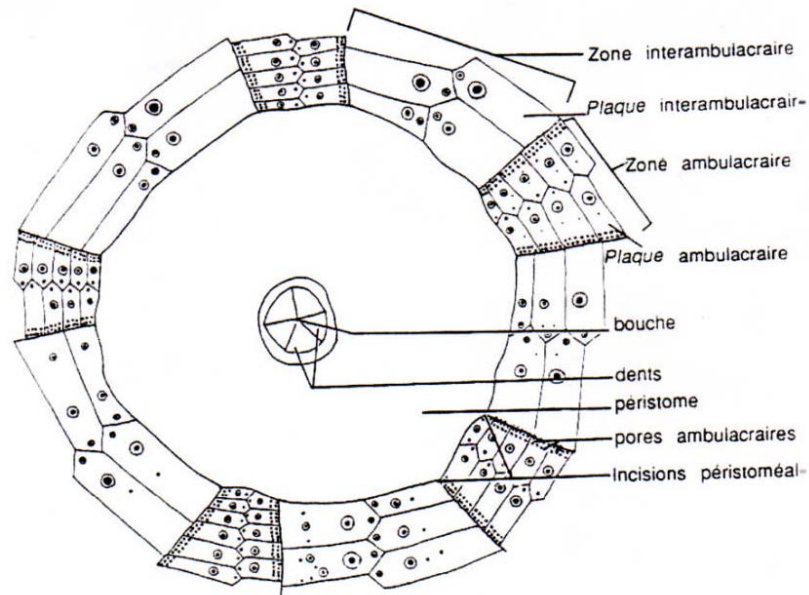


Figure 09. Face orale du test de l'oursin régulier (Sellem, 1990).

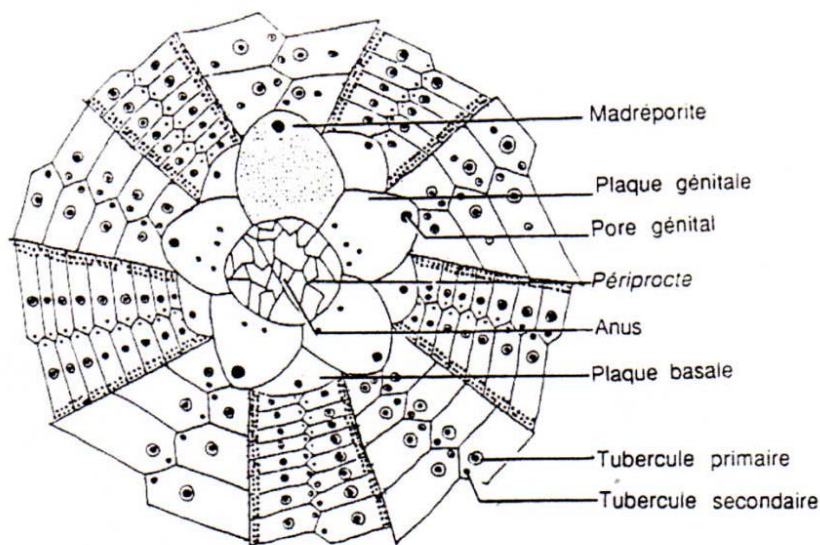


Figure 10. Face aborale du test de l'oursin régulier (Sellem, 1990).

4.3.2. Morphologie interne

Paracentrotus lividus présente un test protégeant une grande cavité cœlomique, qui est cloisonnée en chambres et en formations glandulaires. Dans cette vaste cavité, logent les organes digestifs, nerveux, sanguins et reproducteurs. Le tube digestif comprend trois portions: la bouche et son armature (lanterne d'Aristote), l'estomac, le siphon, l'intestin et l'anus. Le système nerveux comprend un anneau péri-œsophagien qui se divise en cinq nerfs radiaux juxtaposés aux canaux radiaux du système aquifère, le long de la face interne ambulacraire. Le système

sanguin (hémal) est constitué de nombreuses cavités et de lacunes absorbantes formant un réseau sur l'ensemble de la première courbure de l'intestin. L'appareil génital est constitué par cinq gonades. Elles sont suspendues, par un repli de l'épithélium péri-viscéral, sur les plaques interambulacraires, dans la moitié apicale du cœlome. Les gonades sont en grappes; chacune (mâle ou femelle) est constituée par des culs de sacs ou tubules distincts (acini), qui se réunissent dans des canaux de second ordre, lesquels forment un canal excréteur commun (gonoducte), s'ouvrant à l'extérieur par un pore génital. Chaque gonade est divisée en deux zones cellulaires, les grosses cellules de réserves et les petites cellules à l'origine des gamètes. Quand les gonades sont mûres, les ovaires prennent une couleur orangée alors que les testicules se colorent en jaune laiteux. Après la ponte, les gonades prennent une coloration rouge brun

4.4. Biologie et écologie de *Paracentrotus lividus*

4.4.1. Habitat et alimentation

En Méditerranée, *Paracentrotus lividus* se rencontre surtout dans l'étage infralittoral (Mortensen, 1927). Il se retrouve surtout dans des habitats de substrat dur (roche ou gravier avec peuplement d'algues photophiles) et dans l'herbier à *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile,

Préférant les peuplements d'algues denses dont il se nourrit, il est souvent localisé dans des fissures (Kempf, 1962), les dessous des blocs rocheux et les pentes douces, parfois exposées à l'hydrodynamisme (Kempf, 1962; Régis, 1978; Azzolina, 1988).

L'analyse des contenus digestifs de cet oursin suggère que c'est un brouteur opportuniste comme le sont de nombreux Echinoides réguliers (De Ridder et Lawrence, 1982).

4.4.2. Reproduction, ponte et développement larvaire Chez *Paracentrotus lividus*

La pleine maturité des gonades est atteinte au printemps (Allain, 1975; Spirlet *et al.*, 1998), bien que certaines populations sont aussi mature en automne (Crapp et Willis, 1975; Verlaque, 1987; Fernandez, 1996).

5. Régime et comportement alimentaire des oursins réguliers

L'oursin comestible commun *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) et l'oursin noir *Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758) sont les deux espèces échinides dominantes dans les fonds rocheux peu profonds de la Méditerranée, où elles coexistent (Palacin *et al.*, 1998; Bonaviri *et al.*, 2011; Agnetta *et al.*, 2015).

Le point de vue global, c'est qu'ils sont des compétiteurs pour une alimentation d'algues, même si une telle concurrence présumée semble atténuée par une préférence sélective de *P.lividus* pour les algues dressées, tandis qu'*A.lixula* a une préférence pour les algues corallines encroûtantes (Kempf, 1962; Regis, 1978; Verlaque et Nedelec, 1983; Frantzis et al., 1988; Bulleri et al., 1999; Boudouresque et Verlaque, 2001; Privitera et al., 2008) *Paracentrotus lividus* consomme toutes les parties de *Posidonia oceanica* : feuilles vivant avec ou sans épiphytes, feuilles mortes, feuilles de la litière, et même des parties du rhizome ainsi que les racines (Boudouresque et Verlaque, 2001).

6. Intérêt écologique et économique des oursins

6.1. Pêche et utilisation

Surtout capturé à la main ou sur une embarcation en utilisant une "grappe" (perche terminée par un crochet à deux ou trois dents) ainsi qu'une "lunette Calfat" pour récolter l'oursin (in Soualili, 2008). La partie la plus comestible chez l'oursin est les gonades, dont le goût des oursins noirs est bien de qualité moindre par rapport à celui de *P. lividus* (Tortonese et Vadon, 1987). La raréfaction de *P.lividus* fait apparaître l'oursin noir; très occasionnellement sur les marchés, car il est peu recherché.

6.2. Intérêt écologique

Dans les systèmes tempérés, le pâturage des oursins exerce un contrôle important sur la composition et l'abondance des algues benthiques.

Le rôle écologique d'*A.lixula* ne peut être pleinement compris, sauf dans le cadre de ses interactions avec l'oursin comestible *P.lividus*. Ces oursins partagent largement leur habitat et distribution, de façon entrelacée de telle sorte que les pêcheurs Méditerranéen ont toujours pensé que c'est le mâle et la femelle d'une seule espèce (Tortonese, 1965; Corcoll, 2012).

P.lividus est considéré comme une importante puissance qui structure les écosystèmes méditerranéens. Inversement, *A.lixula* a été traditionnellement attribué seulement à un rôle écologique secondaire. Cependant, ce point de vue a changé ces dernières années, et l'importance écologique de cette espèce est de plus en plus reconnue (Bulleri et al., 1999; Guidetti et al., 2003; Guidetti et Dulcic, 2007; Bonaviri et al., 2011; Gianguzza et al., 2010, 2011; Privitera et al., 2011 ; Bulleri, 2013).

Chapitre II

Matériel et méthodes

1. Données générales sur la wilaya de Mostaganem

Mostaganem est une ville portuaire de la méditerranée située à l'ouest de sa wilaya à 363 Km à l'ouest d'Alger à 89 Km à l'est d'Oran, à 48 Km d'Arzew et à 81 Km au nord de Mascara (ONS, 2008).

Le climat de Mostaganem se caractérise par une température douce a moyenne étant de 24 °C, se définit par une alternance quasi quotidienne des brises de mer et de terre et par un climat semi-aride a été chaude sur l'étroite bande côtière et à hiver tempère.

Les précipitations étant faibles et irrégulières et varient entre 350 mm sur les piémonts de Dahra.

Le territoire de Mostaganem s'étend sur une superficie de 2,269 Km² avec 124 Km de côtes et la wilaya dispose d'un large littoral avec de merveilleuses plages et diverses potentialités touristiques.

Le littoral est composé de plages, plus accessibles à l'ouest qu'à l'est, cela a incité les autorités à y identifier une quinzaine de zones d'expansion touristiques ,dont certaines sont aujourd'hui en partie exploitées (Boukhlef, 2007).

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, 1987).

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).

3. Température et salinité

La température des eaux est liée étroitement à la température atmosphérique et, ainsi, elle varie en fonction des saisons (Sellem, 1990).

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

Les mois les plus chauds en été, se caractérisent par une précipitation très faible, le pourcentage d'humidité est toujours supérieur à 60%. En profondeur, les températures sont plus basses et relativement stables, fluctuantes entre 13°C et 14°C en toute saison.

L'eau de mer de la région de Mostaganem contient 35 ‰ de sels minéraux, dont 27 ‰ de NaCl, les cations les plus abondants sont : Na⁺, K⁺, Mg²⁺ et Ca²⁺. Il y a 0,004 mg d'or/m³.

Selon Boudjellal (1989), la salinité estivale au niveau de cette zone est comprise entre (35,5-36) ‰, en surface, et (36,2-36,8) ‰ en profondeur. Tandis que la salinité hivernale est comprise entre (36-36,9) ‰ et une salinité superficielle qui est toujours supérieure à 37‰.

4. Choix des stations d'étude

Deux sites ont été choisis pour la réalisation de notre travail. Le choix a été établi selon plusieurs critères ; notamment l'état de santé du site en matière de pollution, différences de localisation géographique et pour des raisons pratiques telles que la facilité d'accès aux sites sans avoir recours à une embarcation, ainsi que la nature du biotope des deux sites.

Les sites choisis sont respectivement la Salamandre (extérieur du port devenue opérationnel en 2012), localisé à la périphérie de Mostaganem et la plage de Stidia localisée au sud-ouest de Mostaganem (Figure 11).



Figure 11. Localisation des sites de prélèvements dans la région de Mostaganem.

4.1. Le site de Salamandre

Ce site se situe à une distance de 2.81 Km de l'extérieur de la ville de Mostaganem. Ce site est exposé aux vents dominants nord-ouest, il 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 est 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 (figure 12), dont la présence est conditionnée par la pénétration de la lumière. Il est, pour cette raison, très sensible à la turbidité de l'eau.

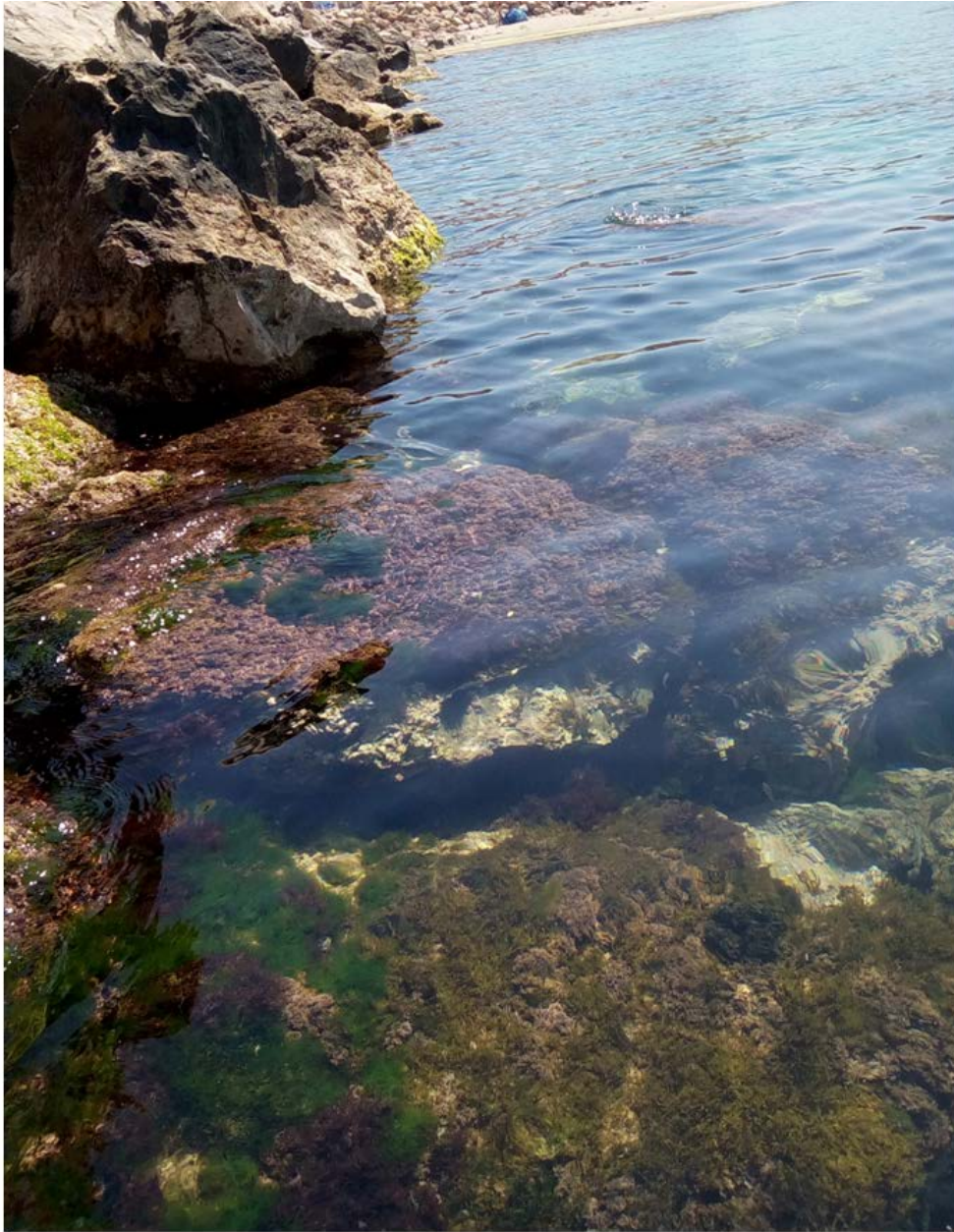


Figure 12. Diversifié des peuplements d'algues photophiles du site de Salamandre.

En vue de sa position géographique dans le golfe d'Arzew, le site s'expose à différentes formes de pollutions, urbaine, agricole et industrielle.



Figure 13 : Localisation de la zone d'échantillonnage (étoile rouge) au niveau du site de *Salamandre* (extérieur du port)

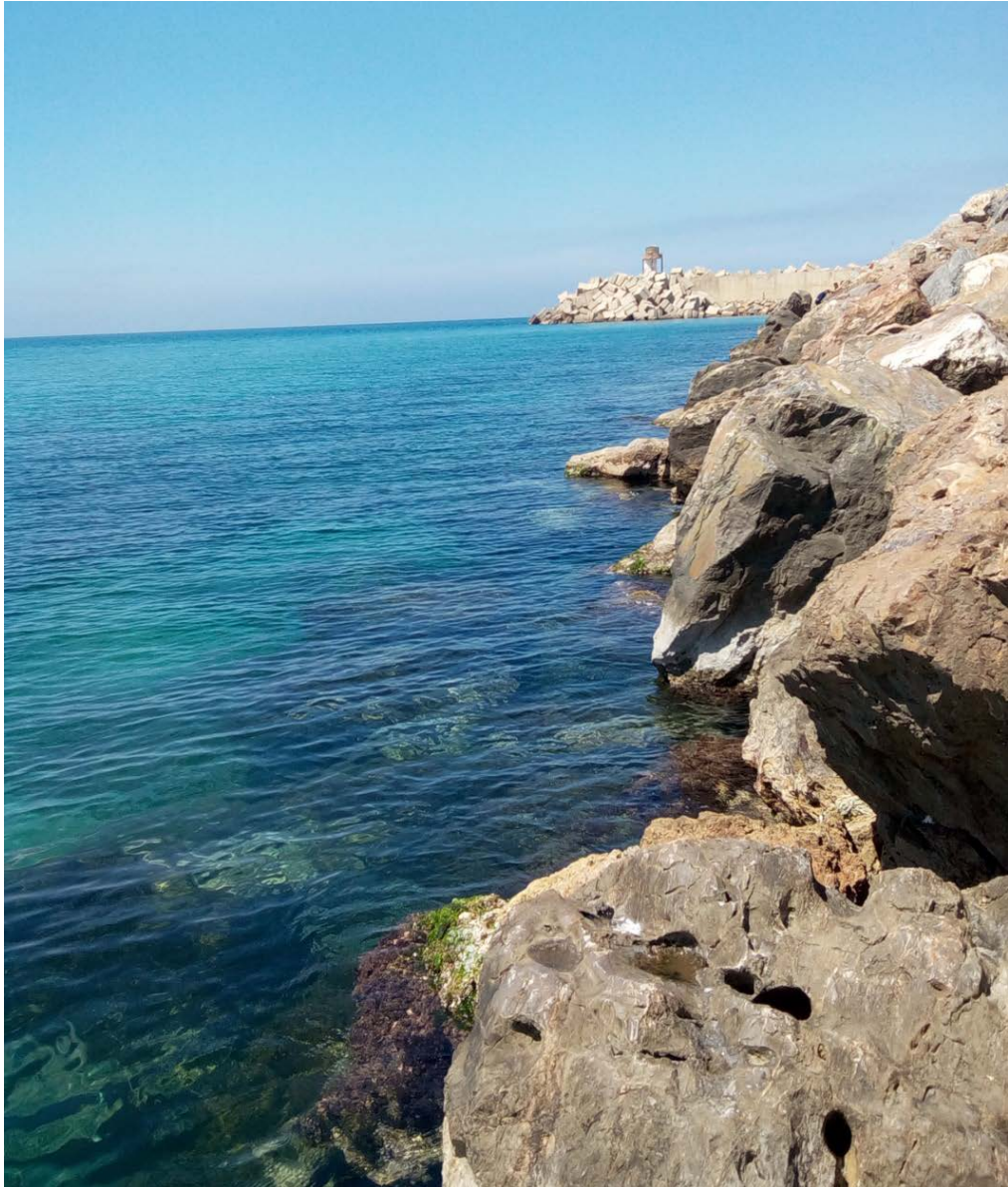


Figure 14. Point d'échantillonnage à l'extérieur du port de *Salamandre*

4.2. Le site de Stidia plage

Il se situe à une distance d'environ 20 Km au sud-ouest de la ville de Mostaganem. Il se localise à l'ouest de la commune de Stidia à 1.33 Km.

Ce site se caractérise par une zone rocheuse interrompue par quelques criques, parfois sableuses, ouverte vers le nord-ouest mais sa géomorphologie, le laisse tout de même exposé au vent dominant (nord-est). Ce site est situé au pied d'une montagne et les quelques plages sableuses, qui y existent ont un linéaire côtier assez réduit et une largeur qui ne dépasse pas une quinzaine de mètres. Globalement, l'aspect sous-marin du site de Stidia est principalement constitué par une alternance de substrats rocheux, d'éboulis et de substrats sableux.

Le site de Stidia est soumis à de nombreuses activités anthropiques, occupation humaine (rejets et apports des zones habitées), agriculture, tourisme en période estivale (baignade, plongée) et pêche (ancrage, chalutage); c'est les raisons pour lesquelles notre choix s'est porté sur ce site, d'autant plus qu'il est aisément accessible.



Figure 15. Localisation de la zone d'échantillonnage (étoile rouge) au niveau de *Stidia*-plage.



Figure 16. Point d'échantillonnage à *Stidia plage*

5. Choix et intérêt du matériel biologique

Notons que malgré l'importance écologique incontestable des oursins dans la structuration des communautés benthiques, le régime alimentaire des oursins est mal étudié et on est confronté à un manque de données sur leurs activités trophique. Dans le but d'étudier le comportement alimentaire des deux principales espèces d'oursins de l'infralittoral superficiel de la côte de Mostaganem, le choix s'est porté sur deux espèces d'oursins réguliers qui partagent largement leur habitat et distribution. *Arbacia lixula* et *Paracentrotus lividus* qui figurent parmi les espèces d'oursins les plus communes de la méditerranée.

6. Echantillonnage

Un prélèvement de cinq (05) individus d'oursins noirs (*Arbacia lixula*) a été réalisé en apnée, durant les trois mois ; mars, avril et mai 2017, en zone intertidale, et à une profondeur comprise entre 1 et 5m. Dans les sites choisis pour cette expérience (Salamandre –Stidia-plage), le substrat est dur et riche en algues encroûtante. De plus, un autre prélèvement de cinq (05) individus

d'oursins livides (*Paracentrotus lividus*) dans les mêmes zones intertidales, et les mêmes profondeurs.

Le ramassage des oursins a été effectué chaque début du mois entre 08 h et 10 h de le matin, et les spécimens mesurant entre 30 et 60 mm de diamètre, ont été transportés au laboratoire dans une glacière à 4°C.

7. Traitement au laboratoire

7.1. Analyse des contenus digestifs

Dans cette partie, on a analysé le contenu digestif des oursins des deux espèces *A. lixula* et *P.lividus* provenant du site des deux sites Stidia et Salamandre. Le nombre de contenu digestif analysé par espèce a été de cinq (05) individus.

Par ailleurs, on a réalisé pour cette partie, des prélèvements des échantillons de la couverture végétale retrouvée sur le substrat dur, où ont été prélevés les oursins. Ainsi, la majorité d'espèces végétales associées aux oursins, a été obtenue par grattage intégral de chaque espèce sur des surfaces homogènes, et sur une profondeur allant de 0 à 5 m de profondeur, en scaphandre autonome.

Au laboratoire, les échantillons ont été rincés à l'eau de mer filtrée, triés par groupe et prises en photos pour une ultérieure opération d'identification.

Pour cette analyse, le contenu digestif de chaque individu destiné, a été conservé dans de l'eau de mer formolée à 10%.

Les oursins sont ouverts selon l'ambitus (cercle équatorial). Le tube digestif a la même disposition chez les deux espèces étudiées : en partant de la bouche, l'estomac (qui prolonge un court œsophage) fait un tour complet en passant sur les gonades jusqu'à la zone du radius primaire où l'intestin repart en sens inverse jusqu'à l'anus, diamétralement opposé à la bouche (Koehler,1921;Tortonese,1965). Le contenu digestif est constitué de petites pelotes de forme et de taille diverses. La forme des pelotes peut être très variable et dépend surtout de leur contenu.

Les différents items distingués dans les contenus digestifs, ont été identifiés comme suit :

- Les algues déterminées avec le maximum de précision possible.
- Les débris organiques telles que : les cyanophycées, spicules d'éponge, etc.
- Les feuilles de *Posidonia oceanica*.

- Le sable, ce terme désigne des fragments de roche ou du sédiment d'origine biogène ou minérale.

7.2. La méthode des contacts

Pour une étude qualitative qui ne nécessite que l'identification des items présents, sans descripteur particulier, on a opté pour la méthode des contacts de Jones (1968), modifié par Nedelec (1982), Verlaque et Nedelec (1983) et Verlaque (1987). Dix lames comportant 15 à 20 boulettes prélevées au hasard sont préparées pour chaque contenu digestif. Les pelotes alimentaires sont étalées entre lame et lamelle, et cette préparation, est placée sous l'objectif du microscope et est déplacée au hasard. A chaque position, l'espèce se trouvant exactement sous le réticule de l'oculaire est identifiée ; il s'agit d'un « contact ». Lorsque deux espèces sont superposées sous le réticule de l'oculaire, un contact est compté pour chacune d'elles. Dix contacts sont réalisés pour chaque lame, soit 100 contacts pour l'ensemble d'un contenu digestif. La somme des contacts pour un végétal établit le pourcentage de sa présence dans le contenu digestif.



Figure 17. Photos montrant des étapes de la méthode des contacts

7.2.1. La contribution des aliments

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 :

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

7.2.2. L'indice de similarité de Steihaus (ou de Sorensen)

Le coefficient de similarité de Steinhaus ou l'**indice de Sorensen-Dice**, connu aussi sous les noms d'**indice de Sorensen**, **coefficient de Dice** et d'autres noms encore, est un indicateur statistique qui mesure la similarité de deux échantillons.

Il vérifie l'homogénéité des contenus digestifs des oursins dans un même biotope.

$$\beta = 2c / (S1 + S2), \text{ compris entre 0 et 1.}$$

S1 : nombre d'items enregistré dans le premier individu.

S2 : nombre d'items enregistré dans le deuxième individu.

c : nombre d'items commune entre les deux individus.

Chapitre III

Résultats et discussion

1. Analyse du contenu digestif des populations d'oursins échantillonnés dans la région de Mostaganem

L'étude du comportement alimentaire a concerné deux principales espèces d'oursins *Arbacia lixula* et *Paracentrotus lividus* de l'infralittoral superficiel de la côte de Mostaganem et est illustrée comme suit :

1.1. Comportement alimentaire des populations échantillonnées dans le site de Salamandre

1.1.1. Comportement alimentaire de la population d'*Arbacia lixula* à Salamandre

Tableau 1. Variation de la contribution moyenne (en pourcentage) d'items des contenus digestifs des oursins *A.lixula* et de l'indice de similarité dans le site de Salamandre durant les trois mois d'étude, 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
mars	27,25	22,5	37.00	1,25	0.00	9.00	3.00	0.91
avril	16,5	19.00	28,5	17.00	0.00	14,5	4,5	1.00
mai	23.00	17.00	37.00	4.00	4,5	7,5	7.00	0.91
moyenne	22.25	19.50	34.17	7.42	1.50	10.33	4.83	0.94

L'analyse de la figure 1 et du tableau 1 montre que le régime alimentaire d'*A.lixula* dans le site de salamandre est diversifié. L'indice de similarité de Steihaus très élevé varie entre 0.91 et 1, traduit bien l'homogénéité des contenus digestifs des populations d'oursins de Salamandre.

Durant les trois mois d'étude, les algues rouges occupent la première place en matière de préférence alimentaire chez l'oursin noir. Ensuite, on retrouve les algues vertes en deuxième position, durant les mois de mars et de mai, suivi des algues brunes pour les même mois. Sauf pour le mois d'avril où elles se trouvent en deuxième position. Pour les autres fractions alimentaires ; On remarque que durant le mois d'Avril, les cyanophycées et le sable sont retrouvés dans le contenu digestif d'*Arbacia lixula* avec un pourcentage assez élevé et représenté respectivement de 17% et 14.5 % (tableau 1). Quant à la fraction de débris organique, il est retrouvé avec un faible pourcentage et qui varie de 3 à 7 %, durant toute la période d'étude. Par ailleurs, la dernière position est occupée par la posidonie avec 4.5% pour le

mois de mai et est absente dans le contenu digestif d'*Arbacia lixula* durant les autres mois (mars et avril).

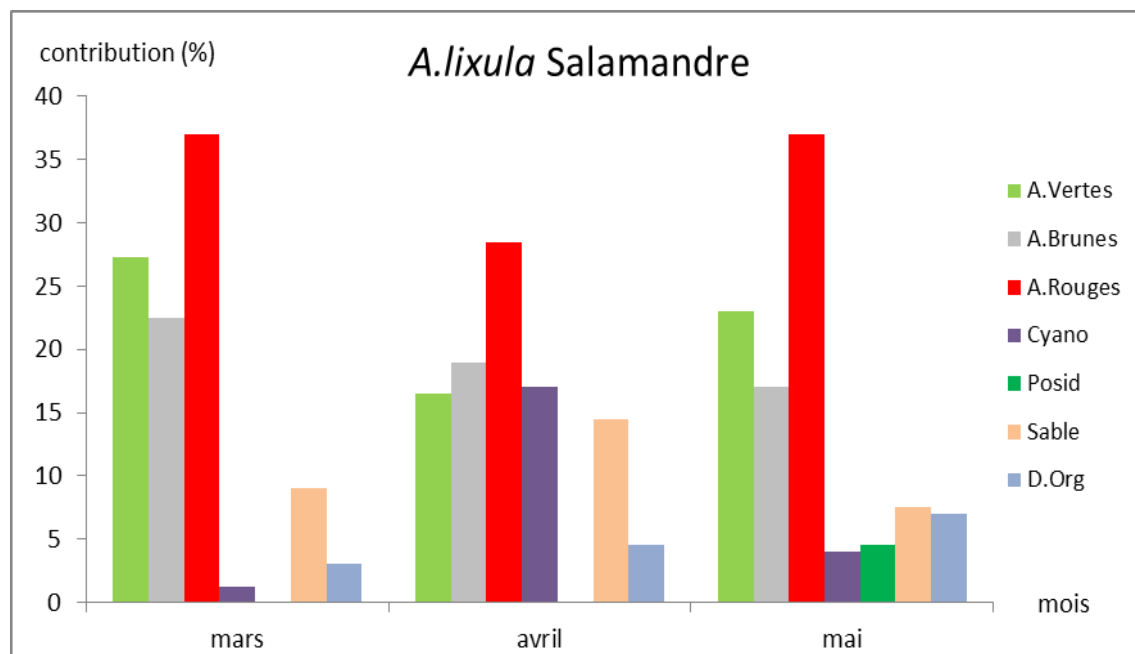


Figure 1. Pourcentage d'aliments consommés par la population d'*A.lixula* vivant dans le site de Salamandre durant les trois mois d'étude (mars, avril et mai).

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

Tableau 2. 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 les trois mois d'étude, avec A : Algues ; Cyano : Cyanophycées ; D.O: Débris organique et IS : indice de similarité.

	A.Vertes	A.Brunes	A.Rouges	Cyano	Posidonie	Sable	D.O	IS
mars	4,67	39,33	15,33	10,67	22,00	6,67	1,33	0.92
avril	15,33	32,67	22,67	8,67	0,00	8,00	12,67	1.00
mai	8,67	30,67	28,67	9,33	13,33	6,67	2,67	1.00
moyenne	8.67	30.67	28.67	9.33	13.33	6.67	2.67	0.97

L'étude de la figure 2 et du tableau 2, montre une nette dominance d'algues brunes dans les contenus digestifs de l'oursin livide dans les trois mois d'étude. Les algues rouges arrivent en

deuxième position pour les mois avril et mai. La posidonie est présente avec un pourcentage de 22% durant le mois de mars et qui occupe la troisième position pour le mois de mai, tandis qu'elle est absente durant le mois d'avril. Quant aux cyanophycées, leur présence dans le contenu digestif varie entre 8.67 et 10.67% précèdent les algues vertes pour les mois mars et mai, tandis que pour le mois d'avril, elles occupent la troisième position dans les contenus digestifs de *P.lividus*. 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 entre 0.92 et 1.

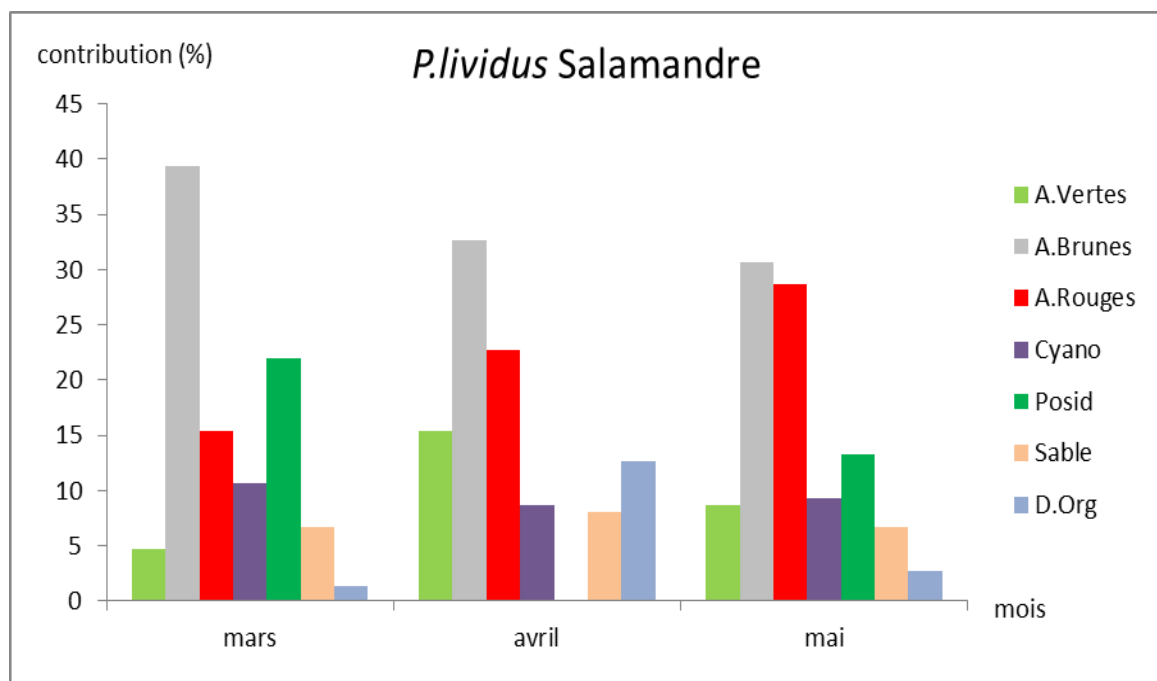


Figure 2. Pourcentage d'aliments consommés par la population de *P.lividus* vivant dans le site de Salamandre durant les trois mois d'étude (mars, avril et mai).

1.2. Comportement alimentaire des populations échantillonnées dans le site de Stidia

1.2.1. Comportement alimentaire de la population d'*Arbacia lixula* à Stidia

Tableau 3. Variation de la contribution moyenne (en pourcentage) d'items des contenus digestifs des oursins *A.lixula* et de l'indice de similarité dans le site de Stidia durant les trois mois d'étude avec A : Algues ; Cyano : Cyanophycées ; D.O: Débris organique et IS : indice de similarité.

	A.Vertes	A.Brunes	A.Rouges	Cyano	Posidonie	Sable	D.O	IS
mars	28,50	21,50	32,50	5,25	0.00	9,75	2,75	0.91
avril	27,50	19.00	37,50	3.00	0.00	10.00	3.00	0.91
mai	25.00	19.00	32,50	3,50	0.00	15,5	4,5	0.91
moyenne	27.00	19.83	34.17	3.92	0.00	11.75	3.42	0.91

Comme pour le site de salamandre, l'analyse de la figure 3 et le tableau 3 montre que l'alimentation préférentielle des oursins noirs vivant au niveau du site de Stidia, se caractérise par les algues rouges qui sont représentées par un pourcentage allant de 32 à 37%. Ensuite, on retrouve les algues vertes en deuxième position en matière d'alimentation dans la majorité des mois. Quant aux algues brunes, ces dernières occupent la troisième position en matière d'algues macrophytes, dans l'alimentation de l'oursin *A. lixula*. On note, aussi, que l'on retrouve la fraction de sable dans le contenu digestif d'*A.lixula* vivant à Stidia avec une forte proportion qui varie entre 9 et 15.5%. Ensuite, on retrouve la fraction cyanophycées avec des contributions de 3.92 % en moyenne, suivi des fractions débris organiques peu abondante par des contributions de 3.42 %.

On signale que la phanérogame *Posidonia oceanica* est inexistante dans les contenus digestifs des oursins noirs du site de Stidia durant les trois mois de notre étude.

L'indice de similarité indique une valeur importante de 0.91 qui signifie une bonne homogénéité des contenus digestifs des oursins noirs du site de Stidia.

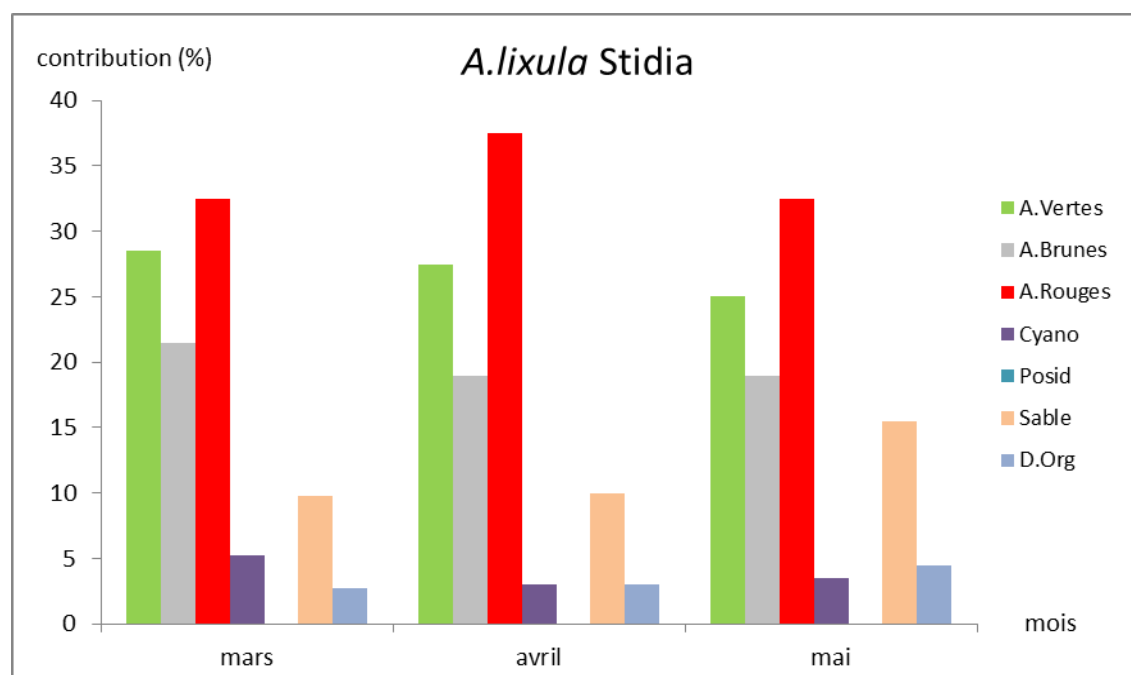


Figure 3. Pourcentage d'aliments consommés par la population d'*A.lixula* vivant dans le site de Stidia durant les trois mois d'étude (mars, avril et mai).

1.2.2. Comportement alimentaire de la population de *P.lividus* de Stidia

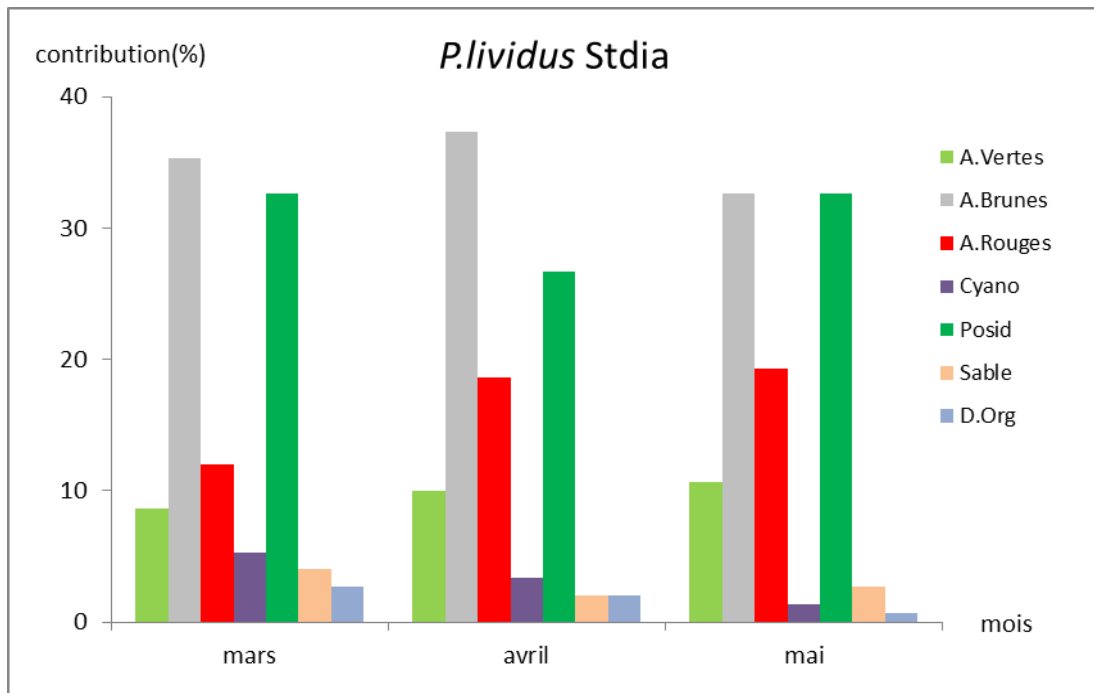
Tableau 4. Variation de la contribution moyenne (en pourcentage) d'items des contenus digestifs des oursins *P.lividus* et de l'indice de similarité dans le site de Stidia durant les trois mois d'étude avec A : Algue ; Cyano : Cyanophycées ; D.O: Débris organique et IS : indice de similarité.

	A.Vertes	A.Brunes	A.Rouges	Cyano	Posidonie	Sable	D.O	IS
mars	8,67	35,33	12,00	5,33	32,67	4,00	2,67	0.91
avril	10.00	37,33	18,67	3,33	26,67	2.00	2.00	0.83
mai	10,67	32,67	19,33	1,33	32,67	2,67	0,67	0.83
moyenne	9.78	35.11	16.67	3.33	30.67	2.89	1.78	0.85

L'étude de la figure 4 et du tableau 4, montre une préférence pour les algues brunes (35.11 % en moyenne) dans les contenus digestifs de l'oursin livide dans les trois mois d'étude. La posidonie arrive en deuxième position pour les mois de mars et d'avril, et elle occupe la première place avec les algues brune durant le mois de mai avec une contribution de 32.67 %. Par ailleurs, les algues rouges sont en troisième position avec proportions allant de 12 à 19.33 %. Suivi des

algues vertes représentées par 9.78 % de contribution en moyenne. Pour les autres fractions, leurs présence dans le contenu digestif de *P.lividus* est plus ou moins faible ; où le pourcentage des cyanophycées est plus élevé que celui de la fraction sable, alors que le pourcentage des débris organiques est le plus faible.

L'indice similarité qui se situe entre 0.83 et 0.91 traduit une bonne homogénéité des contenus digestifs des oursins livide du site de Stidia.



Figur 4. Pourcentage d'aliments consommés par la population de *P.lividus* vivant dans le site de Stidia durant les trois mois d'étude (mars, avril et mai).

1.3. Comparaison du comportement alimentaire des deux espèces *Paracentrotus lividus* et *Arbacia lixula* échantillonnés dans la région de Mostaganem

1.3.1. Comparaison du comportement alimentaire des deux espèces *A.lixula* et *P.lividus* dans le site de salamandre

Tableau 5. Variation de la contribution moyenne (en pourcentage) d'items des contenus digestifs des oursins *A.lixula* et *P.lividus* dans le site de Salamandre durant les trois mois d'étude avec A : Algue ; Cyano : Cyanophycées ; D.O: Débris organique.

		A.Vertes	A.Brunes	A.Rouges	Cyano	Posidonie	Sable	D.O
MARS	<i>A.lixula</i>	27,25	22,50	37,00	1,25	0,00	9,00	3,00
	<i>P.lividus</i>	4,67	39,33	15,33	10,67	22,00	6,67	1,33
AVRIL	<i>A.lixula</i>	16,50	19,00	28,50	17,00	0,00	14,50	4,50
	<i>P.lividus</i>	15,33	32,67	22,67	8,67	0,00	8,00	12,67
MAI	<i>A.lixula</i>	23,00	17,00	37,00	4,00	4,50	7,50	7,00
	<i>P.lividus</i>	8,67	30,67	28,67	9,33	13,33	6,67	2,67

L'analyse de la figure 5 et du tableau 5 montre que dans l'ensemble les oursins *A.lixula* du site de salamandre se nourrissent de façon préférentielle d'algues rouges, puis des algues vertes (mars et mai), ensuite les algues brunes, et enfin les autres fractions ; sable, débris organique, cyanophycées et la posidonie en dernière position.

Contrairement aux oursins noirs, les oursins de *P.lividus* du même site, ont une préférence pour les algues brunes, suivie des algues rouges (mars et mai), ensuite la posidonie pour les mois mars et mai. Les algues vertes occupent la dernière position en matière d'algues macrophytes. Ensuite on retrouve les autres fractions Cyanophycées, sable et les débris organiques.

Les deux espèces du site de salamandre ont présentés un régime alimentaire herbivore. Ces deux espèces ont montré une préférence claire pour une alimentation bien précise ; les algues rouges chez les oursins noirs, et une préférence pour les algues brunes chez les oursins livides. Néanmoins, les deux espèces réunis ont montré une préférence claire pour les algues rouges dans les mois d'avril et mai. Une sorte de compétition est observée entre les deux espèces pour cette ressource, ce qui est traduit par l'occupation du même biotope par les deux espèces.

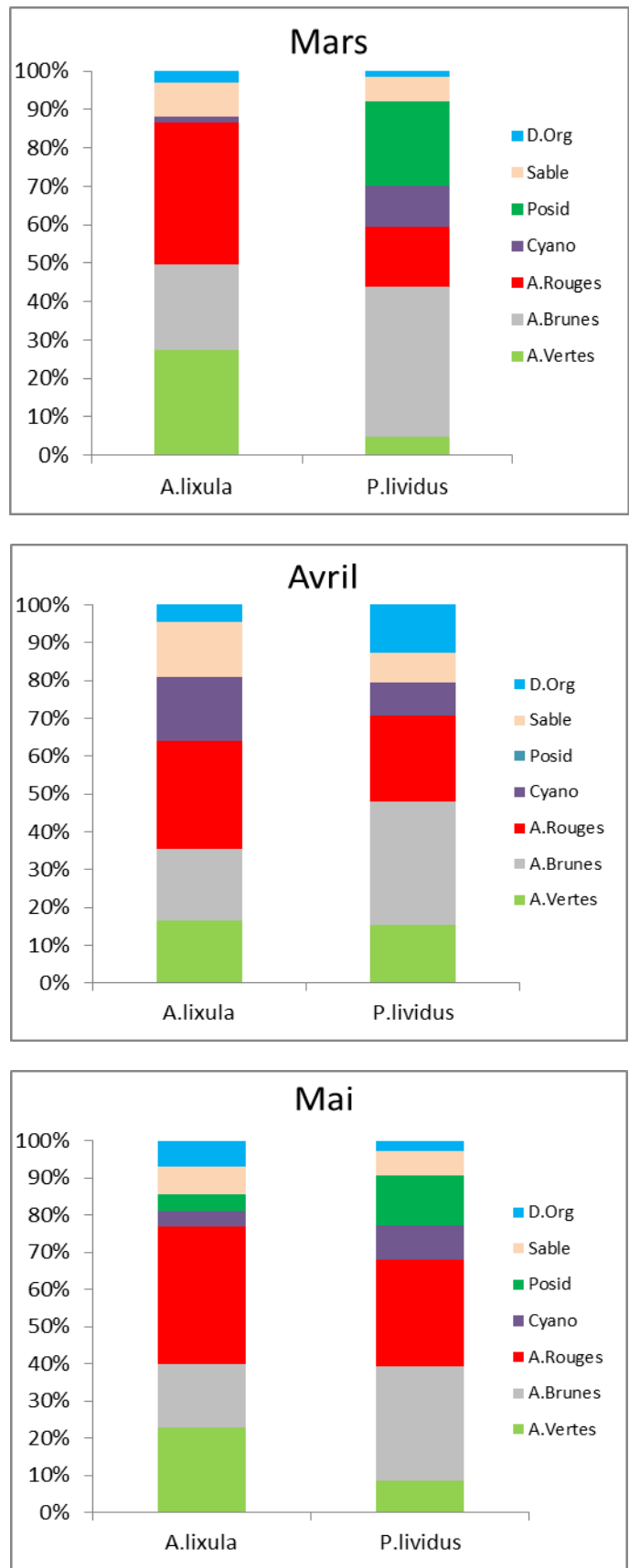


Figure 5. Pourcentage d'aliments consommés chez les individus de *Paracentrotus lividus* et *Arbacia lixula*, vivants à Salamandre durant les trois mois d'étude.

1.3.2. Comparaison du comportement alimentaire des deux espèces *A.lixula* et *P.lividus* dans le site de Stidia

Tableau 5. Variation de la contribution moyenne (en pourcentage) d'items des contenus digestifs des oursins *A.lixula* et *P.lividus* dans le site de Stidia durant les trois mois d'étude avec A : Algues ; Cyano : Cyanophycées ; D.O: Débris organique.

		A.Vertes	A.Brunes	A.Rouges	Cyano	Posidonie	Sable	D.O
MARS	<i>A.lixula</i>	28,50	21,50	32,50	5,25	0,00	9,75	2,75
	<i>P.lividus</i>	8,67	35,33	12,00	5,33	32,67	4,00	2,67
AVRIL	<i>A.lixula</i>	27,50	19,00	37,50	3,00	0,00	10,00	3,00
	<i>P.lividus</i>	10,00	37,33	18,67	3,33	26,67	2,00	2,00
MAI	<i>A.lixula</i>	25,00	19,00	32,50	3,50	0,00	15,50	4,50
	<i>P.lividus</i>	10,67	32,67	19,33	1,33	32,67	2,67	0,67

On analysant la figure 6 et le tableau 6, on observe que les oursins noirs du site de Stidia adoptent la même stratégie trophique utilisée par les oursins vivant dans le site de la Salamandre. Sachant que le site de Stidia présente un biotope mixte et riche en algues photophyles, les préférences alimentaires s'orientent vers les algues rouges en premier lieu, suivi des algues vertes, ensuite les algues brunes. La fraction sable est importante jusqu'à 15 % de contribution, ensuite les fractions débris organiques et les cyanophycées. On note l'absence de la posidonie dans les contenus digestifs des oursins noirs de Stidia.

Pour les populations de *P.lividus* du même site, l'alimentation préférée se caractérise par les algues brunes en première position pour les mois de mars et avril, suivi de la posidonie, ensuite les algues rouges en troisième position, pour enfin retrouver les algues vertes en matière d'algues macrophytes. Par contre, les autres fractions sont retrouvées en dernière position respectivement comme suit les cyanophycées, sable et enfin les débris organiques.

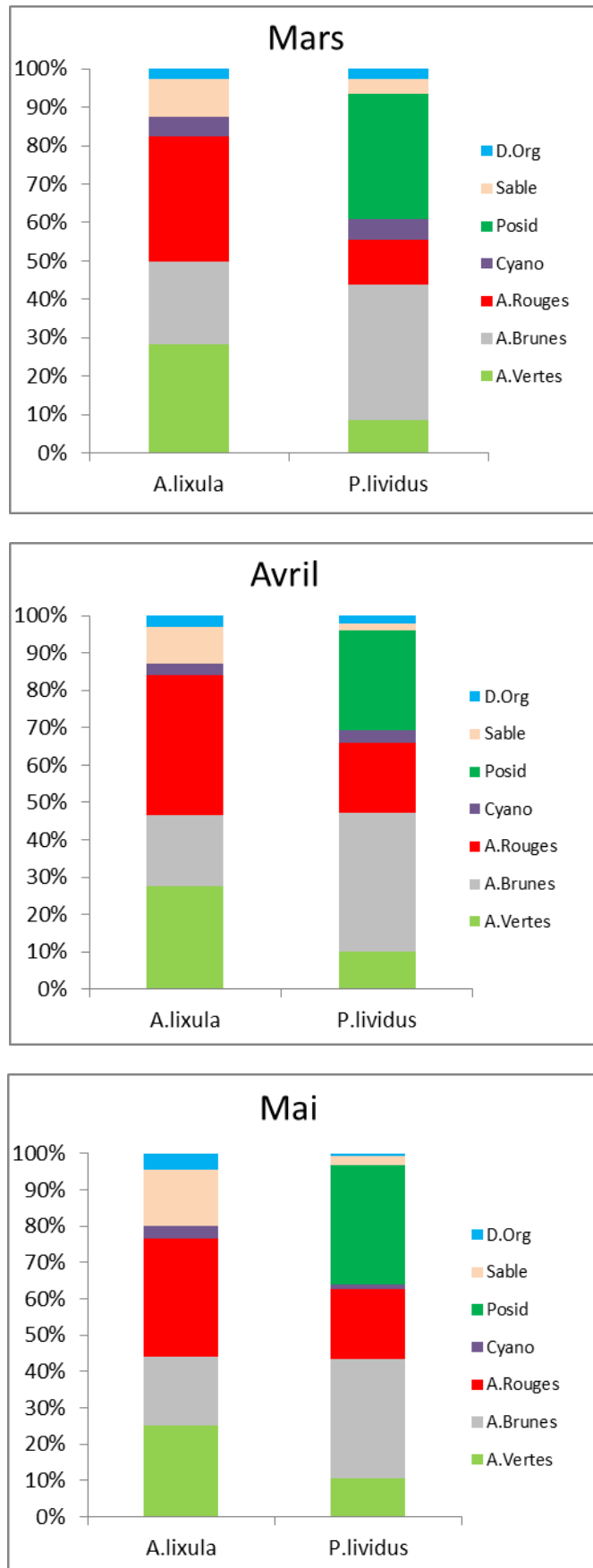


Figure 6. Pourcentage d'aliments consommés chez les individus de *Paracentrotus lividus* et *Arbacia lixula*, vivants à Stidia durant les trois mois d'étude.

On se basant sur les résultats de l'analyse des figures 5 et 6, on constate que les oursins *A.lixula* et *P.lividus* se nourrissent généralement de façon identique dans les deux sites et durant les trois mois de notre étude. Le régime alimentaire de ces oursins dans la région de Mostaganem est très diversifié, avec des proportions assez variables. L'essentielle de l'alimentation d'*Arbacia lixula* et *P.lividus* se compose de forte proportion en flore algale.

Le point de vue global, c'est qu'ils sont des compétiteurs pour une alimentation d'algues, même si une telle concurrence présumée semble atténuée par une préférence sélective de *P. lividus* pour les algues dressées, tandis qu'*A.lixula* à une préférence pour les algues corallines encroûtantes (Kempf, 1962; Régis, 1978; Verlaque et Nédélec, 1983; Frantzis et al., 1988; Bulleri et al., 1999; Boudouresque et Verlaque, 2001; Privitera et al., 2008).

L'oursin noir présente une préférence pour les algues rouges suivi des autres fractions de sable, débris organiques, posidonie et enfin les cyanophycées. Ce dernier présente un comportement de racleur (Ogden, 1976), en s'attaquant aux strates encroûtante et gazonnante. Sa préférence pour les Corralinaceae encroutantes est apparue très marquée. Sachant que ce taxon se trouve parmi les taxons les plus dominants dans le peuplement phytobentique des deux sites choisis. Par ailleurs, *A.lixula* à une souplesse trophique considérable, allant d'omnivore à une forte tendance carnivore strict. *Cet oursin* est donc un omnivore qui tend à se convertir en carnivore (Wangensteen et al., 2011) et dispose d'un fort potentiel d'impact sur les zones rocheuses peu profondes (Bonaviri et al., 2011 ; Gianguzza et Bonaviri, 2013).

Il se comporte comme un prédateur, il gratte et peut raser totalement le substrat des structures et les algues encroutantes, ainsi que les animaux sessiles. *A.lixula* recouvre largement son habitation avec l'oursin comestible *Paracentrotus lividus* commun (Lamarck, 1816) (Agnetta et al., 2013, Agnetta et al., 2015). Il se nourrit d'algues calcaires qui se détachent du substrat (Barios et al, 2010).

Le régime alimentaire de *P.lividus* se révèle très variable et suivant la région occupée. De nombreux auteurs, le considèrent comme relativement éclectique dans le choix de sa nourriture. Dans les régions pauvres en macrophytes dressées, *P.lividus* se comporte comme «un racleur généraliste», la croissance rapide et continue de ses dents est de 1 à 1.5 mm/semaine (Märkel, 1969) et le contraint à un broutage presque incessant pour les user. Il est capable de ronger n'importe quoi y compris la roche, devenant dans certaines régions calcaires, un agent d'érosion non négligeable (Schneider et Torun-ski, 1983 ; Verlaque et Nedelec, 1983b).

Il peut cependant dans certaines conditions, être omnivore (Niell et Pastor, 1973; Regis, 1978), ce qui fait qu'en plus de la fraction végétale, on peut retrouver dans son contenu digestif une fraction animale, constituée de Foraminifères, de Spongiaires et de Bryozoaires (Traer, 1980; Verlaque, 1987b) ainsi que de Crustacés (Niell et Pastor, 1973). L'analyse des Contenus digestifs de cet oursin suggère que c'est un brouteur opportuniste comme le sont de nombreux échinides réguliers (De Ridder et Lawrence, 1982). En présence d'une ressource algale abondante, *P. lividus* fait preuve d'une certaine sélectivité (Verlaque, 1987b). Dans l'herbier à *Posidonia oceanica*, cette sélectivité dans l'alimentation varie avec la taille. L'oursin *P. lividus* se tient généralement entre les rhizomes de *Posidonia oceanica* (Kempf, 1962; Semroud, 1993; Guettaf, 1997) ; il monte sur les feuilles la nuit (Kempf, 1962) et parfois le jour au printemps (Azzolina, 1988) ; cet oursin est beaucoup plus actif la nuit que le jour (Shepherd et Boudouresque, 1979; Dance, 1987). Ainsi, il passe de la consommation d'organismes de la strate encroûtante épiphyte des rhizomes et des feuilles (*Peyssonnelia*, *Corallinaceae*, faune sessile) chez les juvéniles, aux feuilles et à leurs épiphytes chez les individus de plus de 20 mm de diamètre sans les radioles (Verlaque, 1987a), pour enfin consommer préférentiellement la partie la plus épiphytée de la feuille (Traer, 1980; Nedelec et Verlaque, 1984). C'est un animal brouteur à régime généraliste mais essentiellement herbivore dans son milieu naturel.

La collecte des végétaux en épave, un autre mode de nutrition, tient une place importante dans les activités trophiques de *P. lividus*, (Verlaque, 1987b). Ainsi, Verlaque et Nedelec (1983a) ont remarqué que les fragments de feuilles de *Posidonia oceanica* peuvent représenter 40 % du contenu digestif d'individus vivant sur un substrat rocheux où la phanérogame *P. oceanica* est absente.

Ce comportement est également observé chez les deux espèces dans le site de Salamandre, où la phanérogame *P. oceanica* est rare dans le milieu mais existe dans le contenu digestif des deux espèces.

2. Identification des échantillons de la couverture végétale associée aux oursins étudiés

2.1. Le peuplement phytobentique

Le peuplement végétal récolté durant les trois mois d'étude (mars, avril et mai) associé aux oursins étudiés dans les deux sites (Salamandre et Stidia-plage), est constitué par une mosaïque de strate gazonnante, arbustive et encroûtante. Ces peuplements sont représentés en générale par les groupes d'espèces suivantes :

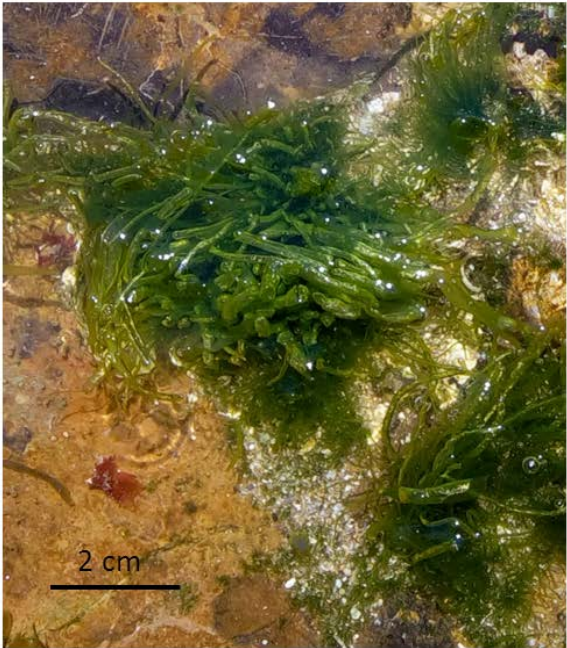
- **Algues vertes**



Caulerpa racemosa



Codium sp



Ulva sp



Colpomenia sp



Caulerpa sp

• Algues brunes



Cystoceira sp



Laminaria sp

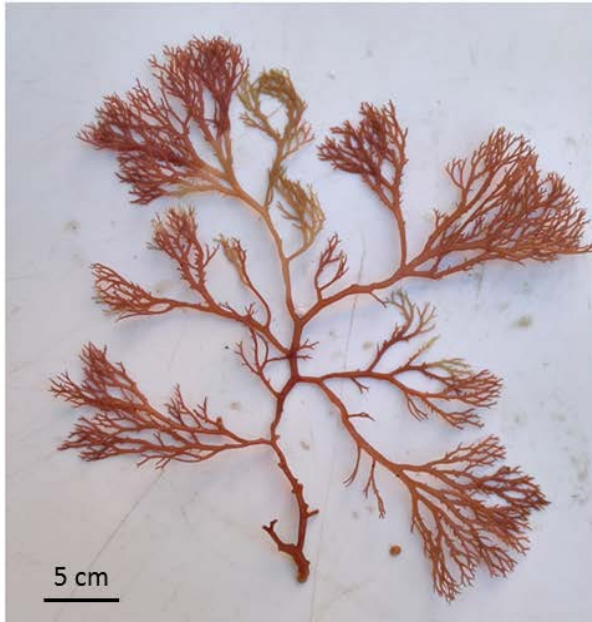


Dichtyota sp



Padina sp

- Algues rouges



Sphaerococcus coronopifolius



Coralina elongata



Gelidium sp



Jania rubens



Lithiphylum sp

• Plantes à fleurs



Posidonia oceanica

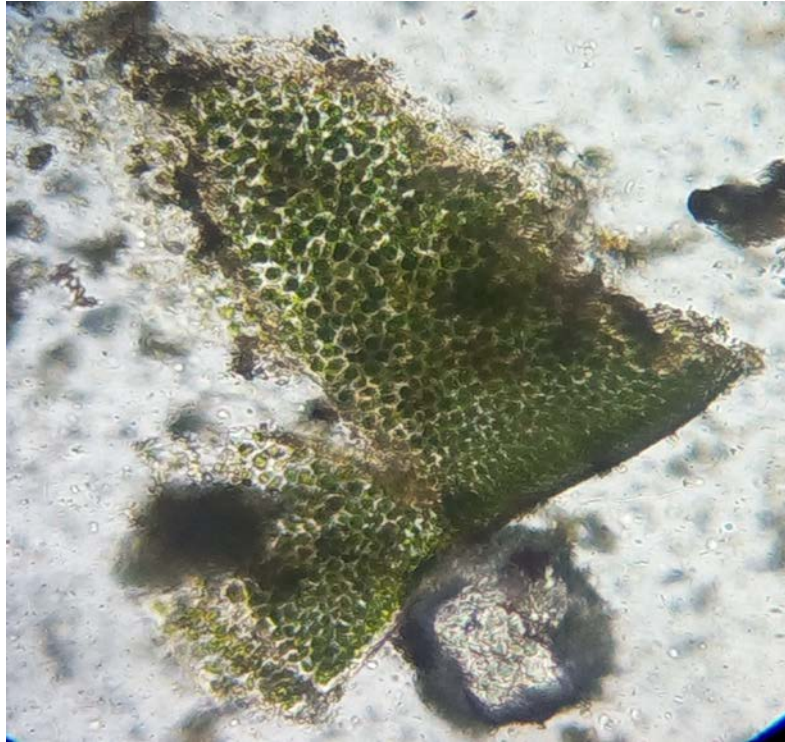


Zostera sp

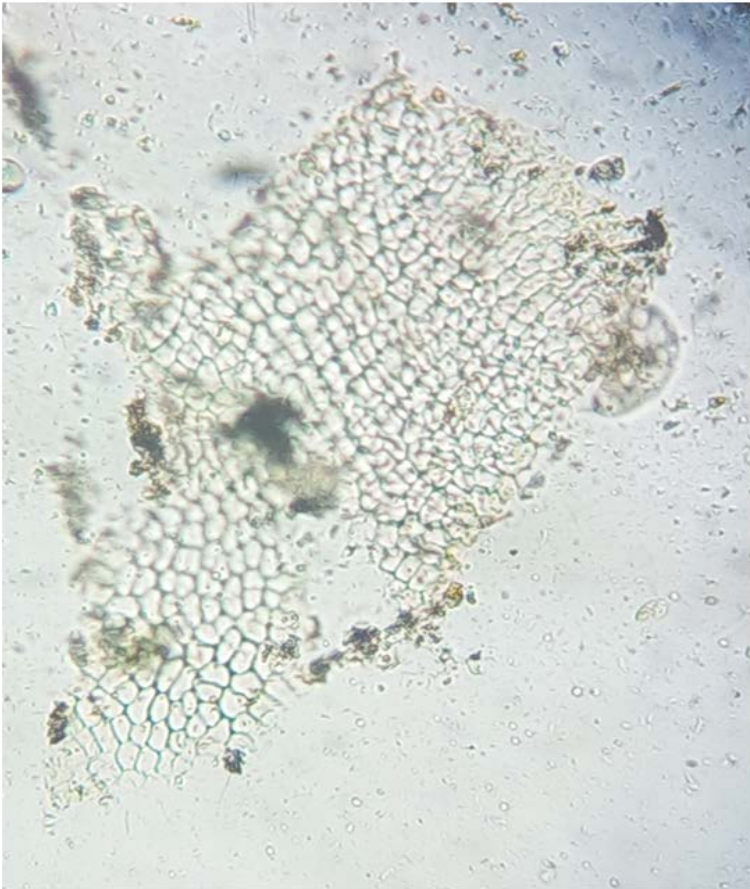
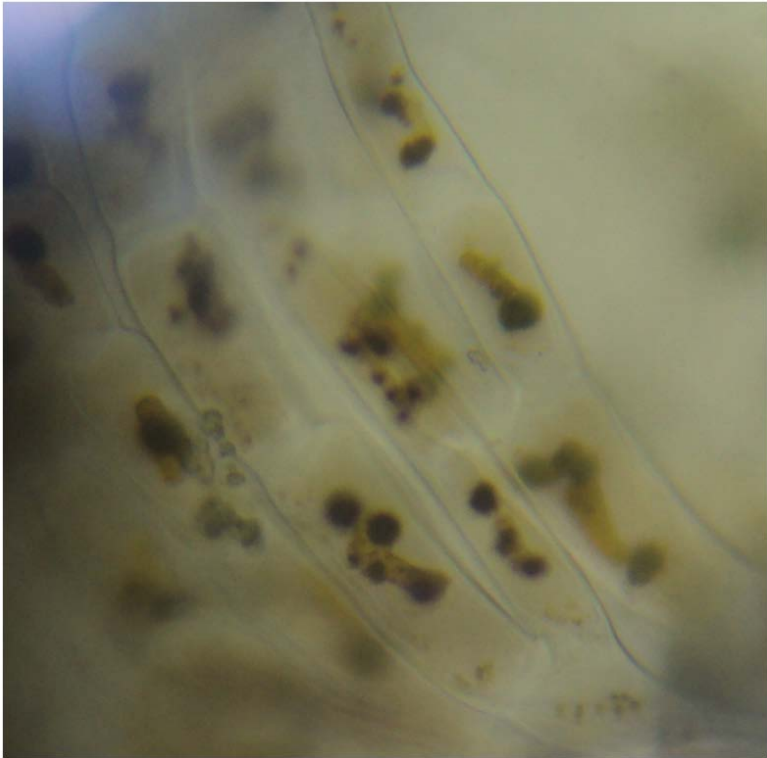
2.2. Observation microscopique

Les différents fragments digérés (végétaux, animaux ou inorganique a la fois) par les deux oursins sont analysés au microscope (x 100), et cités ci-dessous

- Algues vertes



- Algues brunes



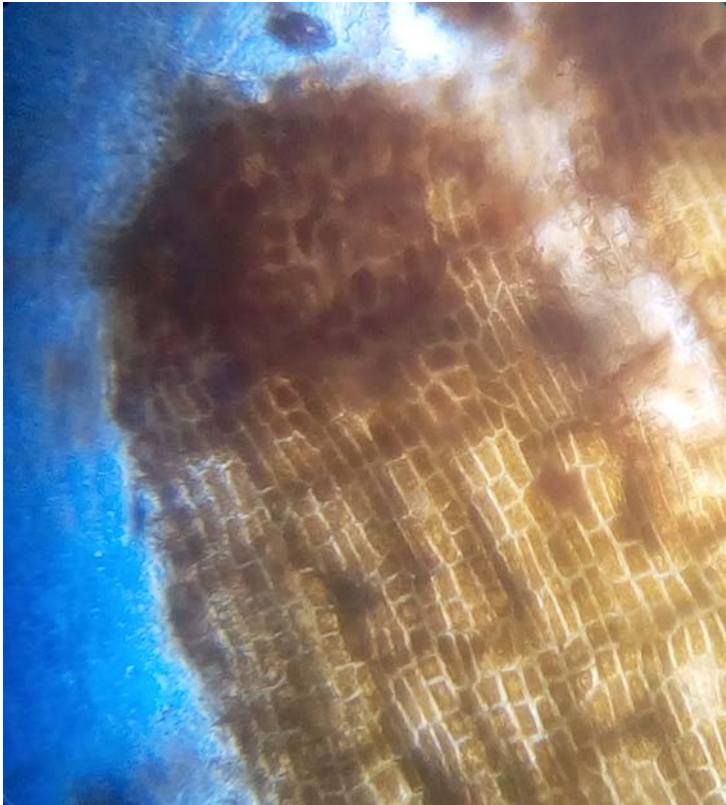
- Algues rouges



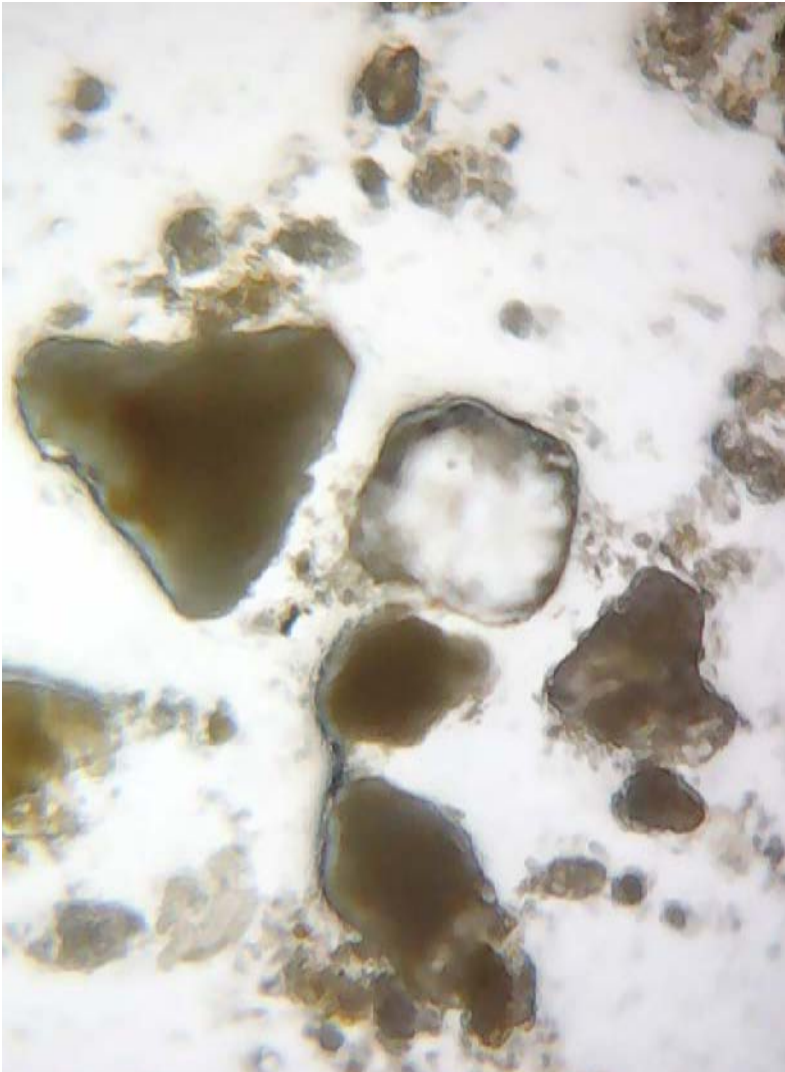
- Débris organiques



- Plantes a fleurs



- sables



Conclusion

Conclusion

Dans le cadre de notre travail, où on a visé de déterminer les préférences alimentaires, ainsi que les stratégies trophiques des populations d'oursins réguliers les plus abondants de notre littorale Mostaganemois, *A.lixula* et *Paracentrotus lividus*. Nous avons recourue à une méthode qualitative simple et efficace connue par la méthode de contact de Jones (1968).

Deux sites ont été choisis pour cela, la Salamandre à substrat rocheux, riche en algues photophiles; et Stidia à substrat mixte, relativement saint et riche en algues photophiles.

L'analyse nous révélée que d'une façon globale, les deux populations d'oursins de la région de Mostaganem ont un caractère trophique herbivore. Les proportions dominantes ont été accordées aux algues macrophytes.

Avec une nette préférence pour les algues rouges pour *Arbacia lixula*, durant toute la période de l'expérience, où il a montré qu'il a une préférence pour les corralinaceae encroustantes, ensuite les algues vertes et les algues brunes, et enfin les autres fractions de sable, débris organique, la posidonie et dernier les cyanophycées.

Paracentrotus lividus quant à lui, il s'est avéré qu'il a une affinité pour les algues brunes, ensuite les autres fractions suit ; la posidonie, les algues rouges, vertes, les cyanophycées sables et débris organiques.

Concernant les stratégies trophiques l'étude à montrer qu'*A.lixula* présente un comportement de racleur, on s'attaquant aux strates encroûtante et gazonnante. Tandis que *Paracentrotus lividus* est un brouteur qui a une préférence marquée pour la strate arbustive et arborescente et spécialement pour les algues brunes.

En ce qui concerne la couverture végétale associée aux oursins, l'identification de ces végétaux nous a permis de classer le peuplement phytobentique des deux sites. Ainsi, les deux sites sont constitués par une mosaïque de strate gazonnante, arbustive et encroûtante.

Ceci est confirmé par les valeurs très importantes des indices de similarités, qui traduisent bien l'homogénéité des contenus digestifs des deux populations d'oursins (Salamandre et Stidia), ainsi les deux biotopes regroupent des lignés systématiques très semblables.

Pour une meilleure compréhension de la biologie de ces espèces, d'autres travaux sont nécessaire pour dégager leurs rôles écologiques, à savoir :

- Les différents paramètres influençant les conditions de vie de cet oursin.
- La dynamique des populations sur une période étalée et à une plus large échelle bathymétrique.
- La biochimie des gonades pour les valoriser d'un point de vue nutritionnel et aussi pour les intestins dans le but de quantifier l'activité trophique et le régime alimentaire et déterminer son rôle écologique dans les écosystèmes benthiques.
- Le cycle saisonnier des larves planctoniques.
- Et enfin, l'évolution des indices physiologiques doit être réalisée, tout au long d'une année d'échantillonnage, avec un plus grand nombre d'individus par classe de taille.

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.
- Andrew N.L et Underwood A.J. 1993.** Density-dependent foraging in the sea urchin *Centrostephanus rodgersii* on shallow subtidal reefs in New South Wales, Australia. *Mar Ecol Prog Ser*, 99: 89-98.
- Azzolina J.F. 1988.** Contribution à l'étude de la dynamique de populations de l'oursin comestible *Paracentrotus lividus* (Lmck). Croissance, recrutement, mortalité, migrations. Thèse Doct 3^{ème} cycle, Univ Aix-Marseille II, 225p.
- Benedetti-Cecchi L. et Cinelli F. 1995.** Habitat heterogeneity, sea urchin grazing and the distribution of algae in littoral rock pools on the west coast of Italy (western Mediterranean). *Mar Ecol Prog Ser*, 126: 203-212.
- Berthon J.F. 1987.** Relations trophiques entre quelques espèces d'échinodermes et le phytobenthos dans la baie de Port-Cros (Var, France). Mém. D.E.A. Océanographie Biologique, Univ. P. et M. Curie, Fr.: 1-72.
- Bonaviri C., Vega Fernandez T., Fanelli G., Badalamenti F et Giangyza P. 2011.** Leading role of the sea urchin *Arbacia lixula* in maintaining the barren state in southwestern Mediterranean. *Mar Biol*, 158: 2505-2513.
- Boudouresque C.F. et Verlaque M. 2001.** Ecology of *Paracentrotus lividus*. In Lawrence J.M. ed: Edible sea urchins: biology and ecology, Amsterdam: Elsevier Sciences, 177-216.
- Boukhelf K. 2007.** Etude de l'écosystème marin d'oued Sadaoua Sidi Lakhdar Mostaganem. (Étude hydrologique, bactériologique et physicochimique). Mém. Ingénieur. d'Etat. Ressources Halieutiques. Université de Mostaganem. Fac. des. Sciences et Sciences de l'Ingénieur. Dép. des Scie. De la Mer et des Ressources Halieutiques.
- Boukhelf K. 2012.** Données biométriques, indices physiologiques et dosage des métaux lourds chez l'oursin comestible *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) dans la région de Mostaganem (Algérie). Mémoire de Magister en sciences de l'environnement, option : Biologie et pollution marines, Université d'Oran, Algérie, 166p.
- Bulleri F. 2013.** Grazing by sea urchins at the margins of barren patches on Mediterranean rocky reefs. *Mar Biol*, 160: 2493-2501.
- Bulleri F., Benedetti-Cecchi L. et Cinelli F. 1999.** Grazing by the sea urchins *Arbacia lixula* L. and *Paracentrotus lividus* Lam. in the Northwest Mediterranean. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 241: 81-95.
- Byrne M. 1990.** Annual reproductive cycles of the commercial sea urchin *Paracentrotus lividus* from an exposed intertidal and a sheltered subtidal habitat on the west coast of Ireland. *Mar Biol*, 104 (2): 275-289.
- Carpenter R.C. 1984.** Predator and population density control of homing and behavior in the Caribbean echinoid *Diadema antillarum*. *Mar Biol*, 82: 101-108.

- Chelazzi G., Serra G. et Bucciarelli G. 1997.** Zonal recovery after experimental displacement in two sea urchins co-occurring in the Mediterranean. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 212: 1-7.
- Corcoll A. 2012.** Eriçó de mar: estudi antropològic, geolingüístic i etimològic. PhD Thesis. University of Barcelona. Spain.
- Cowen R.K., Agegian C.R. et Foster M.S. 1982.** The maintenance of community structure in a Central California giant kelp forest. *J Exp Mar Biol Ecol*, 64: 189-201.
- Cuenca C. 1987.** Quelques méthodes de marquages des oursins échinides (Echinodermata). *Bull. Soc. Sci. nat. Ouest.*, 9(1): 26-37.
- Crapp G.B., Willis M.E., 1975.** Age determination in the sea urchin *Paracentrotus lividus* (Lmk) with notes on the reproduction cycle. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 20: 157-178.
- De Ridder C. et Lawrence J.M. 1982.** Food and feeding mechanisms: Echinoidea. In Jangoux M., Lawrence J.M, (eds), *Echinoderm nutrition*, Balkema publ, Rotterdam, 57-116.
- Fernandez C. 1996.** *Croissance et nutrition de Paracentrotus lividus dans le cadre d'un projet aquacole avec alimentation artificielle*. Thèse de Doctorat. Université de Corse. Faculté des Sciences et Techniques. 277p.
- Frantzis A., Berthon J.F. et Maggiore F. 1988.** Relation trophique entre les oursins *Arbacia lixula* et *Paracentrotus lividus* (Echinoidea regularia) et le phytobenthos infralittoral superficiel de la baie de Port-Cros (Var, France). *Sci Rep Port-Cros Natl Park Fr*, 14: 81-140.
- Gianguzza P. et Bonaviri C. 2013.** *Arbacia*. In *Sea Urchins: Biology and Ecology*, chapter 19, *Developments in Aquaculture and Fisheries Science*, 38: 275-283.
- Gianguzza P., Agnetta D., Bonaviri C., Di Trapani F., Visconti G., Gianguzza F. et Riggio S. 2011.** The rise of thermophilic sea urchins and the expansion of barren grounds in the Mediterranean Sea. *Chemistry and Ecology*, 27: 129-134.
- Gianguzza P., Bonaviri C., Milisenda G., Barcellona A., Agnetta D., Vega-Fernández T. et Badalamenti F. 2010.** Macroalgal assemblage type affects predation pressure on sea urchins by altering adhesion strength. *Marine Environmental Research*, 70: 82-86.
- Grasse P. 1948.** *Traité de zoologie : Anatomie, Systématique, Biologie*. T. XI. Echinodermes – Stomocordés- Procordés. Edit. Masson, Paris, 1077p.
- Guidetti P. et Dulčić J. 2007.** Relationships among predatory fish, sea urchins and barrens in Mediterranean rocky reefs across a latitudinal gradient. *Marine environmental research*, 63: 168-84.
- Guidetti P., Frascchetti S., Terlizzi A. et Boero F. 2003.** Distribution patterns of sea urchins and barrens in shallow Mediterranean rocky reefs impacted by the illegal fishery of the rock-boring mollusk *Lithophaga lithophaga*. *Marine Biology*, 143: 1135-1142.
- Hereu B., Linares C., Diaz D., Teixidor N. et Zabala M. 2005.** Diversité d'échinodermes dans les fonds marins de Porquerolles. Parc national de Port-cros – Contrat n° 05-018. Inventaire et

densité des échinodermes de Porquerolles, avec taille moyenne de l'oursin *Paracentrotus lividus* dans les secteurs clés.

Johnson C.R. et Mann K.H. 1988. Diversity, patterns of adaptation, and stability of Nova Scotia kelp beds. *Ecol Monogr*, 58:129-154.

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

Kempf M. 1962. Recherches d'écologie comparée sur *Paracentrotus lividus* (Lmk.) et *Arbacia lixula* (L.). Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume, 25 (39) : 47-116.

Koehler R. 1921. Faune de France. In, Lechevalier P., (ed), *Echinodermes.*, Paris.

Lalami-Taleb R. 1970. Facteurs de répartition verticale du phytoplancton au large d'Alger. Thèse de Doctorat 3ème cycle en biologie. Université d'Alger, 168p.

Linnaeus C. 1758. Systema naturae. Regnum animale: Editio decima. Laurentius Salvius, Holmiae (Stockholm).

Millot, C., 1985- Some features of the Algerian current. *J. geophy. Res.*, 90 (C4): 7169-7176 p.

Millot C. 1987. Circulation in the Western Mediterranean Sea. *Oceanologica Acta*, 10 (2): 143-149.

Nédélec H. 1982. *Ethologie alimentaire de Paracentrotus lividus dans la baie de Galoria (Corse) et son impact sur les peuplements benthiques.* Thèse de Doctorat 3ème cycle en Océanographie Biologique, Université Pierre et Marie Curie et Université Aix-Marseille II, 175p, France.

Nédélec H. et Verlaque M., 1984. Alimentation de l'oursin *Paracentrotus lividus* (Lamarck) dans un herbier à *Posidonia oceanica* (L.) Delile en Corse (Méditerranée - France). In, Boudouresque et al., (eds), *International workshop Posidonia oceanica beds.*, GIS Posidonie publ., Marseille, 1: 349-364.

Nédélec H., Verlaque M. et Dallot S. 1983. Note préliminaire sur les fluctuations de l'activité trophique de *Paracentrotus lividus* dans l'herbier de Posidonies. *R.C. Int. Explo. Mer Médit.*, 28: 153-155.

Ogden J.C, Lobel P.S. 1978. The role of herbivores fishes and urchins in coral reef communities. *Environ. Biol. Fishes.*, 3 (1) : 49-63.

Paine A.T, Vadas R.L. 1969. Calorie values of benthic marine algae and their postulated relation to invertebrate food preferences. *Mar. Biol.*, Germ., 4 : 79-86.

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.

Privitera D., Chiantore M., Mangialajo L., Glavic N., Kozul W. et Cattaneo-Vietti R. 2008. Inter- and intra-specific competition between *Paracentrotus lividus* and *Arbacia lixula* in resource limited barren areas. *Journal of Sea Research*, 60: 184-192.

- Privitera D., Noli M., Falugi C. et Chiantore M. 2011.** Benthic assemblages and temperature effects on *Paracentrotus lividus* and *Arbacia lixula* larvae and settlement. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 407: 6-11.
- Privitera D., Noli M., Falugi C. et Chiantore M. 2012.** *Paracentrotus lividus* and *Arbacia lixula* recruitment: substrate effects in a global change scenario. Dip Te Ris, University of Genoa, Italy.
- Régis M.B. 1978.** *Croissance de deux échinides 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 de doctorat d'Etat en Sciences Naturelles, Université Saint Jérôme, Aix-Marseille III, France, 221 p.
- Regis, M.B., 1987-**L'oursin comestible *Paracentrotus lividus*, une ressource en danger dans le Quartier maritime de Marseille, France. In : BOUDOURESQUE C-F. Ed, *Colloque international sur Paracentrotus lividus et les oursins comestibles*, GIS Posidonie publ. Marseille, Fr., : 391-397.
- 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.
- Sala E. 1997.** Fish predators and scavengers of the sea urchin *Paracentrotus lividus* in protected areas of the north-western Mediterranean Sea. *Mar Biol*, 129:531-539.
- Sala E. et Zabala M. 1996.** Fish predation and the structure of the sea urchin *Paracentrotus lividus* populations in the NW Mediterranean. *Mar Ecol Prog Ser*, 140:71-81.
- Sala E., Boudouresque C.F. et Harmelin-Vivien M. 1998.** Fishing trophic cascades and the structure of algal assemblages: evaluation of an old but untested paradigm. *Oikos*, 82:425-439.
- San Martin G.A. 1995.** *Contribution à la gestion des stocks d'oursins : Etude des populations et transplantations de Paracentrotus lividus à Marseille (France, Méditerranée) et production de Loxechinus albus à Chiloe (Chili, Pacifique).* These Doct, Ecol, Univ. Medit. Aix-Marseille II, 166 p.
- Scheibling R.E. et Hamm J. 1991.** Interactions between sea urchins (*Strongylocentrotus droebachiensis*) and their predators in field and laboratory experiments. *Mar Biol*, 110: 105-116.
- Sellem F. 1990.** Données sur la biométrie de *Paracentrotus lividus*, *Arbacia lixula* et *Sphaerechinus grnularis* 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
- Semroud R. et Kada H. 1987.** Contribution à l'étude de l'oursin *Paracentrotus lividus* (LmK) dans la région d'Alger (Algérie) : indice de réplétion et indice gonadique. Colloque international sur *Paracentrotus lividus* et les oursins comestibles, C.F. Boudouresque édit. GIS Posidonie publications.Marseille, France, 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.

- Soualili D.L. et Guillou M. 2009.** Variation in the reproductive cycle of the sea urchin *Paracentrotus lividus* (Lamarck) in three differently polluted locations near Algiers (Algeria). *Marine Biodiversity Records*, 2 : 1-6.
- Spirlet C., Grosjean P. et Jangoux M. 1998.** Reproductive cycle of the echinoid *Paracentrotus lividus*: analysis by means of the maturity index. *Invertebr Reprod Dev*, 34:69-81.
- Tortonese E. 1965.** Echinodermata. Fauna d'Italia vol. VI. Calderini, Bologna.
- Tortonese E. et Vadon C. 1987.** Oursin et holothuries (ECHINODERMES) in fiche FAO didification des espèces pour les besoins de pêche Révision I, Méditerranée, Mer noire zone de pêche 37 vol I, végétaux et invertébrés : 715-739.
- Vadas R.L., Elnor R.W., Garwood P.E. et Babb G. 1986.** Experimental evaluation of aggregation behaviour in the sea urchin *Strongylocentrotus droebachiensis*. *Mar Biol*, 90: 433-448.
- Vance R.R., Schmitt R.J. 1979.** The effect of the predator-avoidance behavior of the sea urchin, *Centrostephanus coronatus*, on the breadth of its diet. *Oecologia*, Germ., 44 : 21-25.
- 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. 1983.** Biologie de *Paracentrotus lividus* (Lamarck) sur substratum rocheux en Corse (Méditerranée, France): alimentation des adultes. *Vie et Milieu*, 33: 191-202.
- Wangensteen O.S. 2013.** Biology and phylogeography of the black sea urchin *Arbacia lixula* (Echinoidea: Arbacioida). Thèse de Doctorat, Université de Barcelone, Espagne.
- Wangensteen O.S., Turon X., Casso M. et Palacín C. 2013.** The reproductive cycle of the sea urchin *Arbacia lixula* in Northwest Mediterranean: potential influence of temperature and photoperiod. *J Mar Biol Asso UK*, 87: 763-767.
- Wangensteen O.S., Turon X., García-Cisneros A., Recasens M., Romero J. et Palacín C. 2011.** A wolf in sheep's clothing: carnivory in dominant sea urchins in the Mediterranean. *Marine Ecology Progress Series*, 441: 117-128.

Site internet:

Catalogue of life World Register of Marine Species (WoRMS).2017. *Arbacia lixula*. En ligne <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=124249>

Données d'Observations pour la Reconnaissance et l'Identification de la faune et de la flore Subaquatiques (DORIS). 2017. *Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758). En ligne <http://doris.ffessm.fr/Especes/Arbacia-lixula-Oursin-noir-1025>

FUTURA SCIENCES. 2017. Les échinodermes, de l'étoile de mer aux oursins. En ligne <http://www.futura-sciences.com/magazines/nature/infos/dossiers/d/zoologieechinodermes-etoile-mer-oursins-330/>, consulté le 10 mai 2017.

Le system canadien d'information sur la biodiversité (SCIB). 2017. *Arbacia lixula*. En ligne <http://www.cbif.gc.ca/acp/fra/siti/regarder?tsn=157908>, Consulté le 04 mai 2017.

Le system canadien d'information sur la biodiversité (SCIB).2017. *Arbacia lixula*. En ligne <http://www.cbif.gc.ca/acp/fra/siti/regarder?tsn=15790>.

Universal Biological Indexer and Organizer (uBio). 2017. *Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758). En ligne <http://www.ubio.org/browser/details.php?namebankID=7187545>, consulté le 04 septembre 2017.

WIKIPEDIA. 2017. *Arbacia lixula*. En ligne http://fr.wikipedia.org/wiki/Arbacia_lixula, consulté le 07 mai 2017.