

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/2016

## MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

**ZIANI Khadîdja et MOUZAOUI Hafida**

Pour l'obtention du diplôme de

### MASTER

En Hydrobiologie Continentale et Marine

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

### THÈME

**Contribution à l'étude du régime alimentaire de l'oursin**  
***Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758) de la région de Mostaganem**

Soutenu publiquement le **14/06./2016**

DEVANT LE JURY

Président	BELBACHIR Nor-eddine	MCB	U. Mostaganem
Encadreur	SOUALILI Dina Lila	MCA	U. Mostaganem
Examineurs	OULHIZ Aicha	MCB	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 mémoire.*

*Par le biais de ce Mémoire, ces quelques lignes vont nous permettre de témoigner notre reconnaissance à toutes les personnes, qui nous ont entourées et encouragées à l'accomplissement de ce projet.*

*Nos remerciements très chaleureux vont à M<sup>me</sup> **Soualili Dina Lila**, Maitre de conférences A, au département des Sciences de la Mer et de l'aquaculture de l'Université de Mostaganem, pour avoir eu la gentillesse d'accepter l'encadrement de ce travail. Nous la remercions vivement, pour sa disponibilité et sa compréhension, et surtout pour nous avoir orientées et enrichies par ses conseils. Son soutien moral et ses encouragements nous ont été d'un grand apport.*

*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. Qu'il trouve ici l'expression de notre profonde gratitude.*

*Tous nos sincères remerciements vont M<sup>lle</sup> **Oulhiz aicha**, Enseignante au département des Sciences de la Mer et de l'aquaculture de l'Université de Mostaganem, pour s'être intéressé à notre travail et pour avoir accepté pour sa part d'examiner en siégeant au sein de ce jury. Qu'il nous soit permis de lui exprimer notre sincère gratitude.*

*Un grand merci aux ingénieurs du laboratoire d'halieutique, notamment Mme **Amina**, Mr **Krideche Mourad**, pour leurs soutient précieux et nous n'oublions pas de remercier vivement Mr **Elakkermi Mohamed**, pour nous avoir fait l'échantillonnage et nous avoir assisté tout le long de la préparation de ce mémoire.*

*Enfin, nos remerciements les plus intenses vont à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, espérons de n'avoir oublié personne.*

# Dédicace

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

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

*Et sa compréhension pour son soutien moral et matériel*

*Que je souhaite tellement sa présence*

*A ma très chère mère qui ma soutenue et encouragé*

*Pour arriver à ce niveau universitaire*

*A mes sœurs que j'aime énormément : Saadiya, Fatima, Dahbia, Djamila, Aicha, Fatiha*

*A mes frère : Abd el Kader, Lakhal*

*A toute ma famille : Mes oncles*

*A mon amie et binôme : Khadidja*

*A tous mes amies : Hessnia, Fatima, Nora, Djamila, Saadiya, Maryame, Houria,*

*Malek, Amel, Fouzia, et Souaad*

*A tous la promotion Exploitation et protection des ressources vivantes marines*

*Et enfin à ceux qui mon aider à réaliser ce mémoire*

HAFIDA

# *Dédicace*

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

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

*Et sa compréhension pour son soutien moral et matériel*

*Que je souhaite tellement sa présence*

*A ma très chère mère qui ma soutenue et encouragé*

*Pour arriver à ce niveau universitaire*

*A ma grand –mère paternelle et maternelle que dieu les garde*

*A mes sœurs que j'aime énormément : Fatima, Aicha, et Fatiha*

*A toute ma famille : Mes oncles*

*A mon amie et binôme : Hafida*

*A tous mes amies : Hessnia, Fatima, Nora, Zahia, Nasira, Souaad, Djamila, Dahbia,*

*Khaira et toute les amies.*

*A toute la promotion Exploitation et protection des ressources vivantes marines 2015/2016*

*Et enfin à ceux qui mon aider à réaliser ce mémoire*

**KHADIDJA**

## RESUME

L'activité trophique des oursins a fait l'objet de nombreuses études. Cependant, en Algérie il y'a un manque de données sur le comportement alimentaire des oursins en particulier l'oursin noir. 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.

Ainsi, deux sites ont été choisis, l'un (**Salamandre**) à substrat rocheux, riche en algues photophiles; l'autre (**Stidia**) à substrat mixte, relativement saint et riche en algues photophiles.

Ce travail, s'est étalé sur deux saisons (hiver et printemps) et a consisté à suivre l'évolution des indices physiologiques (IGm et IRm), pour déterminer la relation entre l'alimentation et le développement gonadique des oursins noirs.

L'étude qualitative destinée à l'identification des items présents dans les contenus digestifs par la méthode des contacts de JONES (1968) nous a révélé que l'oursin *Arbacia lixula* en général, se nourrit préférentiellement d'algues rouges, suivi des algues vertes, ensuite des algues brunes en dernière position.

Une identification des échantillons de la couverture végétale associée aux oursins est aussi réalisée pour classer le peuplement phytobentique des deux sites. Ces deux sites sont constitués par une mosaïque de strate gazonnante, arbustive et encroûtante.

**Mots clés :** *Arbacia lixula*, Salamandre, Stidia, contenus digestifs, algues rouges, algues vertes, algues brunes, indices physiologiques, IGm, IRm,

## ملخص

النشاط الغذائي لقنفاذ البحر كان موضوع دراسات عديدة. ومع ذلك، ففي الجزائر هناك نقص في المعطيات حول السلوك الغذائي لقنفاذ البحر وعلى وجه الخصوص قنفاذ البحر الأسود. قصد تحقيق هذه الغاية، العمل الحالي يتناول الذوق الغذائي لهذه القنفاذ وموقعها في الشبكات الغذائية، و ذلك لفهم طريقة عمل هذه النظم الإيكولوجية.

قد تم اختيار موقعين، أحدهما (سلامندر) صخري، غني بالطحالب photophiles و الآخر (Stidia) بركيزة مختلطة وصحية نسبيا و غنية بالطحالب photophilous .

انتشر هذا العمل على مدى موسمين (الشتاء والربيع) وكان لرصد تغيرات المؤشرات الفسيولوجية (IGm) و (IRm) لتحديد العلاقة بين النظام الغذائي ونمو الغدد التناسلية لقنفاذ البحر السود.

الدراسة النوعية التي تهدف إلى التعرف على العناصر الموجودة في محتويات الجهاز الهضمي من خلال طريقة الاتصال لجونز (1968) وجدنا أن قنفاذ البحر *Arbacia lixula* عموما يتغذى بشكل مفضل على الطحالب الحمراء، تليها الطحالب الخضراء ثم الطحالب البنية في آخر مرتبة.

تم ايضا إجراء تحديد عينات من الغطاء النباتي المرتبطة بقنفاذ البحر و ذلك لتصنيف الطحالب phytobentique لكلا الموقعين. وهاذين الموقعين يتألفان من فسيفساء ذات طبقات عشب، شجيرات والمغلقة. encroutante.

**كلمات المفاتيح:** *Arbacia lixula* سلامندر، ستيدية، المحتويات الغذائية، طحالب حمراء, طحالب خضراء, طحالب رمادية, المؤشرات الفسيولوجية، IGm, IRm.

## Index des figures

N° Figure	Titre des figures	Page
1	<i>Arbacia lixula</i> (Linnaeus, 1758).	5
2	Distribution géographique d' <i>A. lixula</i>	7
3	Photos montrant la morphologie externe de l'oursin <i>Arbacia lixula</i>	7
4	Morphologie générale d'un oursin actuel du genre Echinides	9
5	Piquants (primaires et secondaires), podia et pédicellaires (globifères, tridentés et trifoliés).	10
6	Schéma d'une coupe transversale du test d'un oursin régulier	11
7	Face orale, la bouche, cernée par 5 dents blanches (la lanterne d'Aristote).	12
8	<i>Arbacia lixula</i> sur des substrats horizontaux	12
9	<i>Arbacia lixula</i> fixé sur un substrat tombant vertical	13
10	Disposition penta-radiale des gonades de l'oursin noir <i>A. lixula</i> .	13
11	Localisation des sites de prélèvements (épines vertes) dans la région de <i>Mostaganem</i>	17
12	Localisation de la zone d'échantillonnage (étoile rouge) au niveau de la station de la <i>Salamandre</i> (extérieur du port)	18
13	Point d'échantillonnage à l'extérieur du port de <i>Salamandre</i>	18
14	Localisation de la zone d'échantillonnage (étoile rouge) au niveau de <i>Stidia</i> plage	19
15	Point d'échantillonnage à la plage de <i>Stidia</i>	20
16	Liquide grenat émet par les <b>femelles</b> (à gauche) et blanchâtre produit par les <b>mâles</b> (à droite) d' <i>Arbacia lixula</i>	21
17	photos montrant la mesure pondérale <i>Arbacia lixula</i> (à droite) et <i>Paracentrotus lividus</i> (à gauche).	22
18	photos montrant la mesure de diamètre (à gauche) et hauteur (à droite) d'oursin <i>Arbacia lixula</i>	22
19	Photos montrant la dissection réalisée sur l'oursin <i>Arbacia lixula</i> montrant les gonades femelles et mâles (gauche : femelle, droite : male)	23
20	Photos montrant la dissection réalisée sur l'oursin <i>Paracentrotus lividus</i> montrant les gonades femelles et mâles (gauche : femelle, droite : male).	23
21	Photos montrant la mesure de diamètre (à gauche) et hauteur (à droite) de lanterne d'Aristote	24
22	photos montrant la pesée réalisée sur une balance à précision, les gonades et contenus digestif d'oursins <i>Arbacia lixula</i> .	24
23	Photos montrant la pesée réalisée sur une balance à précision du poids humide de la	25

	lanterne d'Aristote l'oursin <i>Arbacia lixula</i> .	
<b>24</b>	Photos montrant des étapes de la méthode des contacts de l'analyse du contenu digestif des populations d'oursins <i>Arbacia lixula</i> .	<b>28</b>
<b>25</b>	Variations des indices physiologiques (IG, IR) en fonction des classes de taille des populations d' <i>A.lixula</i> exprimés en mg/cm <sup>3</sup> au niveau de Salamandre en printemps.	<b>31</b>
<b>26</b>	Evolution du rapport R (h/d) en fonction des classes de taille de la population d' <i>A.lixula</i> de la Salamandre durant la saison printanière	<b>33</b>
<b>27</b>	Contenu digestif en hiver chez la population d' <i>Arbacia lixula</i> échantillonnée dans la région de Mostaganem	<b>35</b>
<b>28</b>	Contenu digestif au printemps chez la population d' <i>Arbacia lixula</i> échantillonnée à Salamandre	<b>36</b>
<b>29</b>	Contenu digestif au printemps chez la population de <i>Paracentrotus lividus</i> échantillonnée à Salamandre, au printemps.	<b>36</b>
<b>30</b>	Pourcentage d'aliments consommés par la population d' <i>A.lixula</i> vivant dans le site de Stidia durant la saison hivernale.	<b>37</b>
<b>31</b>	Pourcentage d'aliments consommés par la population d' <i>A.lixula</i> vivant dans le site de Salamandre durant la saison hivernale.	<b>38</b>
<b>32</b>	Pourcentage d'espèces consommées en fonction des classes de taille de la population d' <i>A.lixula</i> vivant à la salamandre durant la saison printanière.	<b>39</b>
<b>33</b>	Pourcentage d'aliments consommés par la population de <i>Paracentrotus lividus</i> , vivant à la Salamandre durant la saison printanière.	<b>40</b>
<b>34</b>	Pourcentage d'aliments consommés chez les individus de deux classes de tailles <i>Paracentrotus lividus</i> (P.l) et <i>Arbacia lixula</i> (A.l), vivants à Salamandre durant la saison printanière.	<b>41</b>

## Index des tableaux

<b>N° Tableau</b>	<b>Titre des tableaux</b>	<b>Page</b>
<b>1</b>	Evolution des indices physiologiques moyens (IGM et IRM) exprimés en $\text{mg/cm}^3$ ( $\pm$ écart type) des différentes classes de taille d' <i>A.lixula</i> de Salamandre.	<b>30</b>
<b>2</b>	Evolution des indices physiologiques moyens (IGM et IRM) exprimés en $\text{mg/cm}^3$ ( $\pm$ écart type) des différentes classes de taille de <i>P.lividus</i> de Salamandre.	<b>32</b>
<b>3</b>	Evolution du rapport R ( $\pm$ écart type) des différentes classes de taille d' <i>A.lixula</i> de Salamandre.	<b>33</b>
<b>4</b>	Evolution du rapport R ( $\pm$ écart type) des différentes classes de taille de <i>P.lividus</i> de Salamandre.	<b>34</b>

# SOMMAIRE

Introduction.....	1
-------------------	---

## Chapitre I Généralités sur l'espèce *Arbacia lixula*

<b>1.1. Description des échinodermes.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. Description des oursins.....</b>	<b>3</b>
1.2.1. Les Oursins irréguliers.....	3
1.2.2. Les oursins réguliers .....	3
<b>1.3. Régime et comportement alimentaire des oursins réguliers.....</b>	<b>4</b>
<b>1.4- Présentation de l'oursin noir <i>Arbacia lixula</i>.....</b>	<b>4</b>
1.4.1. Description d' <i>Arbacia lixula</i> .....	5
1.4.2. Systématique et distribution géographique de l'oursin noir <i>Arbacia lixula</i> .....	6
1.4.2.1. Systématique.....	6
1.4.2.2. Distribution géographique.....	6
<b>1.5. Caractères morphologiques.....</b>	<b>7</b>
1.5.1. Morphologie externe.....	7
1.5-2- Morphologie interne.....	10
<b>1.6.1. Biologie d'<i>Arbacia lixula</i>.....</b>	<b>11</b>
1.6.1.1. Alimentation.....	11
1.6.1.2. Habitat.....	12
1.6.1.3. Reproduction et développement d' <i>Arbacia lixula</i> .....	13
<b>1.7. Rôle écologique des oursins.....</b>	<b>15</b>

## Chapitre II Matériel et méthodes

<b>2.1. Présentation de la baie de Mostaganem.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1.1. Caractéristiques physicochimiques de la côte de Mostaganem.....</b>	<b>16</b>
2.1.1.1. Données hydrologiques et hydrodynamiques.....	16
2.1.1.2. La Salinité .....	16
2.1.1.3. La Température des eaux.....	16
<b>2.2. Choix des stations d'étude.....</b>	<b>17</b>
2.2.1. Le site de Salamandre (extérieur du port) .....	17
2.2.2. Site de Stidia.....	19
<b>2.3. Méthodes d'échantillonnage.....</b>	<b>20</b>
2.3.1. Prélèvement .....	20
2.3.2. Traitement au laboratoire.....	20
2.3.3. Etude des indices physiologiques .....	25
2.3.3.1. Indice gonadique (IG).....	25
2.3.3.2. Indice de réplétion (IR).....	26
2.3.4. Détermination du rapport R (la hauteur de la lanterne d'Aristote ( $h_{1a}$ ) sur le diamètre de la lanterne d'Aristote ( $d_{1a}$ ) .....	26
<b>2.4. Analyse des contenus digestifs.....</b>	<b>27</b>

2.4.1. La méthode des contacts.....	28
2.4.2. Échelle des préférences alimentaires.....	29

## Chapitre III

### Résultats et discussion

<b>3.1. Indices physiologiques .....</b>	<b>30</b>
3.1-1-Evolution des indices physiologiques en fonction des tailles des oursins de la population <i>A.lixula</i> de la salamandre durant la saison printanière.....	30
3.1.2. Evolution des indices physiologiques en fonction des tailles des oursins de la population <i>P.lividus</i> de la salamandre durant la saison printanière.....	32
<b>3.2-Détermination et analyse du rapport R (hauteur de la lanterne d'Aristote sur le diamètre de la lanterne d'Aristote).....</b>	<b>32</b>
3.2-1- Analyse du rapport R chez la population d' <i>A.lixula</i> .....	32
3.2-2- Analyse du rapport R chez la population de <i>P.lividus</i> .....	34
<b>3.3. Analyse du contenu digestif des populations d'oursins échantillonnés dans la région de Mostaganem .....</b>	<b>35</b>
3.3.1. Comportement alimentaire des populations échantillonnées en fonction des saisons	35
3.3.1.1. Comportement alimentaire de la population d' <i>Arbacia lixula</i> en hiver ....	35
3.3.1.2. Comportement alimentaire de la population d' <i>Arbacia lixula</i> au printemps ....	36
3.3.1.3. Comportement alimentaire de la population de <i>Paracentrotus lividus</i> à Salamandre, au printemps .....	36
3.3.2. Comportement alimentaire des populations échantillonnées en fonction des classes de taille et par saisons .....	37
3.3.2.1. Comportement alimentaire de la population d' <i>Arbacia lixula</i> par classes de taille et en hiver .....	37
3.3.2.2. Comportement alimentaire de la population d' <i>Arbacia lixula</i> par classes de taille et au printemps .....	39
3.3.2.3. Comportement alimentaire de la population de <i>Paracentrotus lividus</i> par classes de taille et au printemps .....	40
3.3.2.4. Comparaison du comportement alimentaire des deux espèces <i>Paracentrotus lividus</i> et <i>Arbacia lixula</i> par classes de taille, à Salamandre et au printemps .....	41
3.3.3. Identification des échantillons de la couverture végétale associée aux oursins étudiés .....	43
3.3.3.1. Le peuplement phytobentique.....	43
<b>Conclusion.....</b>	<b>55</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>56</b>

# ***Introduction***

## Introduction

L'importance accordée au rôle des échinodermes et en particulier aux oursins réguliers (échinides, regularia), dans la structure et l'évolution des phytocénoses benthiques est grandissante. Les oursins les plus communs en méditerranéen sont *Arbacia lixula*, *Paracentrotus lividus*, *Sphaerechinus granularis*, *Psammaechinus microtuberculatus*.

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).

De plus, depuis plus d'une vingtaine d'année, les gamètes, les embryons et les larves d'oursins constituent un matériel de base dans les domaines de la pharmacologie, toxicologie ou écotoxicologie (Hagstrom et Lonning, 1973).

L'activité trophique des oursins a fait l'objet de nombreuses études, en particulier aux Etats-Unis. Ces études ont principalement traité l'aspect de contrôle des peuplements végétaux, par les échinodermes et leur broutage, que ce soit dans les herbiers de phanérogames, *Thalassia testudinum* (Camp *et al.*, 1973), *Zostera marina* (Bak et Nojima, 1980), dans les prairies de Laminaires géantes (Lang et Mann, 1976; Wharton et Mann, 1981 ; Dean *et al.*, 1984 entre autres) ou dans les autres peuplements algaux (Foster, 1987).

L'oursin noir *Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758) fait partie des oursins les plus abondants dans les habitats rocheux peu profonds de la Méditerranée (Sala *et al.*, 1998).

Malgré son importance écologique de plus en plus démontrée et admise (Gianguzza et Bonaviri, 2013 ; Agnett *et al.*, 2015), il a été traditionnellement moins étudié dans la mer atlanto-méditerranéenne que l'oursin comestible *Paracentrotus lividus* (Boudouresque et Verlaque, 2013). Les données sur le régime alimentaire des oursins en particulier l'oursin noir 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, le présent travail est réalisé sur des échantillons d'oursins noirs 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 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).

*Chapitre I*

---

***Généralités sur l'espèce***

***Arbacia lixula***

## 1.1. 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).

## 1.2. Description des oursins

### 1.2.1. Les Oursins irréguliers

Ces oursins ont une symétrie bilatérale, qui se juxtapose à la symétrie radiaire, du fait de la position de l'anus, qui est déporté par rapport aux plans de symétrie. Les piquants de ces oursins généralement beaucoup moins gras que ceux des oursins réguliers, sont disposés très serrés comme les poils d'une moquette. On distingue deux ordres d'oursins irréguliers : les clypéastres, ou « dollars des sables » dont la coquille est aplatie comme une lentille, et spatangidés, qui sont en forme de cœur, et n'ont pas d'appareil masticateur. Les oursins irréguliers vivent plutôt sur les fonds vaseux, s'enfonçant plus ou moins dans la vase ou le sable. De nombreuses espèces se nourrissent des particules organiques, qui se trouvent mêlées aux sédiments dans lesquels, ils fouissent (Tortonese et Vadon, 1987).

### 1.2.2. Les oursins réguliers

Les oursins réguliers possèdent une forme du test variable, qui peut être su sphérique, subsonique, cordiforme, aplatie ou discoïdal (Koehler, 1921). L'oursin régulier est caractérisé par deux pôles : un pôle distal au centre, duquel s'ouvrent la bouche et un pôle apical au centre duquel s'ouvre l'anus : par l'axe reliant ces deux pôles, passent cinq zones plans qui tous partagent en deux parties égales. Ces cinq plans déterminent 10 secteurs : cinq zones portant des podia, ou pieds ambulacraires (élément caractéristique des échinodermes, qui permettent aux oursins de se déplacer lentement sur le fond), qui altèrent avec cinq zones sans podia. La coquille, appelée test, est solide ; elle est composée de grandes plaques calcaires imbriquées les unes dans les autres et elle est ornée de piquants mobiles (Allain, 1972).

### 1.3. 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., 2013 ; 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; Régis, 1978; Verlaque et Nedelec, 1983; Frantzis et al., 1988; Bulleri et al., 1999; Boudouresque et Verlaque, 2001; Privitera et al., 2008)

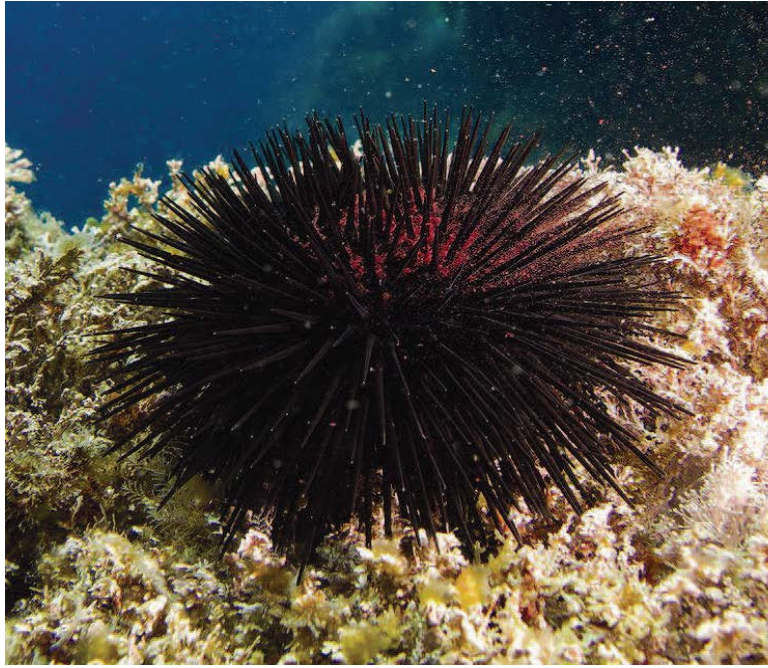
*Paracentrotus lividus* consomme toutes les parties de *Posidonia oceanica* : feuilles vivantes avec ou sans épiphytes, feuilles mortes, feuilles de la litière, et même des parties du rhizome ainsi que les racines (Boudouresque et Verlaque, 2001). Cette espèce semble être également opportuniste en mesure d'exploiter tout type de ressources disponibles, en particulier dans les conditions où la ressource est limitée. En effet, des organismes tels que : des éponges, des hydrozoaires, des copépodes, etc., qui peuvent être trouvés dans ses contenus stomacaux (Mortensen, 1943 ; Tortonese 1965 ; Régis, 1978 ; Delmas et Régis, 1984 ; Fernandez, 1996).

Toutes les espèces du genre *Arbacia* sont omnivores, avec une forte tendance de celles –ci à avoir un comportement carnivore. Le bol alimentaire de ces espèces est composé d'algues, de plantes marines, d'algues encroûtantes, de coquilles de balanes et de tubes calcaires de polychètes, ce qui indique leurs habitudes autophagiques.

En Méditerranée *Arbacia lixula* a été longtemps considérée comme une espèce herbivore en raison de la dominance des algues encroûtantes (corallines) dans ses contenus digestifs (Kempf, 1962 ; Régis, 1978 ; Verlaque et Nedelec, 1983 ; Frantzis et al. 1988 ; Boudouresque et Verlaque, 2001). Cependant, des analyses d'isotopes stables sur le régime alimentaire d'*A. lixula* ont montré, qu'il occupe un niveau trophique plus élevé que celui des espèces herbivores ; ces études démontrent qu'il tend parfois à devenir carnivore (Wangenstein et al., 2011)

### 1.4. Présentation de l'oursin noir *Arbacia lixula*

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



**Figure 01.** *Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758)  
(Photo: C. Palacín)

#### 1.4.1. Description d'*Arbacia lixula*

*Arbacia lixula* est un oursin régulier de taille moyenne, mesurant jusqu'à 11cm de diamètre piquant compris, le test atteint 50 à 60 mm de diamètre. Aplati sur le dessus, il est de couleur rose mais le tégument qui recouvre lorsqu'il est vivant noir profond. Les piquants noirs eux-aussi sont pointus mesurent jusqu'à 30 mm de long. Les podia ne possèdent pas de ventouses (face dorsale). La bouche sur la face ventrale est large et de couleur verdâtre. L'oursin noir est surtout actif la nuit période, durant laquelle il broute sur les roches les algues calcaires *Lithophyllum incrustans*.

*Arbacia lixula* se rencontre depuis la surface jusqu'à 50 mètres de profondeur en méditerranée, où il est plus rare dans la zone nord-ouest et en atlantique le long des côtes (Wangensteen et al, 2012 ; Gianguzza et Bonaviri, 2013).

## 1.4.2. Systématique et distribution géographique de l'oursin noir (*Arbacia lixula*)

### 1.4.2.1. Systématique

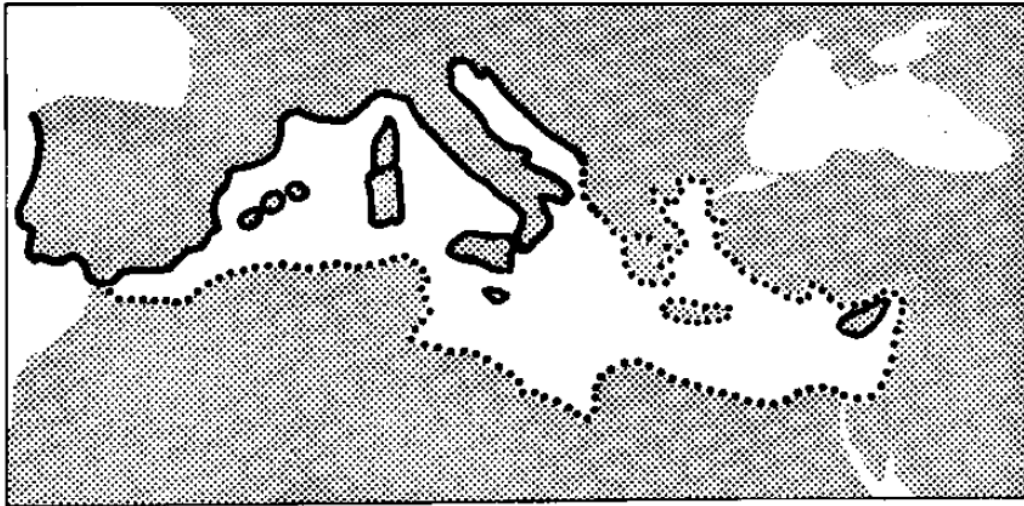
Selon le Systeme Canadien d'Information sur la Biodiversité (**SCIB**), selon le Catalogue of life World Register of Marine Species (**WoRMS**) et selon Universal Biological Indexer and Organizer (**uBio**), la classification de l'espèce est comme suit :

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*
- Espèce : *lixula*

### 1.4.2.2. Distribution géographique

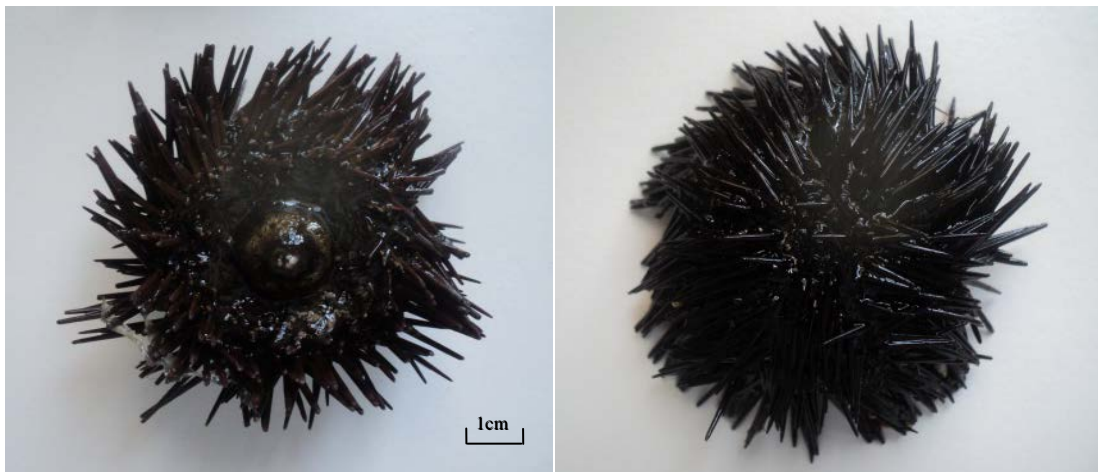
L'oursin noir *Arbacia lixula* est généralement considéré, comme une espèce indigène typique de la faune méditerranéenne (Riedl, 1983), car on le trouve actuellement dans les côtes rocheuses peu profondes tout au long de la Méditerranée, souvent à des densités élevées, et ce, depuis les temps historiques (Figures 02). On le trouve également dans la côte atlantique de l'Espagne, du Portugal et du Maroc ainsi que dans la côte atlantique africaine jusqu'au sud de l'Angola. On le rencontre aussi aux Açores, à Madère, aux îles du Cap Vert et les îles Canaries. Sur la côte atlantique ouest, on le trouve uniquement sur l'hémisphère sud, au large des côtes du Brésil (Lessios et *al.*, 2012).



**Figure 02.** Distribution géographique d'*A.lixula* (Tortonese et Vadon, 1987)

## 1.5. Caractères morphologiques d'*Arbacia lixula*

### 1.5.1. Morphologie externe



**Figure 03.** Photos montrant la morphologie externe de l'oursin *Arbacia lixula*

Gauche : face orale, droite : face aborale. (Photos : M. ELAKKERMI).

L'oursin *Arbacia lixula* est un petit oursin régulier recouvert de piquant lisse et pointu densément implantés, dont la taille n'excède pas 1 à trois centimètres. Les plus gros individus peuvent mesurer, piquant compris, jusqu'à onze centimètres de diamètres. Cet oursin arbore une coloration qui oscille entre le brun chocolat et le noir violacé intense. 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.

**Le test** de l'oursin, rose ou gris, contraste franchement avec ses piquants noirs, son diamètre est de 5 à 6 cm. Il montre clairement la forme hémisphérique et l'aplatissement oral, ainsi que la large zone péristomienne (qui entoure la bouche) qui porte dix encoches plus ou moins prononcées. Il est surtout caractérisé par dix bandes brunes ou rouges qui cernent la zone ambulacraire deux à deux. Ces zones montrent deux rangées de tubercules.

**Le périprocte** (anus au sommet de la face aborale) est recouvert de 4 grandes plaques sub-triangulaires. Les plaques ambulacraires sont caractérisées par les présences de 3 paires de pores.

**Les piquants** sont des appendices calcifiés répartis sur toute la surface du test particulièrement dans les zones inter ambulacraires de la couronne. Ils jouent un rôle dans la protection, la défense et la locomotion (Regis, 1980).

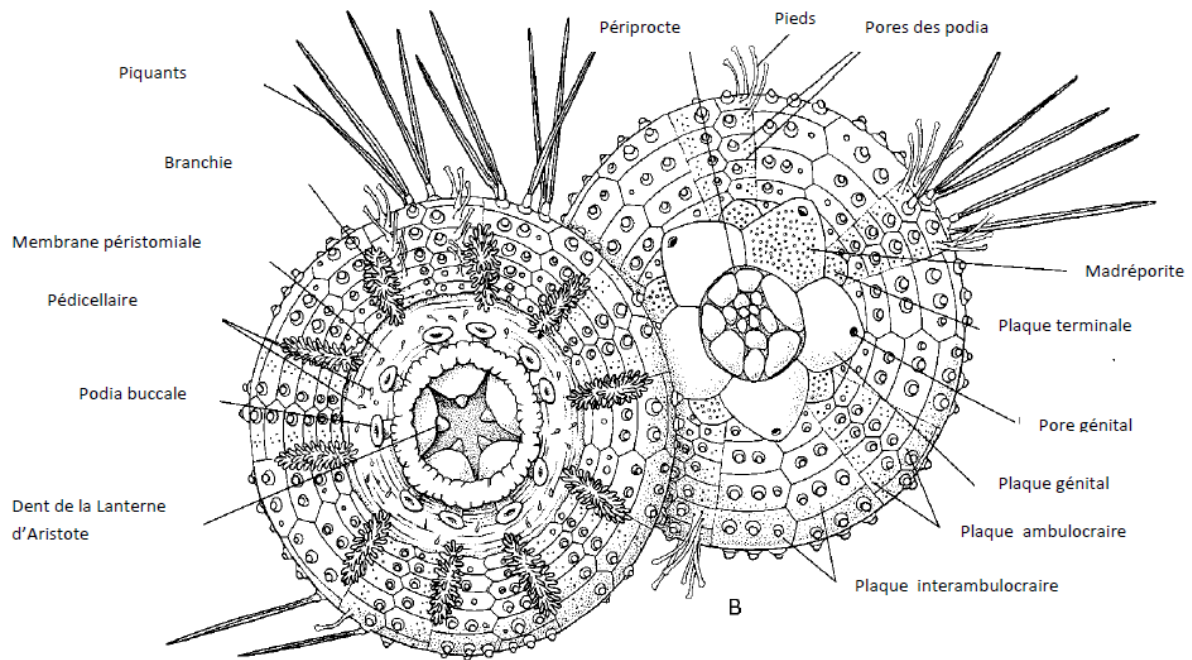
Selon leurs taille, les piquants et les tubercules, sur lesquels ils s'articulent, sont appelés primaires (grands), secondaires (petits), tertiaires ou miliaires (très petits)

Le piquant comprend, du sommet vers la base, une hampe (formant la majeure partie du piquant), un bourrelet strié, et une base dont la partie inférieure est déprimée (De Ridder, 1986).

**Les podia** peuvent se déplacer grâce à des pieds à ventouses ou pieds ambulacraires. Les pieds ambulacraires de la face dorsale sont dépourvus de ventouse. Appelés également pieds ambulacraires qui peuvent s'allonger ou se rétracter, et se terminent généralement par une ventouse.

Leurs fonctions principales sont la locomotion, la respiration, la fixation et retiennent la nourriture (Figure 04 et 05).

Les piquants participent avec les podia à la locomotion et à l'ancrage des échinides sur leur substrat. Ils ont également une fonction défensive vis-à-vis des prédateurs (Strathmann, 1981 ; Lawrence, 1987).



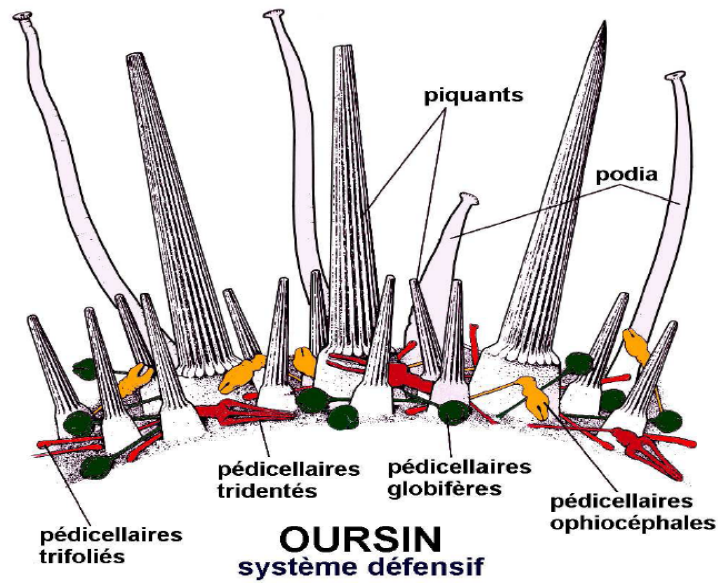
**Figure04.** Morphologie générale d'un oursin actuel du genre Echinides (à droite : vue du côté de l'anus (dessus de l'animal), à gauche : vue du cote de la bouche (dessous)).

**Les pédicellaires** sont des petits organes calcifiés fixés sur le test entre les piquants.

On distingue 4 types :

- Pédicellaires tridactyles ou tridentés.
- Pédicellaires ophiocéphales
- Pédicellaires trifoliés.
- Pédicellaires glandulaires.

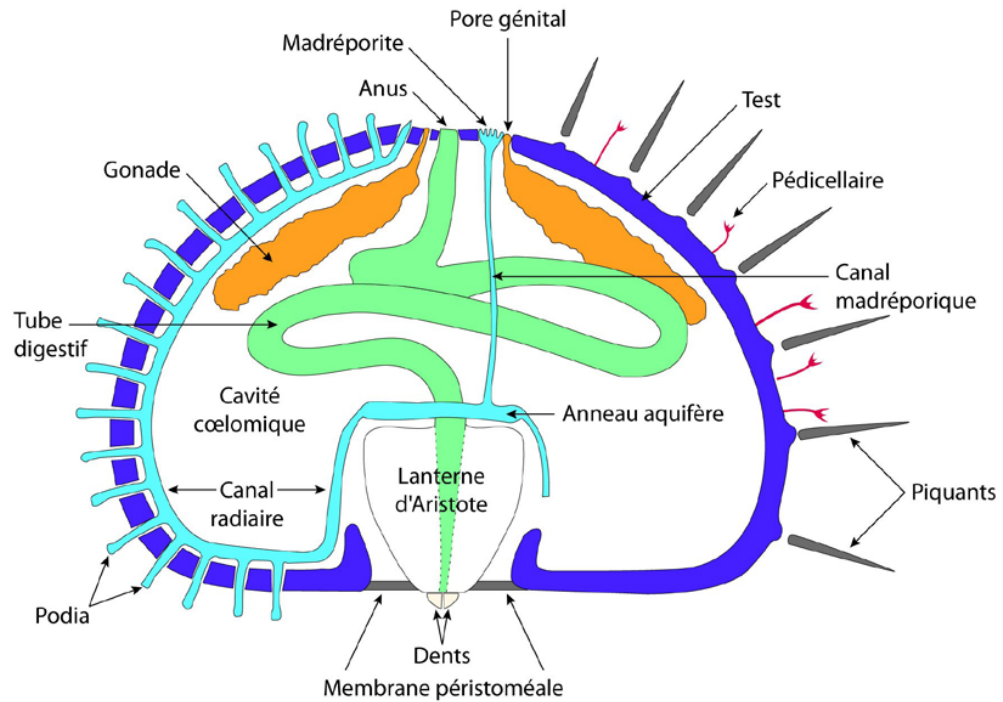
Ils ont des fonctions multiples : capture des proies, le nettoyage du test, la défense et empêche les petits organismes de s'y fixer (Figure 05) (Hyman, 1955 ; Boue et Chamton, 1978 ; Ghyoot, 1991).



**Figure05.** Piquants (primaires et secondaires), podia et pédicellaires (globifères, otridentés et trifoliés) (De Ridder, 1986).

### 1.5.2. Morphologie interne

Intérieurement, il y a présence d'un tube digestif qui comprend la bouche au centre de la face intérieure du test, suivi de l'œsophage entouré d'un puissant appareil appelé la lanterne d'Aristote, formé de cinq ensembles complexes ou mâchoires, 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, 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 (figure 06)



**Figure 06.** Schéma d'une coupe transversale du test d'un oursin régulier (Echinoidea), Tortonese (1965).

## 1.6. Biologie d'*Arbacia lixula*

### 1.6.1. Alimentation

Il s'agit d'une espèce herbivore, il se nourrit principalement d'algues encroûtantes comme *Lithophyllum incrustans*. Il broute et décape la surface de la roche au moyen d'une mâchoire large continuée de cinq dents affûtées, la lanterne d'Aristote (figure 07).

Lorsque ces algues font défaut, l'oursin noir est à même d'agglutiner les particules organiques en suspension dans l'eau environnante grâce à ses longs tubes ambulacraires (pour ceux issus de la face ventrale) en ventouse, qui sont ensuite ramenés vers la bouche.

*Arbacia lixula* est essentiellement herbivore mais dans certaines, il peut être omnivore (Neill et Postor, 1973 ; Regis 1978.)

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 Laurence, 1982).



**Figure 07.** Face orale, la bouche, cernée par 5 dents blanches (la lanterne d'Aristote).

(Photo : M. ELAKKERMI).

### 1.6.2. Habitat

L'oursin noir affectionne les eaux peu profondes (1 à 15 mètres), et on pourra le trouver un peu au-delà, jusqu'à 30, voire parfois 50 mètres de profondeur maximum. On le trouve toujours sur substrat rocheux, horizontal (figure 08) et surtout vertical (figure 09), où se développent des algues calcaires encroûtante, qui constituent l'essentiel de son alimentation. Il s'aventure fréquemment près de la surface où son test aplati lui permet de résister facilement à la force du ressac.



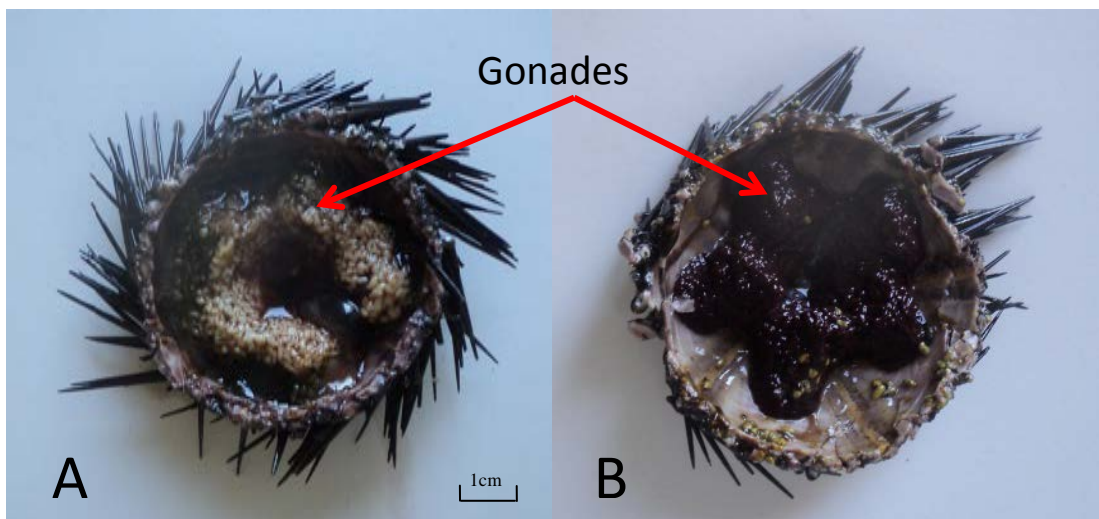
**Figure 08.** *Arbacia lixula* sur des substrats horizontaux (Photo : R.MASSON à [doris.ffessm.fr](mailto:doris.ffessm.fr)).



**Figure 09.** *Arbacia lixula* fixé sur un substrat tombant vertical (port de Salamandre à 5 m de profondeur) (Photo : M. ELAKKERMI).

### 1.6.3. Reproduction et développement d'*Arbacia lixula*

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 10).



**Figure 10.** Disposition penta-radiale des gonades de l'oursin noir *A. lixula*. (A : Mâle) et (B : Femelle). (Photos : M. ELAKKERMI).

Ces gonades sont situées au pôle apical sous les inters 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).

Les glandes génitales mâle et femelle, ont une même apparence ; elles se présentent sous la forme d'une poche (grappe) limitée par une paroi formée par un tissu de soutien et des fibres musculaires dont les contractions serviront à évacuer les produits génitaux lors de la ponte (Boue et Chanton, 1978). Ces grappes sont constituées par des culs de sacs ou tubules distincts (acini), qui débouchent dans des canaux de second ordre, puis finissent dans le 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 ou phagocytes nutritifs et les petites cellules à l'origine des gamètes mâles ou femelles qui sont les cellules germinales.

Le développement de ces organes reproducteurs est influencé principalement par la profondeur, la photopériode et la température hivernale (BYRNE, 1990). En général, la taille des gonades et la quantité des gamètes produite sont fortement influencées par la quantité et la qualité de la nourriture (Vadas, 1977 ; Lawrence et Lane, 1982; Lawrence, 1987), dont les algues, nourriture souvent préférentielle (Fuji, 1967; Regis, 1980; Frantzis et Gremare 1992).

Le déclenchement de l'émission des gamètes dans le milieu est déterminé par la température de l'eau. 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. Les oursins mâles et femelles émettent leurs gamètes en pleine eau et en très grand nombre. Après la fécondation, il y a un développement embryonnaire et la formation d'une larve nageuse planctonique Echinopluteus, très différente de l'adulte (Guettaf, 1997). Cette larve mène pendant quelques temps une vie pélagique au sein du plancton. Elle finit par tomber sur un substrat rocheux, puis subit une profonde métamorphose, avant de ressembler à un adulte en miniature.

### 1.7. Rôle écologique des oursins

Les oursins jouent un rôle écologique majeur dans bon nombre d'écosystèmes méditerranéens comme les écosystèmes à *Posidonia oceanica* (Delille, 1813) ou encore les écosystèmes sur substrat dur à corallinacées.

Des densités élevées d'oursins peuvent éliminer presque de grandes zones de macrophytes et induire la production d'un biotope dénudé dominé par les algues corallines encroûtante.

Ils jouent également un rôle Important comme bio-indicateur de la pollution des écosystèmes marins côtiers (Guendouzi, 2011). En raison de leur d'échantillonnage, les oursins devraient compter parmi les bio-indicateurs de choix les plus fréquemment utilisés dans les programmes d'évaluation de la qualité de l'environnement marin. En effet, selon Demnati et al. (2002) les oursins, par leur pouvoir élever de concentration des métaux leur pouvoir à survivre dans des conditions dans lesquelles d'autres organismes seraient éliminés et par leur large distribution, les oursins constituent de bons indicateurs de la pollution métallique.

Des travaux récents ont permis de confirmer le choix des échinodermes comme excellents bio-indicateurs de la qualité du milieu marin (Soualili, 2008 ; Sahnoun, 2009 ; Dermeche, 2010 ; rouane-hacene, 2013) et surtout comme bio-indicateur de la pollution métallique en raison de ces capacité accumulatrice d'importantes quantités de métaux toxiques (Dermeche, 2010).

Le rôle écologique d'*A.lixula* ne peut être pleinement compris, sauf dans le cadre de ses interactions avec l'oursin comestible *P.lividus*. Les 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).

## ***Chapitre II***

---

# ***Matériel et méthodes***

## **2.1. Présentation de 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.

### **2.1.1. Caractéristiques physicochimiques de la côte de Mostaganem**

#### **2.1.1.1. Données hydrologiques et hydrodynamiques**

Le littoral algérien, dans sa partie Ouest, présente une richesse halieutique, grâce au courant atlantique. L'hydrodynamisme existant dans la cote de Mostaganem crée des conditions favorables pour abriter 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).

#### **2.1.1.2. La Salinité**

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. Alors que la salinité hivernale est comprise entre (36-36,9) ‰ et une salinité superficielle qui est toujours supérieure à (37‰). Cela est dû à la présence du courant atlantique qui commande toute la dynamique des eaux (Sellem, 1990).

#### **2.1.1.3. La Température des eaux**

La proximité de la mer, par son effet modérateur confère à cette région du littoral algérien un aspect particulièrement atténué, la température moyenne ne descend jamais en-dessous de 10,5°C, et ne dépasse guère les 30° C (Sellem, 1990).

Par ailleurs, les jours de Sirocco (vent très chauds et secs) y sont très rares, en raison de la barrière montagneuse de l'Atlas tellien, la durée de ces vents est de 9 jours (Semroud, 1993).

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

## 2.2. Choix des stations d'étude

Deux sites ont été choisis pour la réalisation du présent travail. Les sites choisis sont respectivement la Salamandre (extérieur du port devenu opérationnel en 2012) localisé à la périphérie de Mostaganem et le site de Stidia-plage localisé au Sud-Ouest de Mostaganem (figure 11).



**Figure 11.** Localisation des sites de prélèvements (épines vertes) dans la région de *Mostaganem* (Source : Google Earth, 2016 ; Modifiée).

### 2.2.1. Le site de Salamandre (extérieur du port)

La Salamandre se situe à ( $35^{\circ} 55' 13.78''N$  ;  $0^{\circ} 03'21.63''E$ ), a une distance de 2.81 Km de l'extérieur de la ville de Mostaganem (figure 12). Le site exposé aux vents dominants nord-ouest, se caractérise par un effet d'hydrodynamique continu par l'action des vagues et des houles. 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.



**Figure 12 :** Localisation de la zone d'échantillonnage (étoile rouge) au niveau du site de *Salamandre* (extérieur du port)



**Figure 13.** Point d'échantillonnage à l'extérieur du port de *Salamandre*.

### 2.2.2. Site de Stidia

Le site de Stidia est situé, à une distance d'environ 20 Km, au sud-ouest de la ville de Mostaganem (Coordonnées géographiques :  $35^{\circ} 49' 51.54''$  N /  $0^{\circ} 01' 07.09''$  O). Ce site se caractérise par une zone rocheuse interrompue par quelques criques, ouverte vers le Nord-Ouest. Il est exposé aux vents dominants (Nord-Est). Globalement, l'aspect sous-marin de ce site 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, occupations humaines (rejets et apports des zones habitées), agriculture, tourisme en période estivale (baignade, plongée) et pêche (ancrage, chalutage).



**Figure 14.** Localisation de la zone d'échantillonnage (étoile rouge) au niveau de *Stidia*-plage.



**Figure 15.** Point d'échantillonnage à *Stidia-plage* (flèche blanche)

## 2.3. Méthodes d'échantillonnage

### 2.3.1. Prélèvement

Un échantillonnage de 20 individus d'oursins noirs (*Arbacia lixula*) a été réalisé en apnée, durant les deux saisons hiver et printemps de l'année 2016, 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 notamment *Lithophyllum incrustans*. De plus, un autre échantillonnage d'une vingtaine (20) individus d'oursins livides (*Paracentrotus lividus*) dans les mêmes zones intertidale, et les mêmes profondeurs.

### 2.3.2. Traitement au laboratoire

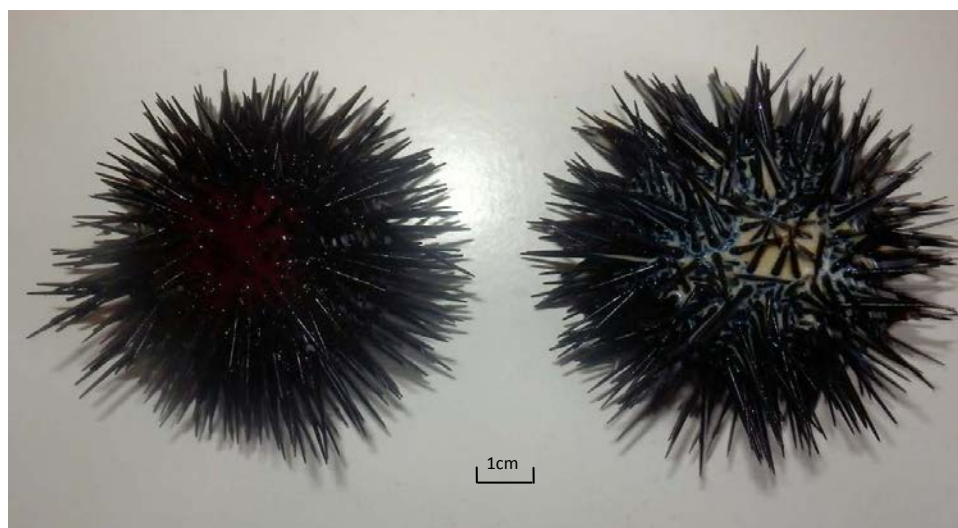
Au laboratoire, on a réalisé une série de mesure ; chaque individu récolté est mesuré à l'aide d'un pied à coulisse gradué au 1/10 de mm de précision. Ainsi les paramètres mesurés sont comme suit : le diamètre du test (**D**) sans piquants, la hauteur du test (**H**) sans piquants, la hauteur de la lanterne d'Aristote (**h<sub>1a</sub>**) et le diamètre de la lanterne d'Aristote (**d<sub>1a</sub>**).

À l'aide d'une balance à précision exprimé en milligramme à 1/10 mg près, des mesures pondérales ont été réalisées sur chaque individu pour déterminer le poids frais humide de chaque individu récolté (**PH**).

Ensuite, une fois les mesures métriques ont été réalisées, les oursins ont été disséqués à l'aide de gros 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.

Après la dissection réalisée, le sexe est déterminé. Les gonades sont récupérées et mises dans des coupelles en papier d'aluminium pesées auparavant (**Alg**) afin de déterminer le poids frais des gonades (**PdGF**), la même opération est réalisée pour le contenu digestive (tube digestive + contenus) ; le contenu digestif est récupéré, dans des coupelles en papier d'aluminium pesées auparavant (**AICd**) afin de déterminer le poids frais du contenu digestif (**PdCdF**), et ensuite mis les deux préparations ( gonades et contenu digestif) sont mises dans une étuve à 70 °C et après une période comprise entre 24 et 48 heures dans l'étuve, les deux types de préparations sont pesées, pour déterminer le poids sec des gonades (**PdGS**) et le poids sec du contenu digestif (**PdCdS**).

La détermination du sexe des oursins est basée sur la couleur des gonades et leur laitance. Les **mâles** possèdent des **gonades** de couleur **blanche** si elles sont mûres et émettent un liquide blanchâtre, ou brun s'il y a eu émission de leurs contenus. Les **femelles** présentent des **gonades** de couleur **Grenat** et elles émettent un liquide Grenat (figure 16).



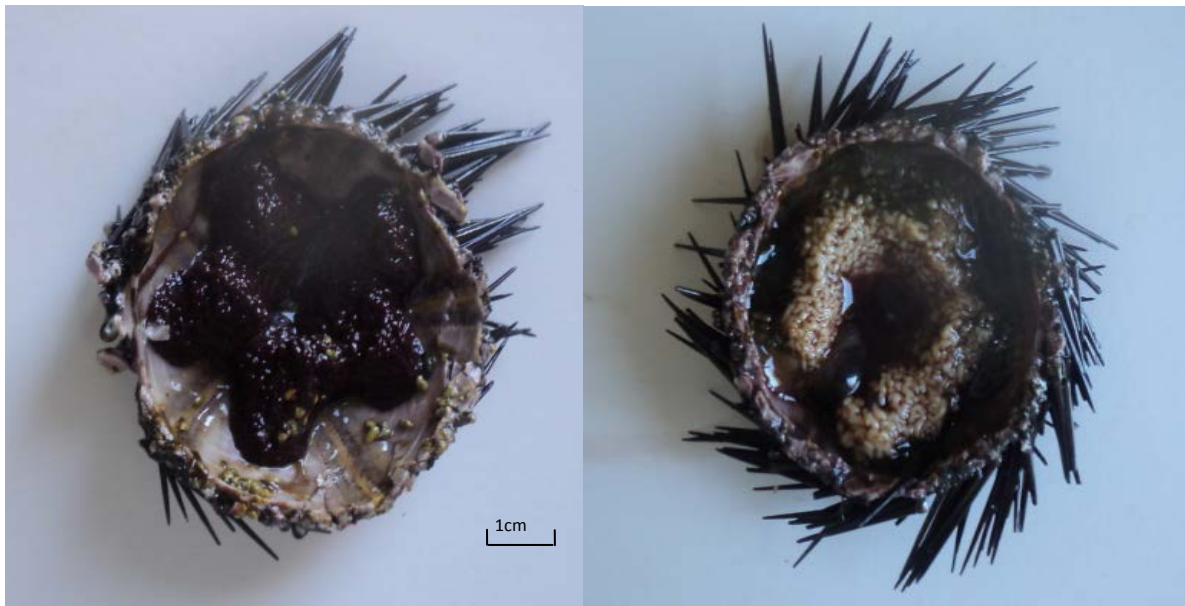
**Figure 16.** Liquide grenat émis par les **femelles** (à gauche) et blanchâtre produit par les **mâles** (à droite) d'*Arbacia lixula*.



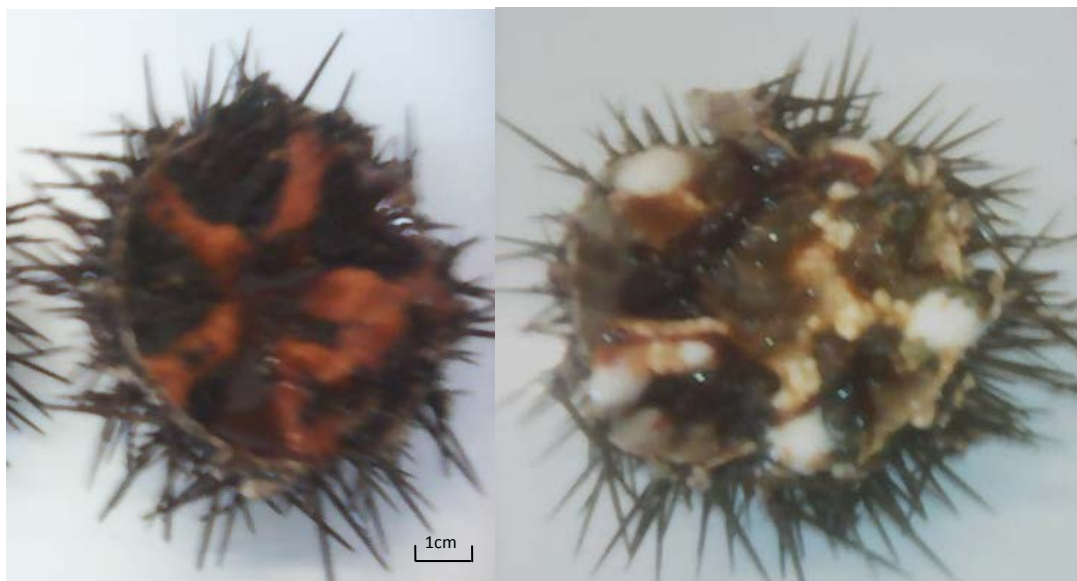
**Figure 17.** Photos montrant la mesure pondérale *Arbacia lixula* (à droite) et *Paracentrotus lividus* (à gauche).



**Figure 18.** Photos montrant la mesure de diamètre (à gauche) et hauteur (à droite) d'oursin *Arbacia lixula*



**Figure 19.** Photos montrant la dissection réalisée sur l'oursin *Arbacia lixula* montrant les gonades femelles et mâles (gauche : femelle, droite : mâle)



**Figure 20.** Photos montrant la dissection réalisée sur l'oursin *Paracentrotus lividus* montrant les gonades femelles et mâles (gauche : femelle, droite : mâle).



**Figure 21.** Photos montrant la mesure de diamètre (à gauche) et hauteur (à droite) de lanterne d'Aristote



**Figure 22.** Photos montrant la pesée réalisée sur une balance à précision, les gonades et contenus digestifs d'oursins *Arbacia lixula*.



**Figure 23.** Photos montrant la pesée réalisée sur une balance à précision du poids humide de la lanterne d'Aristote l'oursin *Arbacia lixula*.

### 2.3.3. Etude des indices physiologiques

Pour déterminer la relation entre l'alimentation et le développement gonadique (Fenaux, 1968 ; Lawrence et *al.*, 1987; Régis, 1978 ; Semroud, 1993), deux indices physiologiques sont réalisés à savoir l'indice gonadique (**IG**) et l'indice de réplétion (**IR**).

#### 2.3.3.1. Indice gonadique (IG)

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. 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 humide de la gonade à celui 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).

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 (Nédélec, 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 :

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

### 2.3.3.2. Indice de réplétion (IR)

L'indice de réplétion représente l'intensité de collecte de la nourriture macroscopique (Regis, 1978). L'indice généralement utilisé correspond au poids du contenu digestif sur celui de l'animal (Regis, 1978 ; Lawrence et al, 1982). Comme pour l'indice gonadique, nous avons remplacé par commodité, dans cette étude, le poids total par le diamètre du test au cube (Nedelec, 1983).

Il s'exprime comme suit :

$$\text{IR} = \frac{\text{Poids humide du contenu digestif (mg)}}{(\text{Diamètre horizontal du test})^3(\text{cm}^3)}$$

### 2.3.4. Détermination du rapport R (la hauteur de la lanterne d'Aristote ( $h_{la}$ ) sur le diamètre de la lanterne d'Aristote ( $d_{la}$ ))

Beaucoup d'oursins sont capables de modifier la morphologie de leur lanterne, en réponse à la variation des ressources dont ils disposent. La limitation de nourriture peut entraîner un accroissement de la taille de cet organe masticateur, pour une taille donnée du test (Ebert, 1980; Edwards & Ebert, 1991; Levitan, 1991).

Nous avons choisi d'établir un rapport entre la hauteur et le diamètre de la lanterne d'Aristote de toute la population échantillonnée afin de déterminer la relation qui existe entre la hauteur et largeur de cet organe masticateur.

$$\mathbf{R = h / d}$$

h : diamètre de la lanterne d'Aristote

d : diamètre de la lanterne d'Aristote

## 2.4. 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 de Salamandre. Par contre, au niveau du site de Stidia-plage, on a analysé seulement celui de l'espèce *A. lixula*. Le nombre de contenu digestif analysé par espèce a été de 10 individus pour *A.lixula* dans les deux sites et de 6 individus pour *P.lividus*

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 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) (figure 14.A). 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;Cherbonnier,1954;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 suits :

- Les algues déterminées avec le maximum de précision possible.
- Les débris organiques telles que : les cyanophycées.
- Les feuilles de *Posidonia oceanica*.
- Le sable, ce terme désigne des fragments de roche ou du sédiment d'origine biogène ou minérale.

### 2.4.1. 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 (figure 14 .D), et cette préparation, est placée sous l'objectif du microscope (figure 24.E-F) 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 24.** Photos montrant des étapes de la méthode des contacts de l'analyse du contenu digestif des populations d'oursins *Arbacia lixula*.

### 2.4.2. Échelle des préférences alimentaires

Selon Frantziz et al (1988), les taxons consommés par ces oursins sont classé comme suit :

- *Les taxons préférés* ; où l'oursin présente une préférence pour ces taxons, avec une sélection marqué des algues.
- *Les taxons évités* ; présente les algues fortement évitées par les oursins.
- *Les taxons indifférents*

Notons que ce classement est réalisé après un calcul de l'indice d'électivité ou de sélection d'Ivlev (1961) que nous n'avons pas calculé dans notre travail.

## ***Chapitre III***

---

# ***Résultats et discussion***

### 3.1. Indices physiologiques

Pour estimer l'activité trophique et les modalités de la reproduction des deux oursins réguliers *Arbacia lixula* et *Paracentrotus lividus*, vivants dans le littoral Mostaganémois, nous avons étudié les variations de la saison printanière de l'indice de réplétion moyen (IRm) et de l'indice gonadique moyen (IGm). Le premier est défini comme le rapport de la masse du tube digestif sec sur le diamètre du test au cube, le deuxième indice est égal au rapport de la masse de la gonade sèche sur le diamètre du test au cube. L'interférence de ces deux phénomènes permet de déterminer la période de ponte, les stades de maturation des gonades et les rythmes d'alimentation chez les oursins (Sellem, 1995).

Notre étude s'est déroulée sur les spécimens d'oursins noirs et l'oursin livide, pendant la période printanière 2016, et dont le but était de rechercher la relation qui existe entre les deux indices physiologiques moyens (IGm et IRm) pour les deux populations d'oursins.

#### 3.1-1-Evolution des indices physiologiques en fonction des tailles des oursins de la population *A.lixula* de la salamandre durant la saison printanière

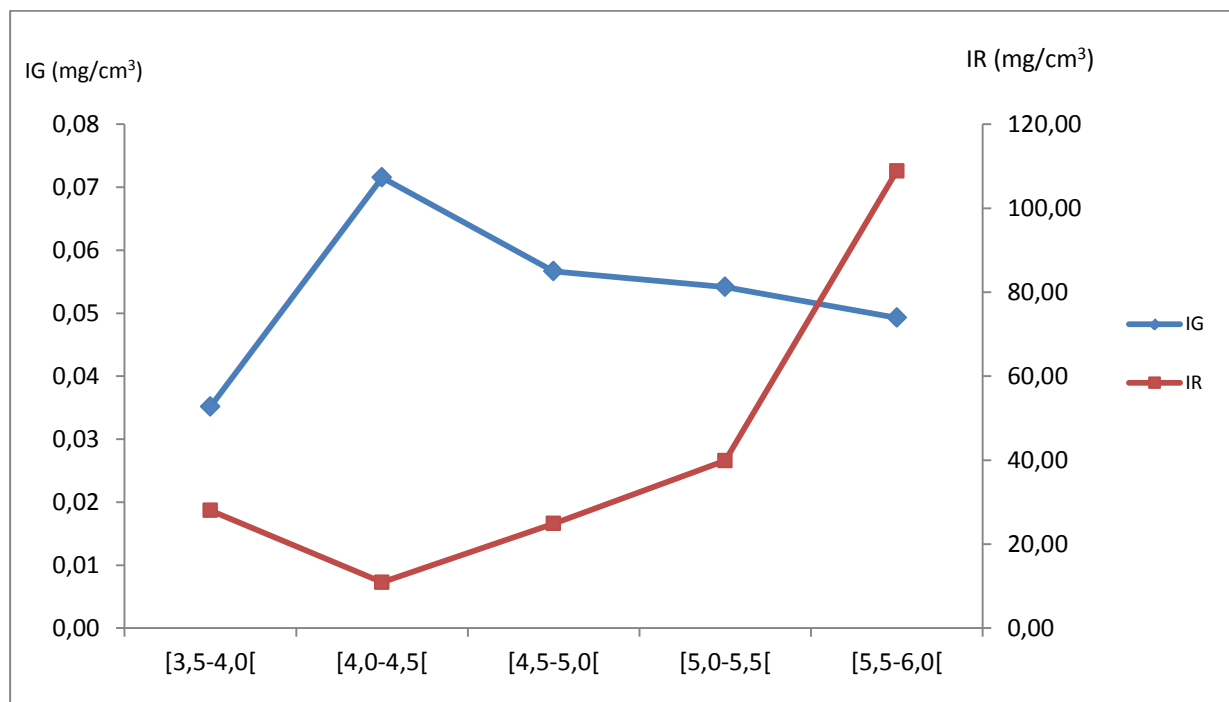
**Tableau 1.** Evolution des indices physiologiques moyens (IGM et IRM) exprimés en  $\text{mg}/\text{cm}^3$  ( $\pm$ écart type) des différentes classes de taille d'*A.lixula* de Salamandre.

Classe de taille	Indice gonadique (IG)	Ecart type	Indice de réplétion (IR)	Ecart type
[3,5-4,0[	<b>0,04</b>	-	28,01	-
[4,0-4,5[	<b>0,07</b>	<b>0,01</b>	<b>10,89</b>	<b>5,54</b>
[4,5-5,0[	0,06	0,02	24,89	12,03
[5,0-5,5[	0,05	0,02	39,86	25,40
[5,5-6,0[	0,05	-	<b>108,90</b>	-
<b>moyenne</b>	<b>0,05</b>	<b>0,02</b>	<b>42,51</b>	<b>14,32</b>

La **figure 25** exprime que l'indice gonadique moyen (IGm) affiche la valeur la plus petite 0,04  $\pm$  0,01  $\text{mg}/\text{cm}^3$  (tableau 1) pour la classe de taille [3,5-4,0[, puis annonce la valeur maximale 0,07

$\text{mg}/\text{cm}^3$  pour la classe de taille [4,0-4,5[, ensuite la valeur cet indice continue à diminuer au fur à mesure que la taille des oursins augmente.

En ce qui concerne l'indice de réplétion moyen (**IRm**), ce dernier présente des valeurs basses pour les oursins de taille allant [3,5- 5,0[cm, qui sont inférieures à  $30 \text{ mg}/\text{cm}^3$ . Cependant, il commence à augmenter à partir de la classe de taille [4,0-4,5[ pour atteindre une valeur maximale de  **$108,90 \text{ mg}/\text{cm}^3$**  pour la classe de taille [5,5-6,0[.



**Figure 25.** Variations des indices physiologiques (IG, IR) en fonction des classes de taille des populations d'*A. lixula* exprimés en  $\text{mg}/\text{cm}^3$  au niveau de Salamandre en printemps.

### 3.1-2-Evolution des indices physiologiques en fonction des tailles des oursins de la population *P.lividus* de la salamandre durant la saison printanière

**Tableau 2.** Evolution des indices physiologiques moyens (IGM et IRM) exprimés en  $\text{mg}/\text{cm}^3$  ( $\pm$ écart type) des différentes classes de taille de *P.lividus* de Salamandre.

Classe de taille	Indice gonadique (IG)	Ecart type	Indice de réplétion (IR)	Ecart type
[3,5-4,0[	-	-	-	-
[4,0-4,5[	11	11,19	38,56	9,57
[4,5-5,0[	14,99	4	63,65	14,38
[5,0-5,5[	-	-	-	-
<b>moyenne</b>	<b>13,13</b>	<b>7,65</b>	<b>51,10</b>	<b>11,97</b>

Le suivie des indices physiologiques pour l'oursin livide (*P.lividus*) est plus au moins perturbé par l'absence des classes de taille [3,5-4,0[et [5,0-5,5[ dans notre échantillonnage. Cependant, pour les classes de taille [4,0-4,5[et [4,5-5,0[cm, les indices gonadiques affiche des valeurs assez élevées, attestant une période de maturation des gonades. La valeur minimale est  $11,00 \pm 11,19 \text{ mg}/\text{cm}^3$  (voir tableau2) de l'IGm est dédié à la classe de taille [4,0-4,5[et le maximum  $14,99 \pm 4 \text{ mg}/\text{cm}^3$  est a la classe de taille [4,5-5,0[cm. Quant à l'évolution de l'IRm, les valeurs minimale et maximale sont respectivement  $38,56 \pm 5,57 \text{ mg}/\text{cm}^3$  et  $63,56 \pm 14,38 \text{ mg}/\text{cm}^3$  (voir le tableau2).

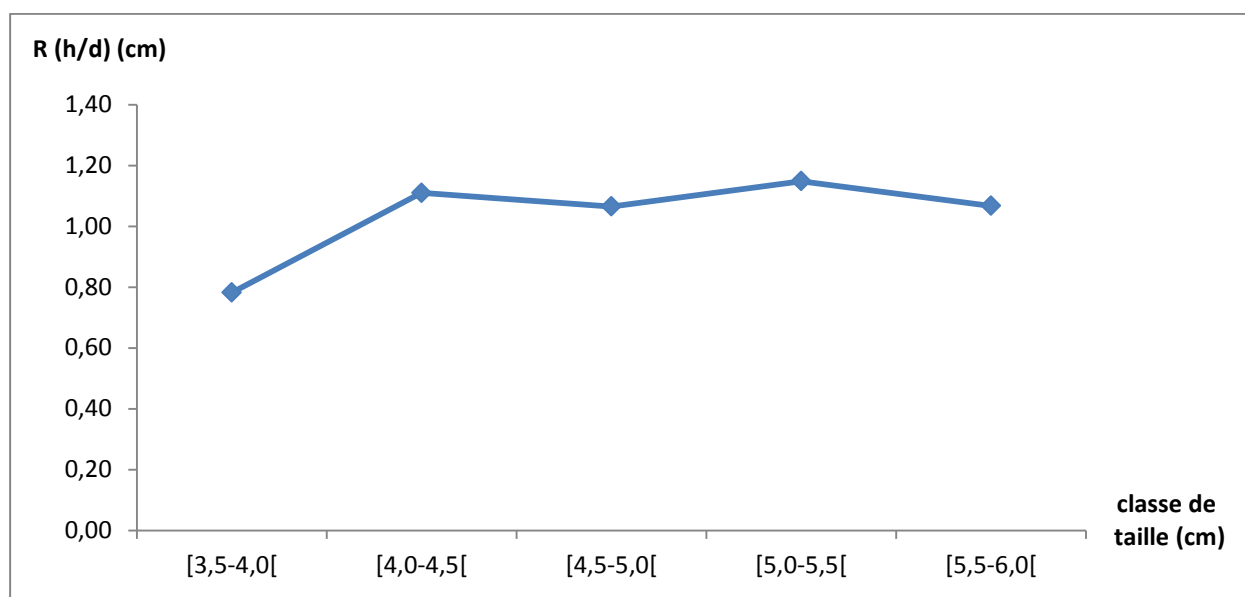
### 3.2-Détermination et analyse du rapport R (hauteur de la lanterne d'Aristote sur le diamètre de la lanterne d'Aristote)

#### 3.2-1- Analyse du rapport R chez la population d'*A.lixula*

Les valeurs du rapport R en fonction de la taille d'*A.lixula* de Salamandre, sont consignées sur le tableau 3 et illustrées par la **figure 26**.

**Tableau 3.** Evolution du rapport R ( $\pm$ écart type) des différentes classes de taille d'*A.lixula* de Salamandre.

Classe de taille	R (h/d)	Ecart type
[3,5-4,0[	0,78	-
[4,0-4,5[	1,11	0,07
[4,5-5,0[	1,06	0,03
[5,0-5,5[	1,15	0,05
[5,5-6,0[	1,07	-
<b>moyenne</b>	<b>1,03</b>	<b>0,05</b>



**Figure 26.** Evolution du rapport R (h/d) en fonction des classes de taille de la population d'*A.lixula* de la Salamandre durant la saison printanière

L'analyse de la figure 2 et du tableau 3 montre que le rapport R chez *A.lixula*, suit une augmentation en parallèle avec l'évolution de la taille des oursins, puis la valeur de R se stabilise malgré une augmentation de la taille des oursins. Cependant, on peut conclure que la lanterne d'Aristote chez cet oursin est haute.

### 3.2-2- Analyse du rapport R chez la population de *P.lividus*

Les valeurs du rapport R en fonction de la taille de *P.lividus* de Salamandre, sont consignées sur le tableau 4.

**Tableau 4.** Evolution du rapport R ( $\pm$ écart type) des différentes classes de taille de *P.lividus* de Salamandre.

Classe de taille	R (h/d)	Ecart type
[3,5-4,0[	-	-
[4,0-4,5[	0,48	0,13
[4,5-5,0[	0,53	0,07
[5,0-5,5[	-	-
<b>moyenne</b>	<b>0,51</b>	<b>0,10</b>

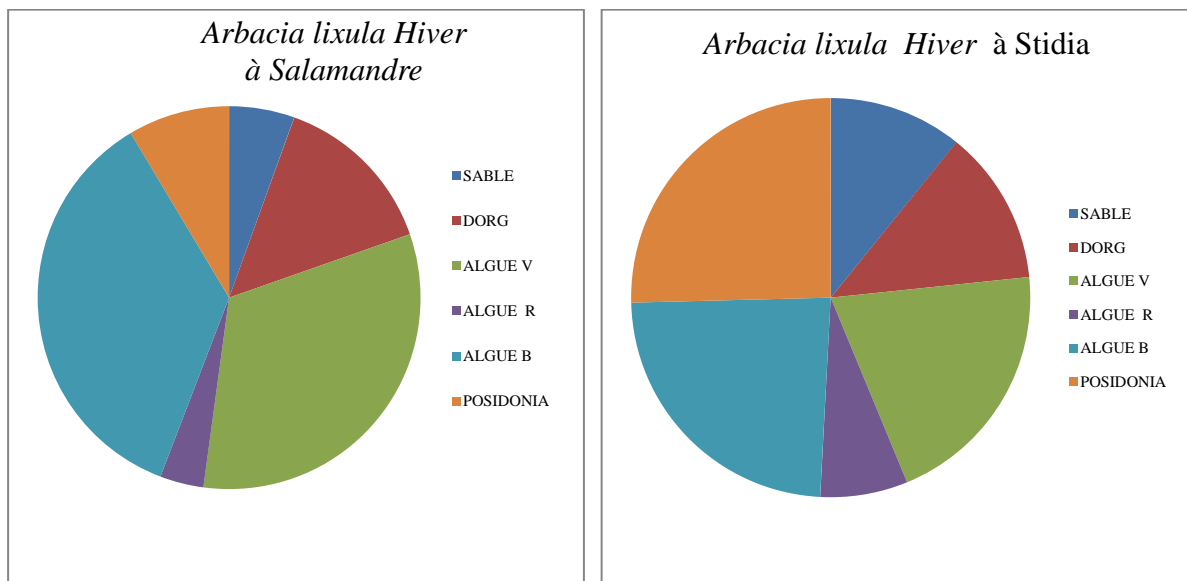
L'analyse du tableau 4, montre que le rapport R chez *P. lividus* présente une valeur moyenne aux alentours de 0,5, ce qui atteste que la lanterne chez cet oursin est aussi haute que large.

### 3.3. 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 :

#### 3.3.1. Comportement alimentaire des populations échantillonnées en fonction des saisons

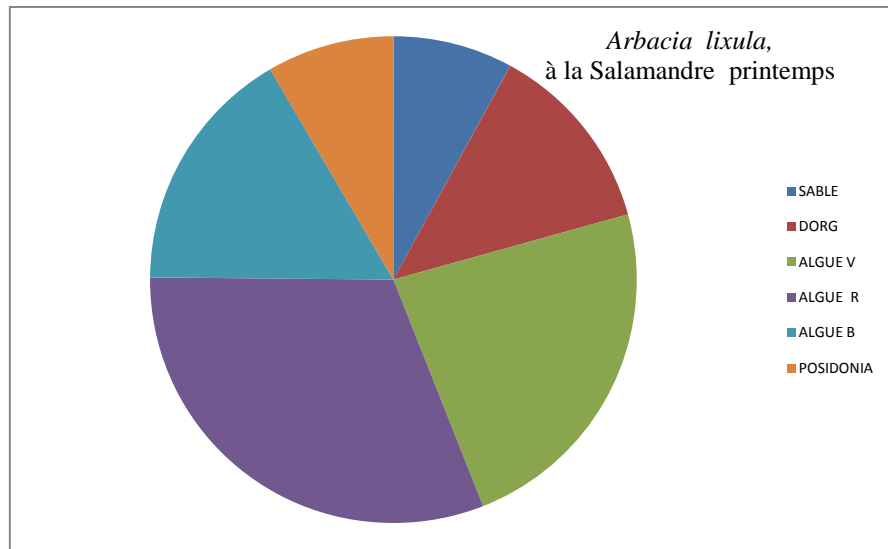
##### 3.3.1. 1. Comportement alimentaire de la population d'*Arbacia lixula* en hiver



**Figure 27.** Contenu digestif en hiver chez la population d'*Arbacia lixula* échantillonnée dans la région de Mostaganem

L'analyse de la figure 27 montre que l'oursin *Arbacia lixula* se nourrit différemment dans les deux sites d'étude. A Stidia, *Arbacia lixula* se nourrit plus respectivement et d'une manière équilibrée de feuilles d'herbier de Posidonie, d'algues brunes et d'algues vertes. Alors que dans le site Salamandre, il se nourrit plus d'algues brunes et d'algues vertes et la part réservée au feuilles de posidonies est de moindre importance par rapport à celles des débris organiques et en dernier on retrouve le sable. Donc, dans l'ensemble, en hiver l'oursin *Arbacia lixula* se nourrit essentiellement d'algues brunes et vertes.

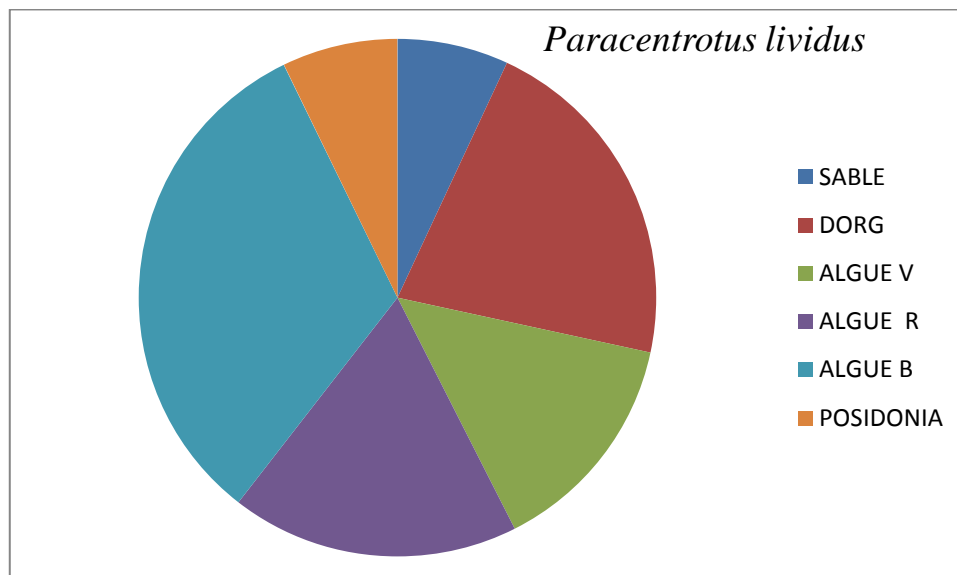
### 3.3.1.2. Comportement alimentaire de la population d'*Arbacia lixula* au printemps



**Figure 28.** Contenu digestif au printemps chez la population d'*Arbacia lixula* échantillonnée à Salamandre

L'analyse de la figure 28 montre que contrairement à l'hiver, l'oursin *Arbacia lixula* se nourrit plus d'algues rouge, ensuite on retrouve les algues vertes suivi algues bleue, de débris organiques, de feuilles d'herbier de posidonie et du sable.

### 3.3.1.3. Comportement alimentaire de la population de *Paracentrotus lividus* à Salamandre, au printemps



**Figure 29.** Contenu digestif au printemps chez la population de *Paracentrotus lividus* échantillonnée à Salamandre, au printemps.

L'analyse de la figure 29 montre que l'oursin *Paracentrotus lividus*, vivant à Salamandre au printemps se nourrit essentiellement d'Algues brunes suivi de débris organiques et s'alimente de

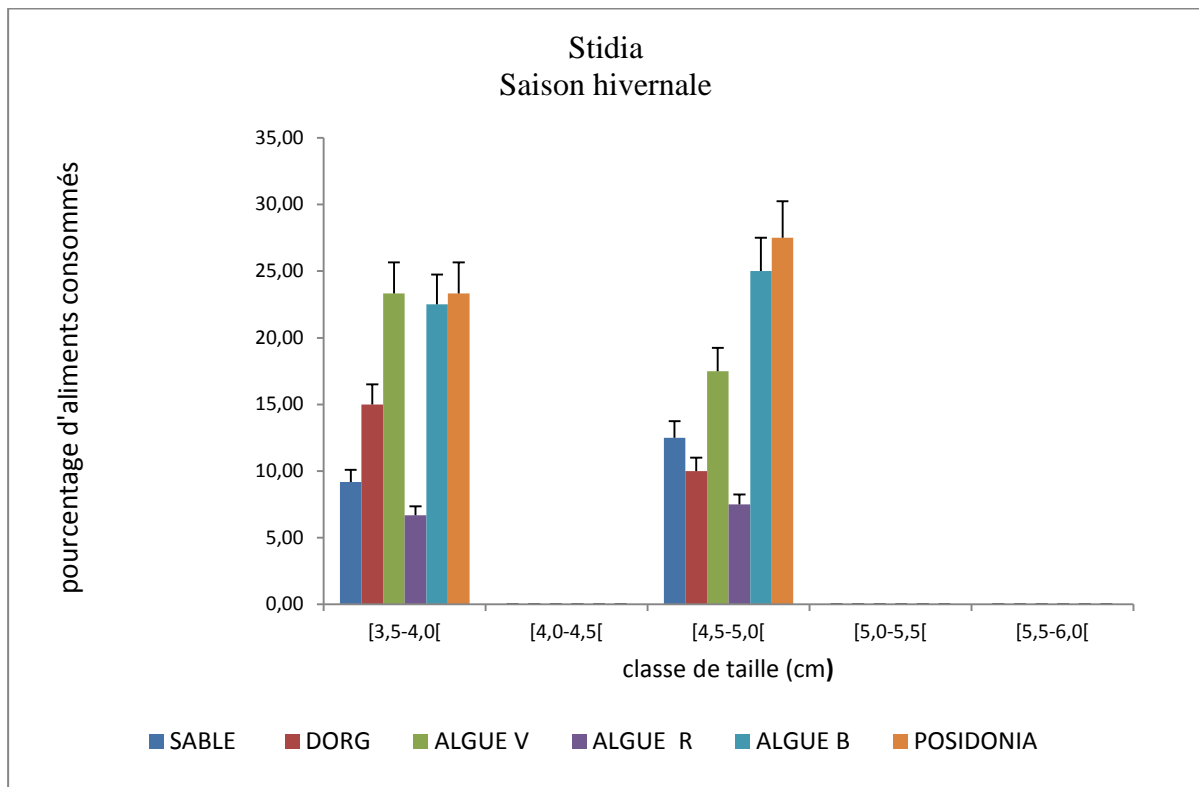
manière proportionnelle d'algues vertes et rouges. Quant à la quantité de feuilles de posidonies ingurgitées, elles sont négligeables par rapport à la consommation d'algues brunes.

### 3.3.2. Comportement alimentaire des populations échantillonnées en fonction des classes de taille et par saisons

#### 3.3.2.1. Comportement alimentaire de la population d'*Arbacia lixula* par classes de taille et en hiver

Les figures ci-dessous, reflètent l'étude du régime alimentaire d'*Arbacia lixula* vivant dans deux localités différentes (Stidia, Salamandre) de la baie de Mostaganem.

- **Stidia**

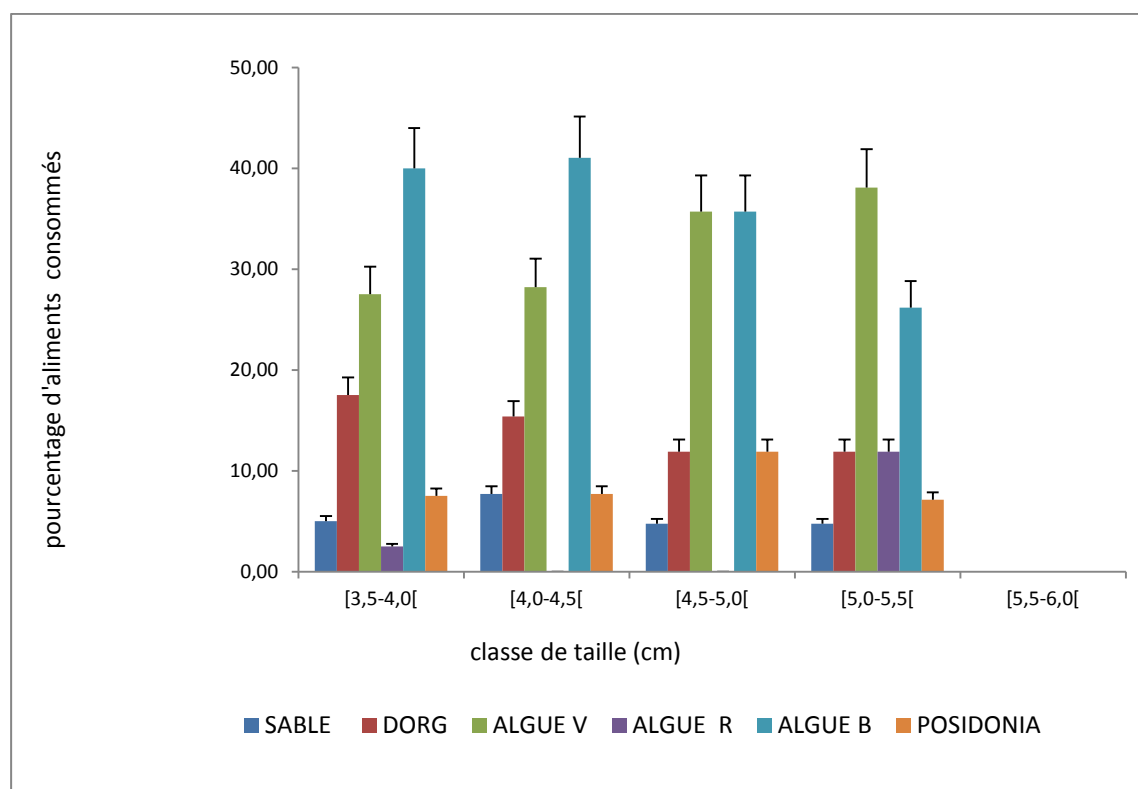


**Figure 30.** Pourcentage d'aliments consommés par la population d'*A.lixula* vivant dans le site de Stidia durant la saison hivernale.

L'analyse de la figure 30 montre que l'oursin *A.lixula* a un mode d'alimentation différents selon le site où il se trouve ; Dans le site de Stidia la classe de taille 3,5-4,0 se nourrit d'une manière proportionnelle de feuilles de posidonie, d'algues brunes et vertes. Pour le reste des groupes d'aliments consommés, les débris organique tiennent une place supérieure à celles du sable et d'algues rouge. Par contre, chez *A.lixula* d'une taille supérieure à 4,5 se sont les feuilles de posidonie qui tiennent la place d'aliment préférentielle en raison du fort pourcentage affiché dans

la figure 30. Cependant, il faut noter que juste après le groupe de feuilles de posidonie, se sont les algues brunes qui sont les plus consommées suivies d'algues vertes, de sables et en dernier on retrouve les algues rouges.

- **Salamandre**

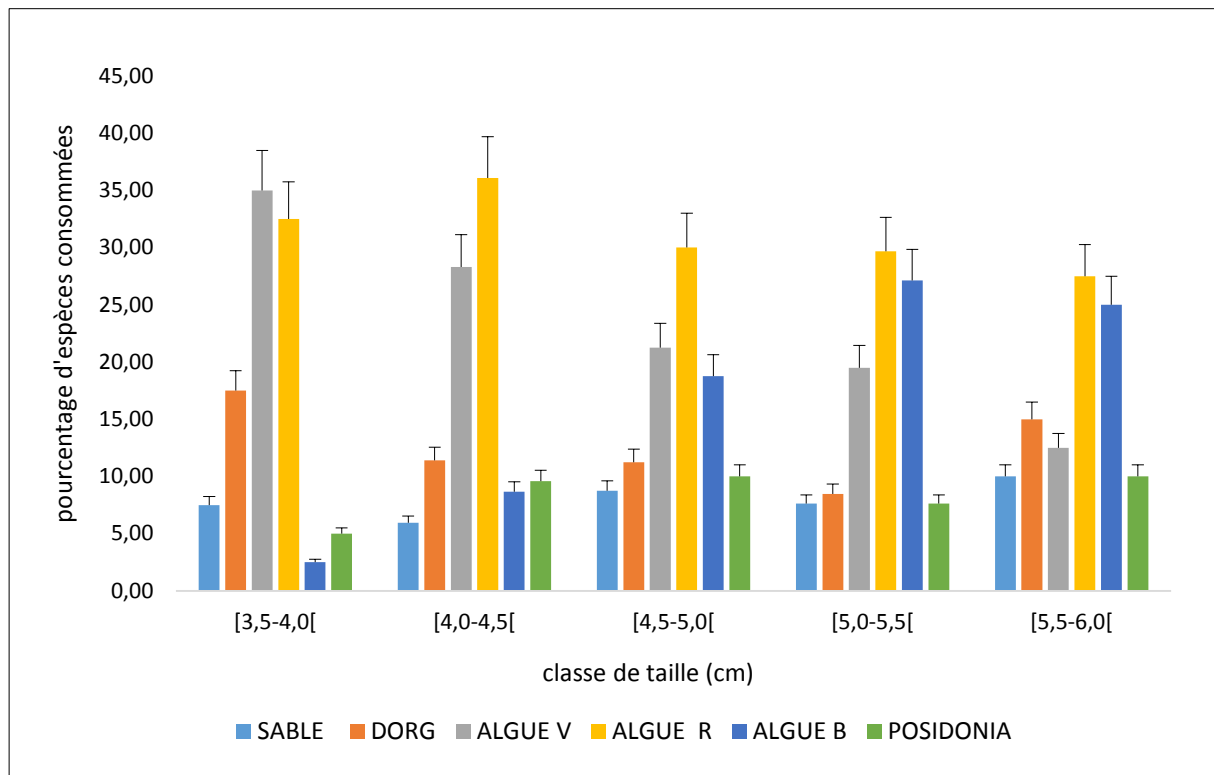


**Figure 31.** Pourcentage d'aliments consommés par la population d'*A. lixula* vivant dans le site de Salamandre durant la saison hivernale.

L'analyse de la figure 31 montre que dans le site de Salamandre *A. lixula* de taille allant de [3,5 - 4, 5[, le régime alimentaire est représenté par une préférence alimentaire des algues brunes suivie d'algues vertes ensuite viennent respectivement les débris organiques, les feuilles de posidonies et le sable. Quant aux algues rouges, elles occupent la dernière place dans les groupes d'aliments les plus consommés chez *A. lixula*. Par ailleurs, pour la classe de taille [4,5 - 5, 0[, les groupes d'aliments les plus consommés et d'une manière proportionnelle sont représentés par les algues brunes et vertes suivies de feuilles de posidonie et de débris organique et en dernier on retrouve le sable.

### 3.3.2.2. Comportement alimentaire de la population d'*Arbacia lixula* par classes de taille et au printemps

La figure 32 reflète la répartition en pourcentage des différents groupes d'aliments retrouvés au niveau du contenu digestif d'*Arbacia lixula*, vivant à Salamandre en période printanière.



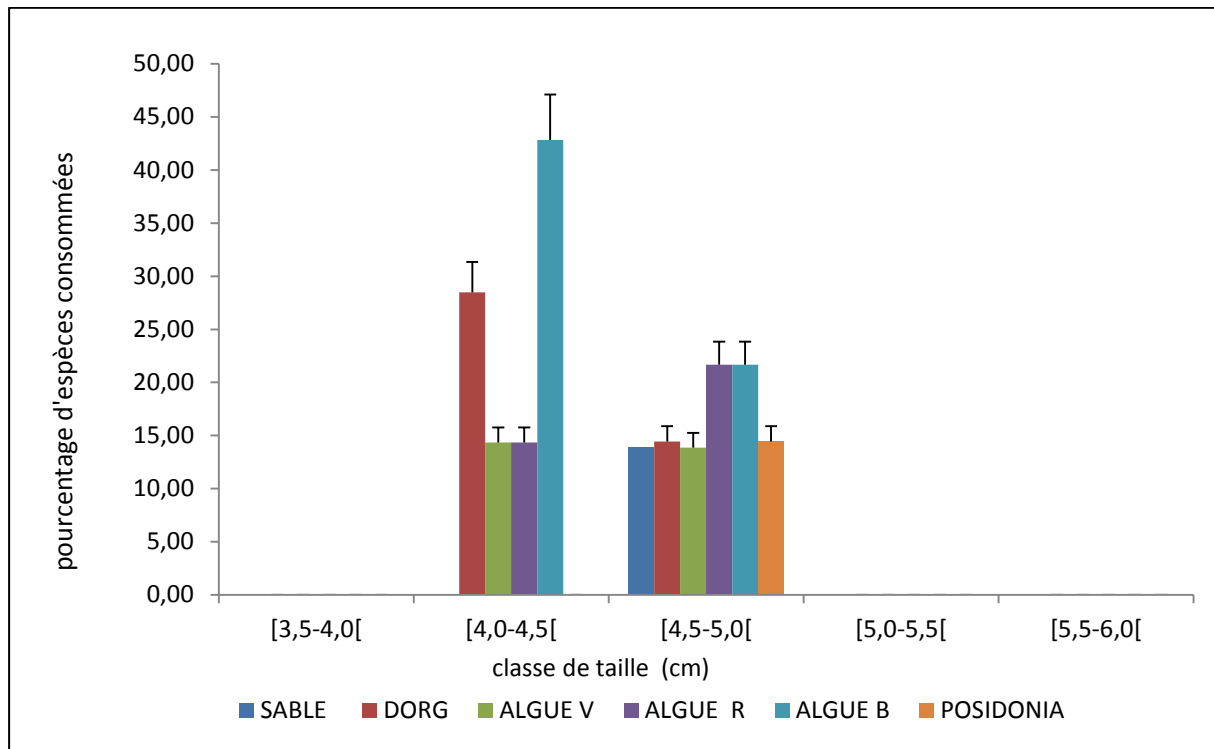
**Figure 32.** Pourcentage d'espèces consommées en fonction des classes de taille de la population d'*A.lixula* vivant à la salamandre durant la saison printanière.

A première vue la figure 32 montre que chez toutes les classes de taille de l'espèce *A.lixula* de notre étude, les six groupes d'aliments sont présents. Par ailleurs, on remarque que pour la classe de taille [3,5-4,0[ , se sont les algues vertes qui occupent la place d'aliment préférentielle en raison du fort pourcentage d'aliment consommés illustré par la figure suivi des algues rouges après viennent respectivement les débris organiques , le sable, les feuilles de posidonie et en dernier on retrouve les algues brunes. Pour les classes de tailles [4-4,5[et [4,5-5[, se sont les algues rouges qui tiennent la place d'aliment préférentielle suivies respectivement d'algues vertes et de débris organiques. Cependant, pour la classe de taille [4-4,5[ , après les débris organiques on retrouve les feuilles de posidonies qui sont consommées suivies d'algues rouges et de sable contrairement à la classe de taille [4,5-5[où après les débris organique se sont les

algues rouges qui sont retrouvés consommés en quatrième position suivis de feuilles de posidonie et de sable.

### 3.3.2.3. Comportement alimentaire de la population de *Paracentrotus lividus* par classes de taille et au printemps

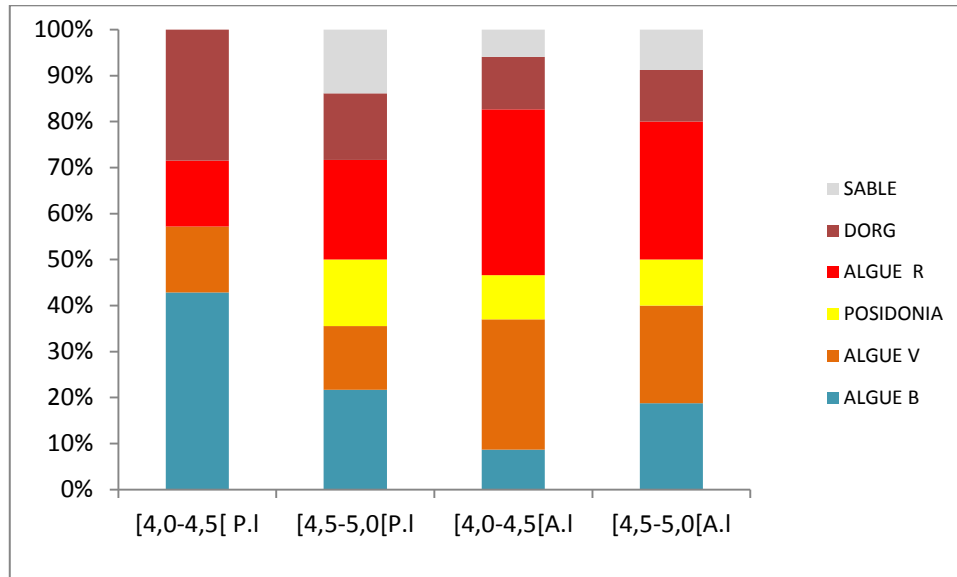
La composition des contenus digestifs de la population de *Paracentrotus lividus* par classes de taille est illustrée par la figure 33.



**Figure 33.** Pourcentage d'aliments consommés par la population de *Paracentrotus lividus*, vivant à la Salamandre durant la saison printanière.

L'analyse de la figure 33, montre une nette dominance du pourcentage d'algues brunes dans le contenu digestif de la classe de taille [4,0-4,5[, suivi par les débris organiques et ensuite on retrouve les algues rouge et verte avec un pourcentage équivalent. Contrairement à la classe de taille [3.5-4[ , la classe de taille [4.5-5[ montre une fréquence équivalente d'alimentation d'algues brunes et rouges suivie respectivement de feuilles de posidonie, de débris organique, d'algues vertes et de sable.

### 3.3.2.4. Comparaison du comportement alimentaire des deux espèces *Paracentrotus lividus* et *Arbacia lixula* par classes de taille, à Salamandre et au printemps



**Figure 34.** Pourcentage d'aliments consommés chez les individus de deux classes de tailles *Paracentrotus lividus* (P.I) et *Arbacia lixula* (A.I), vivants à Salamandre durant la saison printanière.

L'analyse de la figure 34, montre que pour la classe de taille [4,0-4,5[, l'oursin *Paracentrotus lividus* se nourrit préférentiellement d'algues brunes contrairement à l'oursin *Arbacia lixula*, qui se nourrit pour cette classe de taille préférentiellement d'algues rouges. Par ailleurs, pour la classe de taille de [4,5-5,0[, *Paracentrotus lividus* se nourrit de manière équivalente d'algues rouges et brunes. Par contre, l'oursin *Arbacia lixula* se nourrit toujours préférentiellement d'Algues rouges ensuite viennent les algues vertes.

Dans l'ensemble, on peut dire que pour les deux classes de taille [4,0-4,5[et [4,5-5,0[, l'oursin *Arbacia lixula* se nourrit préférentiellement d'algues rouges, en seconde position viennent les algues vertes et en troisième position on retrouve les algues brunes. Contrairement, l'oursin *Paracentrotus lividus* se préférentiellement d'algues brunes ensuite la préférence alimentaire est différente entre les individus appartenant aux deux classes de taille, en deuxième position on retrouve les débris organique pour la classe de taille [4,0-4,5[et les algues rouges pour la classe de taille [4,5-5,0[.

Selon la littérature, en Méditerranée, sur substrat dur, *Paracentrotus lividus* est retrouvé avec, *Arbacia lixula* Linnaeus 1758 ; 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; Regis, 1978; Azzolina, 1988). En

zone intertidale, *P. lividus* vit souvent dans des cavités qu'il creuse lui même dans les rochers, en les usant à l'aide de ses piquants et de ses dents; il devient ainsi, dans certaines régions, un agent d'érosion non négligeable (Verlaque et Nedelec, 1983b; Cuenca, 1987; Verlaque, 1987a).

Dans l'herbier à *Posidonia oceanica*, *P. lividus* se tient généralement entre les rhizomes (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). C'est un animal brouteur à régime généraliste mais essentiellement herbivore dans son milieu naturel.

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. 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). 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.

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

#### 3.3.3.1. Le peuplement phytobentique

Le peuplement végétal des deux saisons (hiver et printemps) 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



*Ulva lactuca*



*Codium fragile*



*Caulerpa racemosa*



*Acetabularia acetabulum*



*Caulerpa prolifera*

- **Algues brunes**



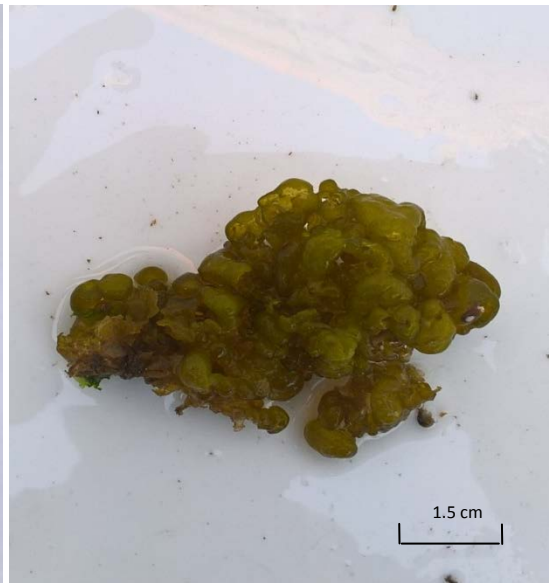
*Padina pavonica*



*Dictyota dichotoma*



*Cystoseira sp*

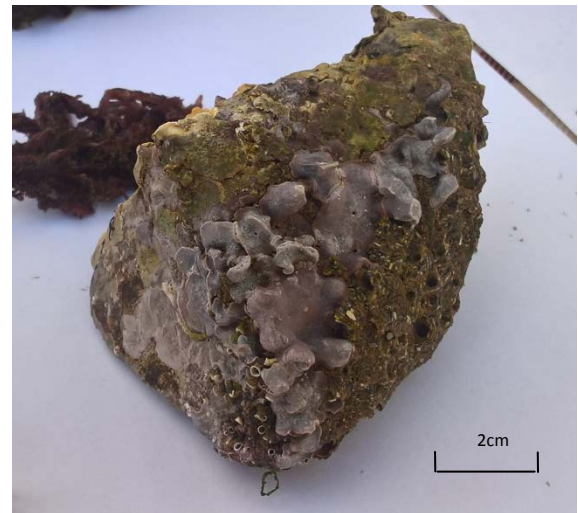


*Colpomenia sinuosa*

- **Algues rouges**



*Coralina elongata*



*Lithiphylum sp*



*Asparagopsis armata*



*Jania rubens*



*Peyssonelia squamaria*

- **Plantes à fleurs**



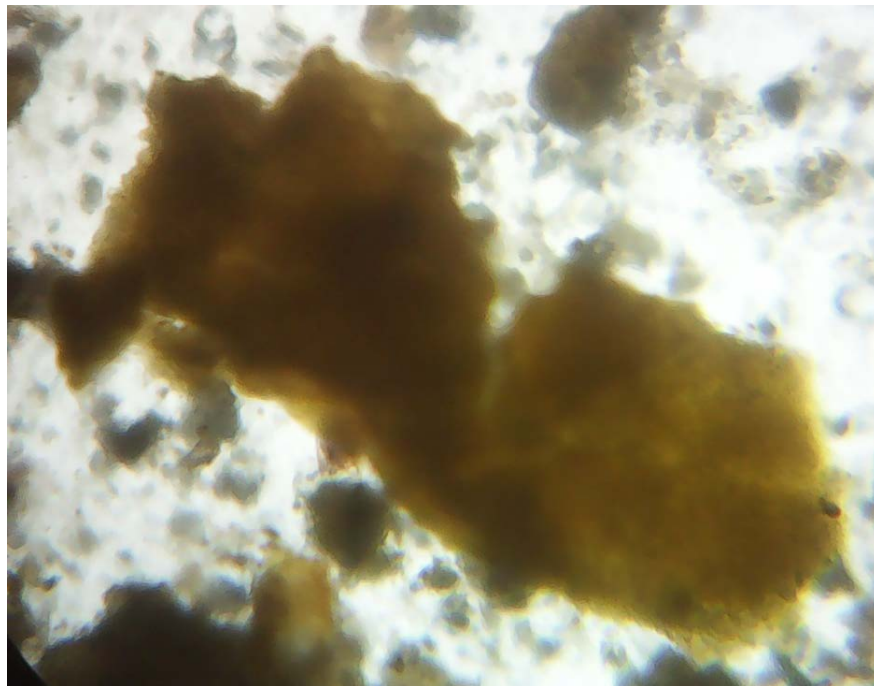
*Posidonia oceanica*



*Zostera sp*

L'analyse au microscope (x 100) des fragments digérés par les deux oursins, selon les items cités ci-dessous

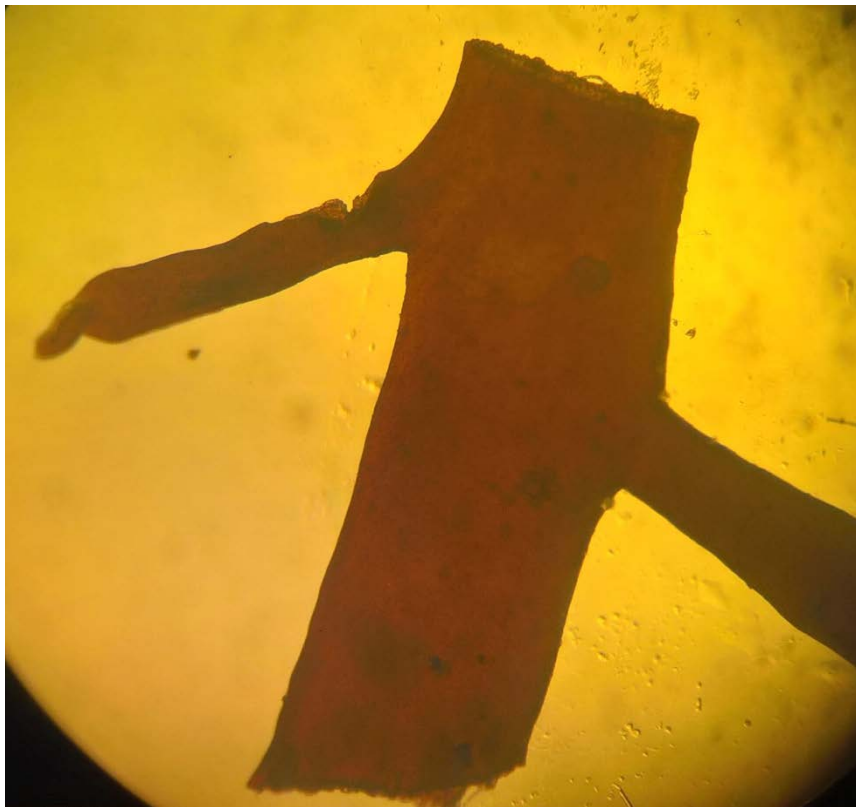
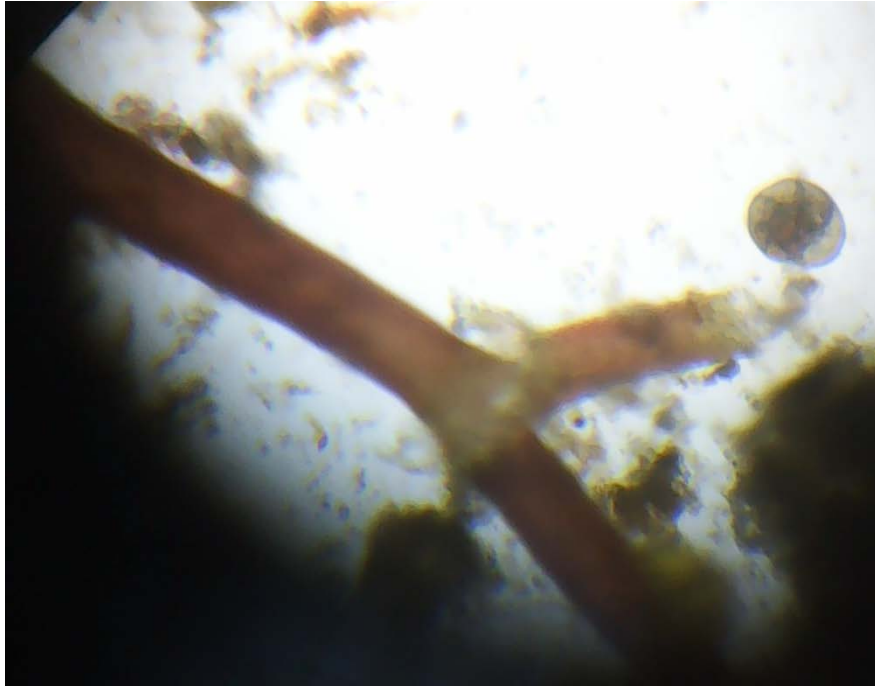
- **Algues vertes**



- **Algues brunes**



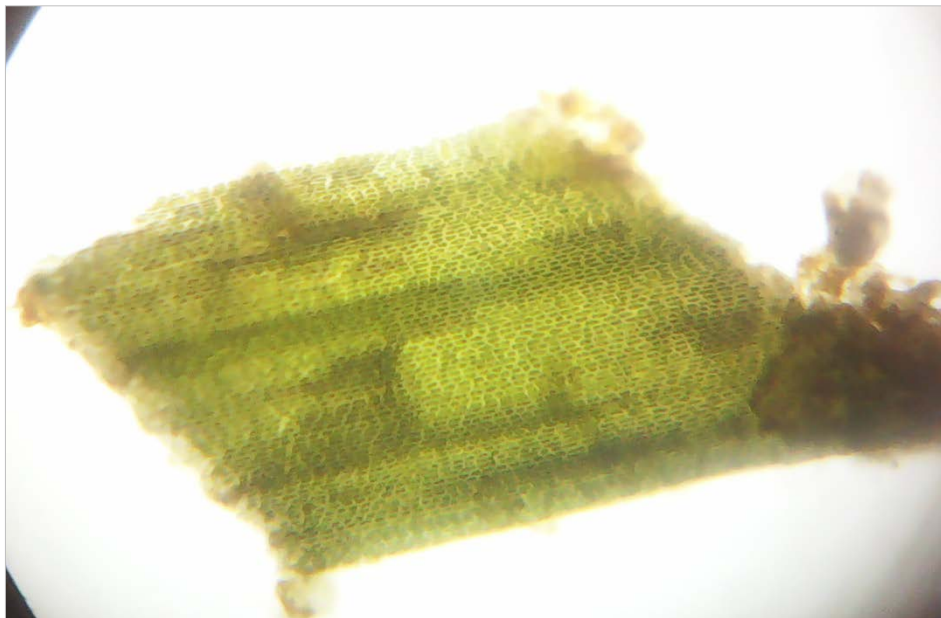
- **Algues rouges**



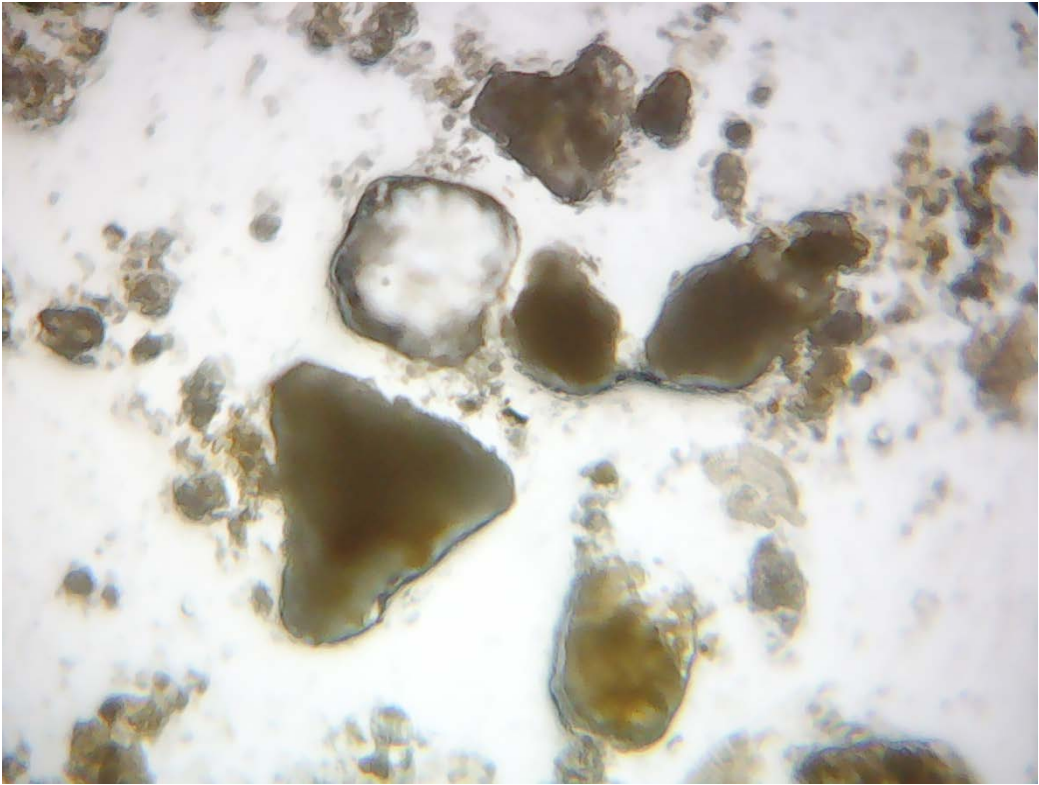
- Débris organiques



- **Les plantes à fleurs**



- **Sable**



# ***Conclusion***

## Conclusion

L'oursin noir *Arbacia lixula* étudié à la Salamandre et à Stidia, deux sites du littoral Mostaganémois différents d'un point de vue ressources trophiques et pollution, par l'évaluation des indices physiologiques (indice gonadique et indice de réplétion) et l'analyse du contenu digestif, montre que cet oursin à une échelle de préférence alimentaire très différente de son confrère *P. lividus*, en effet ces préférences sont les algues rouges, suivi des algues vertes et enfin les algues brunes, et cela pour les deux sites étudié. Concernant l'oursin livide les préférences ont été pour les algues brunes, suivi des débris organiques et les algues rouges, ce qui explique son habitude omnivore.

La littérature confirme que les préférences diffèrent d'un oursin à l'autre, en conséquence les préférences sélective de *P. lividus* sont 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).

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.

Et enfin, les travaux futurs sur *Arbacia lixula* permettront une meilleure compréhension de la biologie de cette espèce en Algérie, pour dégager son rôle écologique et une possible d'utilisation biotechnologique. A cet effet, il convient d'étudier :

- 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***

- 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.
- Agnetta D., Bonaviri C., Badalamenti F., Scianna C., Vizzini S. et Gianguzza P. 2013.** Functional traits of two co-occurring sea urchins across a barren/forest patch system. *Journal of Sea Research*, 76: 170-177.
- 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. 1988.** Contribution à l'étude de la dynamique de populations de l'oursin comestible *Paracentrotus lividus* (Lmck). Croissance, recrutement, mortalité, migrations. Thèse Doct 3<sup>ème</sup> cycle, Univ Aix-Marseille II, 225p.
- Bak H.P. et Nojimas S. 1980.** Immigration of a sea urchin, *Astropyga radiata* (Leske) in a temperate el grass, *Zostera marina* L., patch :lts feeding habitand grazing effect on the patch. *Publ. Amakusa Mar. Biol. Lab. Kyushu Univ.*, Jap., 5(2) :153-169.
- Barnes R.D. 1987.** Invertebrate Zoology. 893pp.
- 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 Giangyzza 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.
- Boudouresque C.F. et Verlaque M. 2013.** *Paracentrotus lividus*. In Sea Urchins: Biology and Ecology, chapter 21, *Developments in Aquaculture and Fisheries Science*, 38: 297-327.
- Boudouresque C.F., Verlaque M., 2001.** Ecology of *Paracentrotus lividus*. In, Lawrence J.M., (ed), *Edible sea urchins: biology and ecology*, Amsterdam: Elsevier Sciences, 177-216.
- Boue H. et Chanton R. 1978.** Zoologie I, 2, Invertébrés. Edit. Doin, Paris, 713 pp.
- 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 Irland. *Mar Biol*, 104 (2): 275-289.
- Camp O.K., Cobb J.P. et VanBreedveld J.F. 1973.** Overgrazing of sea - grasses by a regular urchin, *Lytechinus variegatus*. *Bio-Science*, U.S.A., 23 (1) :37-38.
- Corcoll A. 2012.** *Eriçó de mar: estudi antropològic, geolingüístic I etimològic*. PhD Thesis. University of Barcelona. Spain.
- Cuenca C. 1987.** Quelques méthodes de marquages des oursins échinides (Echinodermata). *Bull. Soc. Sci. nat. Ouest.*, 9(1): 26-37.

- Dance C. 1987.** Patterns of activity of sea urchin *Paracentrotus lividus* in the Bay of Port-Gros (Var, France, Mediterranean). *Mar. Ecol.*, 8(2): 231-142.
- De Ridder C. 1986.** Les échinides ; in Guille, A., Laboute, P., Menou, J. L., (eds). Guide des étoiles de mer, oursins et autres échinodermes du lagon de Nouvelle-Calédonie, Coll, Faune tropicale, ORSTOM, Paris.
- 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.
- Dean T. A., Schroeter S.C. et Dixon J.O. 1984.** Effects of grazing by two species of sea urchins (*Strongylocentrotus franciscanus* and *Lytechinus anamesus*) on recruitment and survival of two species of kelp (*Macrocystis pyrifera* and *Pterygophora californica*) *Mar.Biol.*, Germ.,78:301-313.
- Delmas P. et Régis M.B. 1984.** Influence d'une pollution complexe à dominante domestique sur les populations de l'échinoïde comestible *Paracentrotus lividus* (Lamarck). *Vie Marine*, 6:63-72.
- Demnatis S., Chafi A., Attrassi B., Maamri A., Haloui B., Kharbouaa M. et Ramdani M. 2002.** Bioaccumulation des métaux lourds chez l'oursin PARACENTROTUS LIVIDUS (Lamarck) sur la côte Est de la Méditerranée marocaine. *Actes Inst.Agron.Vet (Maroc)*, 79-84.
- 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* à Villefranche-sur-Mer. *Vie et Milieu, Série A, Biologie Marine*, 19 : 1-52.
- 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.
- Fischer W., Bauchot M.L. et Schneider M. 1987.** Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche (révision 1). Méditerranée et mer noire, zone de pêche 37. Volume 1. Végétaux et invertébrés, CEE, FAO, ed. FAO, Rome, 760p.
- Forster S.A. 1987.** The relative impact of grazing by Caribbean coral reef fishes and *Diadema*: affects of habitat and surge. *J.Exp.Mar.Biol.Ecol.*, Netherl., 105:1-20.
- Frantzis A. et Gremare A. 1992.** Ingestion, absorption and growth rates of *Paracentrotus lividus* (Echinodermata: Echinoidea) fed different macrophytes. *Mar Ecol Prog Ser*, 95: 169-183.
- Frantzis A., Berthon J.F. et Maggiore F. 1988.** Relation trophique entre les oursins *Arbacia lixula* et *Paracentrotus lividus* (Echinoïdea regularia) et le phytobenthos infralittoral superficiel de la baie de Port-Cros (Var, France). *Sci Rep Port-Cros Natl Park Fr*, 14: 81-140.
- Fuji A. 1967.** *Ecological studies on growth and food consumption of Japanese common littoral sea urchin, Strongylocentrotus intermedium (A. agassiz)*. Memoir of the Faculty of Fisheries, Hokkaido University, 15 (2): 83-160.
- Ghyoot M. 1991.** *Les pédicellaires globifères de Sphaerechinus granularis, morphologie et comportement d'un appendice défensif*. Thèse Doct, Univ, Bruxelles.
- Gianguzza P. et Bonaviri C. 2013.** *Arbacia*. In *Sea Urchins: Biology and Ecology*, chapter 19, *Developments in Aquaculture and Fisheries Science*, 38: 275-283.

- Grasse P. 1948.** Traité de zoologie : Anatomie, Systématique, Biologie. T. XI. Echinodermes – Stomocordés- Procordés. Edit. Masson, Paris, 1077p.
- Guendouzi Y. 2011.** Contribution à l'étude de l'impact de la pollution chimique sur l'herbier à Posidonie dans la baie d'Alger. Ecole nationale supérieure des sciences de la mer et aménagement du littoral. Ing d'état.
- Guettaf M. 1997.** *Contribution à l'étude de la variabilité du cycle reproductive (indice gonadique et histologie des gonades) chez Paracentrotus lividus (Echinodermata: Echinidae) en Méditerranée sud occidentale (Algérie).* Thèse de Doctorat en Océanologie, Université Méditerranéenne d'Aix-Marseille II, France, 132p.
- Hagström B.E. et Lonning S. 1973.** The sea urchin egg as testing object in toxicology. *Acta Pharmacol Toxicol*, 13: 7-49.
- Hyman L.H. 1955.** The Invertebrates. Vol 4. Echinodermata. Mc Craw-Hill: New York.
- 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.
- Lang C. et Mann K.H. 1976.** Changes in sea urchin populations after destruction of kelpbeds. *Mar. Bio.*, Germ., 36:321-326.
- Lawrence J.M. 1987.** Echinodermata. In, Pandian T.J., Vernberg F.J., (eds), *Animal energetic*. Academic Press, Inc., San Diego, 2 : 29-321.
- Lawrence J.M. et Lane P. 1982.** The utilization of nutrients by postmetamorphic echinoderms. In, Jangoux M et al., *Echinoderm nutrition*. Balkema, Rotterdam, 331-372.
- Lessios H.A., Lockhart S., Collin R., Sotil G., Sánchez-Jérez P., Zigler K.S., Pérez A.F., Garrido M.J., Geyer L.B., Bernardi G., Vacquier V.D., Haroun R.J. et Kessing B.D. 2012.** Phylogeography and bindin evolution in *Arbacia*, a sea urchin genus with an unusual distribution. *Molecular Ecology*, 21: 130-144.
- Linnaeus C. 1758.** *Systema naturae. Regnum animale: Editio decima.* Laurentius Salvius, Holmiae (Stockholm).
- Mortensen T. 1943.** A Monograph of the Echinoidea. Vol. III. Reitzel, Copenhagen, 56-168.
- 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.

- Niell F.X. et Pastor R. 1973.** Relaciones troficas de *Paracentrotus lividus* (Lmk) en la zona littoral. *Investigacion Pesquera.*, 37(1): 1-7.
- 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.
- 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.
- Régis M.B. 1980.** Etude des possibilités d'élevage des oursins réguliers en fonction de la valeur de certains indices physiologiques. *Oceanologica Acta*, 3: 7-15.
- Riedl R. 1983.** Fauna and Flora des Mittelmeeres. Verlag Paul Parey, Hamburg & Berlin.
- Rouane-Hacene M.O. 2013.** *Biosurveillance de la qualité des eaux côtières du littoral occidental algérien, par le suivi des indices biologiques, de la biodisponibilité et la bioaccumulation des métaux lourds (Zn, Cu, Pb et Cd) chez la moule Mytilus galloprovincialis et l'oursin Paracentrotus lividus.* Doctorat en Biologie, option: Sciences de l'Environnement, Université d'Oran, 249p.
- 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., 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.
- Semroud R. 1993.** *Contribution à la connaissance de l'écosystème à Posidonia oceanica (L). Delile dans la région d'Alger (Algérie) : Etude de quelques compartiments.* Thèse de Doctorat Sciences en écologie marine. Université des Sciences et Technologie Houari Boumediene (USTHB), Alger, 129p.
- 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.
- Shepherd S.A. et Boudouresque C.F. 1979.** A preliminary note on the mouvement of the sea urchin *Paracentrotus lividus*. *Trav. Sci. Parc nation. Port-Cros.*, 5: 155-158.
- 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.
- Strathman R. 1981.** Scal of dispersal in varying environments its implications for life histories of marin invertebrates.*oecologia* 48:308-318.
- 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.

**Traer K.1980.** The consumption of *Posidonia oceanica* Delile by echinoids at the isle of Ischia. In, Jangoux M., (ed), *Echinoderm: Present and past*. Balkema publ., Rotterdam, 241-244.

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

**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., 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.

**Wangensteen O.S., Turon X., Pérez-Portela R. et Palacín C. 2012.** Natural or naturalized? Phylogeography suggests that the abundant sea urchin *Arbacia lixula* is a recent colonizer of the Mediterranean. *PLoS ONE*, 7: e45067.

**Wharton W.G. et Mann K.H., 1981.** Relationship between destructive grazing by the sea urchin *Strongylocentrotus droebachiensis* and abundance of the American lobster *Homarus americanus* on the atlantic coast of Nova Scotia *Gan .J.Fish.Aquat.Sei.*, Gan.,38:1339-1349.

#### **Site internet:**

**Catalogue of life World Register of Marine Species (WoRMS).2014.** *Arbacialixula*. En ligne <http://www.catalogueoflife.org/col/details/species/id/18420494>

**Données d'Observations pour la Reconnaissance et l'Identification de la faune et de la flore Subaquatiques (DORIS). 2012.***Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758). En ligne [http://doris.ffessm.fr/fiche2.asp?fiche\\_numero=1025](http://doris.ffessm.fr/fiche2.asp?fiche_numero=1025)

**Le system canadien d'information sur la biodiversité (SCIB).2014.** *Arbacia lixula*. En ligne <http://www.cbif.gc.ca/acp/fra/siti/regarder?tsn=15790>.

**Universal Biological Indexer and Organizer (uBio).2014.** *Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758). En ligne <http://www.ubio.org/browser/details.php?namebankID=7187545>.

**FUTURA SCIENCES. 2014.** 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/>.