

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



جامعة عبد الحميد بن باديس  
مستغانم  
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MER ET DE L'AQUACULTURE

N°...../SNV/2017

## MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

**HADDOUCHE Souad et BAININE Amina**

Pour l'obtention du diplôme de

### MASTER

En Hydrobiologie Marine et Continentale

**Spécialité: RESSOURCE HALIEUTIQUE ET EXPLOITATION**

**Contribution à l'étude du régime alimentaire de l'oursin**

***Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758) de la région de Mostaganem**

Soutenu publiquement le 22 /06/2017

DEVANT LE JURY

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

*Thème réalisé au Laboratoire de L'halieutique de l'université de Mostaganem.*

## RESUME

L'importance accordée au rôle des échinodermes, en particulier les oursins dans la structure et l'évolution des phytocénoses benthiques est grandissante. Ainsi l'activité trophique des oursins a fait l'objet de nombreuses études. Cependant, en Algérie il y'a un manque de données sur leurs comportement alimentaire. Pour combler partiellement ce vide on a choisi d'étudier les préférences alimentaires de ces oursins pour mieux comprendre la place qu'ils occupent dans les réseaux trophiques.

A cet effet, on a opté pour l'échinide le moins étudié : l'oursin noir *A.lixula*, vivant dans le site de la salamandre, qui est caractérisé par un substrat rocheux, riche en algues photophiles mais perturbé par la pollution (rejets urbains et industriels) et une forte activité portuaire.

Ce travail, étalé sur 3 mois (mars, avril et mai 2017), a renfermé deux grands volets : le suivi des variations mensuelles des indices physiologiques (indice gonadique et l'indice de réplétion) de ces oursins noirs ; et l'étude de leurs comportements alimentaire.

L'étude des indices physiologiques indique une variation dans le temps, et que la valeur la plus faible de l'IRm coïncide avec la valeur la plus haute de l'IGm en mois de mai, qui nous poussent à dire que c'est la phase finale de la maturation gonadique qui précédera la ponte par la croissance ultime des gonades.

L'étude qualitative destinée à l'identification des items présents dans les contenus digestifs réalisée par la méthode des contacts de Jones (1968), a montré que cet oursin se comporte comme un brouteur et exerce un choix sélectif pour son alimentation, en préférant les algues rouges, suivi des algues vertes, ensuite les algues brunes en dernière position.

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

## ملخص

هناك أهمية متنامية موجهة لشوكيات الجلد خاصة قنفاذ البحر في تركيبة و phytocénoses الخاصة بأعماق البحر. لهذا السبب النشاط الغذائي لقنفاذ البحر كان موضوع العديد من الدراسات. ومع ذلك، فإن في الجزائر هناك نقص كبير حول سلوكهم الغذائي. لملء هذه الفجوة جزئيا اخترنا دراسة التفضيلات الغذائية لهذه القنفاذ لفهم مكانتهم في الشبكة الغذائية.

لهذا الغرض قمنا باختيار قنفاذ البحر الاقل دراسة: قنفاذ البحر الأسود *Arbacia lixula* الذي يعيش في صلامندر الذي يتميز بركيزة صخرية، غني بالطحالب photophiles ولكن متأثر بالتلوث (نفايات حضرية و صناعية) و نشاط مينائي قوي.

هذا العمل، موزعا على 3 أشهر (مارس أبريل و ماي 2017) متكون من جزئين كبيرين : متابعة التطور الشهري للمؤشرات الفسيولوجية (مؤشر الغدد التناسلية والمؤشر المعوي) لهاته القنفاذ البحرية و دراسة سلوكهم الغذائي.

دراسة المؤشرات الفسيولوجية بينت اختلافات متزامنة و القيمة الدنبي للمؤشر المعوي تتزامن مع أكبر قيمة لمؤشر الغدد التناسلية في شهر ماي ما يقودنا إلى القول بأن هذه هي المرحلة النهائية لنضج الغدد التناسلية التي سوف تسبق مرحلة النضوج و نمو الغدد التناسلية و تحديد مراحل النضوج الخاصة بهم.

وأظهرت الدراسة النوعية المخصصة للتعرف على العناصر الموجودة في محتويات الجهاز الهضمي و التي قمنا بها بطريقة جونز (1968) أن هذا القنفاذ يتصرف كأكل عشبي و يقوم بانتقاء غذائه، وذلك بتفضيله للطحالب الحمراء، متبوعة بالطحالب الخضراء، ثم الطحالب البنية في آخر الترتيب.

**كلمات المفاتيح :** ، ، صلامندر، محتويات الجهاز الهضمي ، جونز (1968) ، 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)	6
2	Distribution géographique d' <i>A.lixula</i> (Tortonese et Vadon, 1987)	7
3	Photos montrant la morphologie externe de l'oursin <i>Arbacia lixula</i> Gauche : face orale, droite : face aborale.	8
4	Test d' <i>Arbacia lixula</i> (vue dorsale)	9
5	Morphologie externe 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)).	10
6	Schéma d'une coupe transversale du test d'un oursin régulier (Echinoidea), Tortonese (1965).	11
7	<i>Arbacia lixula</i> sur des substrats horizontaux	12
8	Disposition penta-radiaire des gonades de l'oursin noir <i>A.lixula</i>	13
9	Localisation de la zone d'échantillonnage au niveau du site de <i>Salamandre</i> (extérieur du port)	17
10	Point d'échantillonnage à l'extérieur du port de <i>Salamandre (étoile rouge)</i> .	17
11	Liquide grenat émis par les <b>femelles</b> (à gauche) et blanchâtre produit par les <b>mâles</b> (à droite) d' <i>Arbacia lixula</i> .	19
12	Photos montrant la mesure pondérale <i>Arbacia lixula</i> .	20
13	Photos montrant la mesure de diamètre (à gauche) et hauteur (à droite) d'oursin <i>Arbacia lixula</i> .	20
14	Photos montrant la dissection réalisée sur l'oursin <i>Arbacia lixula</i> montrant les gonades femelles et mâles	21
15	Photos montrant la mesure de diamètre (à gauche) et hauteur (à droite) de lanterne d'Aristote.	21
16	Photos montrant la pesée réalisée sur une balance à précision, les gonades et contenus digestifs d'oursins <i>Arbacia lixula</i> .	21
17	Photos montrant des étapes de la méthode des contacts de l'analyse du contenu digestif des populations d'oursins <i>Arbacia lixula</i> .	25
18	Variations des indices physiologiques (IGm, IRm) globale pendant les 3 mois d'étude chez l'oursin <i>A.lixula</i> exprimés en mg/cm <sup>3</sup> .	28
19	Variations des indices physiologiques (IG, IR) en fonction des tailles durant le mois de mars chez l'oursin <i>A.lixula</i> exprimés en mg/cm.	30
20	Variations des indices physiologiques (IG, IR) en fonction des tailles durant le mois d'Avril chez l'oursin <i>A.lixula</i> exprimés en mg/cm.	31
21	Variations des indices physiologiques (IG, IR) en fonction des tailles durant le mois de mai chez l'oursin <i>A.lixula</i> exprimés en mg/cm.	33
22	Evolution du rapport R (h/d) en fonction des classes de taille de la population d' <i>A.lixula</i> de la Salamandre	34
23	Contenu digestif en mars chez la population d' <i>Arbacia lixula</i> échantillonnée dans le site de Salamandre	36
24	Contenu digestif en avril chez la population d' <i>Arbacia lixula</i> échantillonnée dans le site de Salamandre	37

<b>25</b>	Contenu digestif en mai chez la population d' <i>Arbacia lixula</i> échantillonnée dans le site de Salamandre	<b>38</b>
<b>26</b>	Pourcentage d'aliments consommés chez les individus d' <i>Arbacia lixula</i> , vivants à la Salamandre durant les trois mois d'étude.	<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 globale (IGm et IRm) exprimés en mg/cm <sup>3</sup> (±écart type) d' <i>A.lixula</i> de Salamandre.	<b>27</b>
<b>2</b>	Evolution des indices physiologiques moyens en fonction de la taille (IGm et IRm) exprimés en mg/cm <sup>3</sup> (±écart type) d' <i>A.lixula</i> de Salamandre durant le mois de mars.	<b>29</b>
<b>3</b>	Evolution des indices physiologiques moyens en fonction de la taille (IGm et IRm) exprimés en mg/cm <sup>3</sup> (±écart type) d' <i>A.lixula</i> de Salamandre durant le mois d'Avril.	<b>30</b>
<b>4</b>	Evolution des indices physiologiques moyens en fonction des tailles (IGm et IRm) exprimés en mg/cm <sup>3</sup> (±écart type) d' <i>A.lixula</i> de Salamandre durant le mois de mai.	<b>32</b>
<b>5</b>	Evolution du rapport R (±écart type) des différentes classes de taille d' <i>A.lixula</i> de Salamandre.	<b>33</b>
<b>6</b>	Evolution du rapport R (±écart type) des différentes classes de taille d' <i>A.lixula</i> de Salamandre durant le mois d'avril.	<b>35</b>
<b>7</b>	Evolution du rapport R (±écart type) des différentes classes de taille d' <i>A.lixula</i> de Salamandre durant le mois de mai.	<b>36</b>
<b>8</b>	Variation de la contribution moyenne (en pourcentage) d'items des contenus digestifs des oursins <i>A.lixula</i> et de l'indice de similarité dans le site de Salamandre durant les trois mois d'étude, avec A : Algue ; Cyano : Cyanophycées ; D.O: Débris organique et IS : indice de similarité.	<b>38</b>
<b>9</b>	Variation de la contribution moyenne (en pourcentage) d'items des contenus digestifs des oursins <i>P.lividus</i> et de l'indice de similarité dans le site de Salamandre durant les trois mois d'étude, avec A : Algue ; Cyano : Cyanophycées ; D.O: Débris organique et IS : indice de similarité.	<b>39</b>

# SOMMAIRE

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

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

<b>1. Généralités.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Caractéristiques des échinides .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Description des oursins .....</b>	<b>4</b>
2.1.1. Les Oursins irréguliers .....	4
2.1.2. Les oursins réguliers .....	4
<b>3. Régime et comportement alimentaire des oursins réguliers .....</b>	<b>4</b>
<b>4. Présentation de l'oursin noir <i>Arbacia lixula</i> .....</b>	<b>5</b>
4.1. Systématique .....	6
4.2. Distribution géographique .....	6
4.3. Caractères morphologiques .....	7
4.3.1. Morphologie externe .....	8
4.3.2. Morphologie interne .....	10
4.3.2.1. Le tube digestif .....	10
<b>5. Biologie d'<i>Arbacia lixula</i>.....</b>	<b>11</b>
5.1. Alimentation .....	11
5.2. Habitat .....	11
5.3. Reproduction et développement d' <i>Arbacia lixula</i> .....	12
<b>6. Rôle écologique des oursins .....</b>	<b>14</b>

## Chapitre II Matériel et méthodes

<b>1. Données générales sur la wilaya de Mostaganem .....</b>	<b>15</b>
<b>2. Caractéristiques physicochimiques de la côte de Mostaganem.....</b>	<b>15</b>
2.1. Hydrodynamisme .....	15
2.2. La Salinité .....	15
2.3. La Température des eaux .....	16
<b>3. Choix de la station d'étude .....</b>	<b>16</b>
3.1. Description du site de la Salamandre (extérieur du port) .....	16
<b>4. Choix et intérêt du matériel biologique.....</b>	<b>17</b>
<b>5. Méthodes d'échantillonnage.....</b>	<b>18</b>
5.1. Prélèvement .....	18
5.2. Traitement au laboratoire .....	18

<b>6. Etude des indices physiologiques.....</b>	<b>22</b>
6.1. Indice gonadique (IG) .....	22
6.2. Indice de réplétion (IR) .....	22
<b>7. Détermination du rapport R (la hauteur de la lanterne d'Aristote (hla) sur le diamètre de la lanterne d'Aristote (dla)).....</b>	<b>23</b>
<b>8. Analyse des contenus digestifs .....</b>	<b>23</b>
8.1. La méthode des contacts .....	24
8.2. Contributions des items.....	25
8.3. Indice de similarité .....	26
8.4. Échelle des préférences alimentaires .....	26

## **Chapitre III**

### **Résultats et discussion**

<b>1. Indices physiologiques .....</b>	<b>27</b>
1.1. Evolution des indices physiologiques des oursins de la population <i>A.lixula</i> de Salamandre durant les trois mois d'étude (globale).....	27
1.2. Evolution des indices physiologiques en fonction de la taille de la population d'oursins d' <i>A.lixula</i> de la salamandre durant les 3 mois d'étude .....	29
1.2.1. Evolution des indices physiologiques en fonction de la taille de la population d'oursins d' <i>A.lixula</i> de la salamandre durant le mois de Mars.....	29
1.2.2. Evolution des indices physiologiques en fonction de la taille des oursins de la population <i>A.lixula</i> de la salamandre durant le mois d'Avril.....	30
1.2.3. Evolution des indices physiologiques en fonction des tailles des oursins de la population <i>A.lixula</i> de la salamandre durant le mois de Mai.....	32
<b>2. Détermination et analyse du rapport R (hauteur de la lanterne d'Aristote sur le diamètre de la lanterne d'Aristote) .....</b>	<b>33</b>
2.1. Analyse du rapport R chez la population d' <i>A.lixula</i> durant le mois de Mars .....	33
<b>3. Analyse du contenu digestif des populations d'oursins échantillonnés dans le site de Salamandre .....</b>	<b>35</b>
3.1. Comportement alimentaire de la population d' <i>Arbacia lixula</i> durant le mois de mars ....	35
3.2. Comportement alimentaire de la population d' <i>Arbacia lixula</i> durant le mois d'Avril.....	36
3.3. Comportement alimentaire de la population d' <i>Arbacia lixula</i> durant le mois de mai.....	37
3.4. Comparaison du comportement alimentaire des populations d'oursins du site de Salamandre durant les trois mois d'étude.....	39
<b>Conclusion.....</b>	<b>42</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>44</b>
<b>Annexe.....</b>	

# ***Introduction***

## **Introduction**

Depuis plusieurs dizaines d'années, l'importance accordée au rôle des échinodermes et en particulier les oursins réguliers 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 premières études ont décrit simplement des associations ou des "faciès" algues-oursins caractéristiques de différents biotopes (Molinier et Picard, 1954 ; Molinier, 1955). Peu à peu les oursins ont été étudiés pour leur rôle et surtout leur impact sur l'établissement et la structure des biocénoses (Kitching et Ebling 1961 ; Kempf, 1962).

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*, *Zostera marina*, dans les prairies de Laminaires géantes (Lang et Mann, 1976; 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 ; Agneta *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 remplir partiellement ce manque de données, le présent travail est réalisé sur des échantillons d'oursins noirs récoltés dans le site de Salamandre, rocheux et riche en algues photophiles mais perturbé par la pollution (rejets urbains et industriels) et une forte activité portuaire.

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. Généralités

Les invertébrés benthiques représentent une partie importante des écosystèmes marins tant au niveau de la diversité et de l'abondance qu'au niveau de leur rôle dans l'équilibre des communautés (Kaiser, 2001; Bélanger, 2009).

Les organismes et les communautés benthiques se révèlent être particulièrement adaptés pour l'évaluation de l'état des écosystèmes dans lesquels ils se développent. De nombreuses espèces d'invertébrés benthiques présentent ainsi les qualités recherchées chez un bon bioindicateur soit un mode de vie sédentaire, une grande résistance aux polluants, une large répartition, une grande abondance et une taille facilitant leur collecte (Chainho *et al*, 2006 ; Bélanger, 2009). Parmi le macro-benthos, les organismes utilisés par les chercheurs jusqu'à présent sont les échinodermes, mollusques, etc (Bélanger, 2009).

Les oursins représentent des outils intéressants pour évaluer l'impact potentiel des substances ou rejets arrivant dans le milieu marin côtier. C'est à travers les embryons et les larves de ces oursins, (qui sont moins tolérants aux polluants que les adultes des mêmes espèces), représentés par des stades critiques, que se fait l'évaluation de la qualité du milieu marin (Spromberg et Birge, 2005). Les résultats de ces tests permettent de déterminer la qualité biologique d'un milieu à partir des perturbations rencontrées au niveau du développement larvaire de ces oursins (Quiniou *et al*, 1999).

## 2. Caractéristiques des échinides

Les échinides représentés par les oursins sont des échinodermes, terme créé par KLEIN en 1734, Éleuthérozoaires, animaux dont les plaques squelettiques forment une armure globuleuse creuse, appelé "le test". Celui-ci porte des piquants mobiles sur les zones interambulacraires et des pieds tubulaires à ventouse sur les zones ambulacraires. Généralement, on retrouve cinq zones ambulacraires percées de petits pores alternent avec cinq zones interambulacraires munies de tubercules hémisphériques (Bergbauer et Humberg, 2000).

Les échinides sont représentés par plus ou moins 800 espèces connues. Le mot Echinides vient du grec « ECHINOS » qui signifie hérisson. Les oursins sont considérés comme les échinides les plus importants de Méditerranée (Nédelec 1982; Verlaque, 1987 ; Soualili, 2008).

## 2.1. Description des oursins

### 2.1.1. 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 clypeâstres, 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).

### 2.1.2. 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).

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

*Paracentrotus lividus* consomme toutes les parties de *Posidonia oceanica*: feuilles vivant avec ou sans épiphytes, feuilles mortes, feuilles de la litière, et même des parties du rhizome ainsi que les racines (Boudouresque et Verlaque, 2001). 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 tel que : des éponges, des hydrozoaires, des copépodes, etc., qui peuvent être trouvés dans ses contenus stomacaux (Mortensen, 1943 ; Tortonese 1965 ; Régis, 1978 ; Delmas et Regis, 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 ; Regis, 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, qui 'il occupe un niveau trophique plus élevé que celui des espèces herbivores ; ces études démontrent qui tend parfois à devenir carnivore (Wangensteen et al. ,2011).

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

L'oursin noir *Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758) est un oursin de la famille des Arbaciidae, que l'on trouve en Méditerranée, où il a tendance à supplanter son rival l'oursin violet, surpêché pour des raisons commerciales. Il est parfois surnommé à tort « oursin mâle ».



**Figure 1.** *Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758)

#### 4.1. Systématique

##### Classification selon le Catalogue of life World Register of Marine Species(WORMS)

Embranchement : Echinodermata

Sous-embranchement : Echinozoa

Classe : Echinoidea

Sous-classe : Euechinoidea

Super-ordre : *Echinacea*

Ordre : *Arbacioida*

Famille : *Arbaciidae*

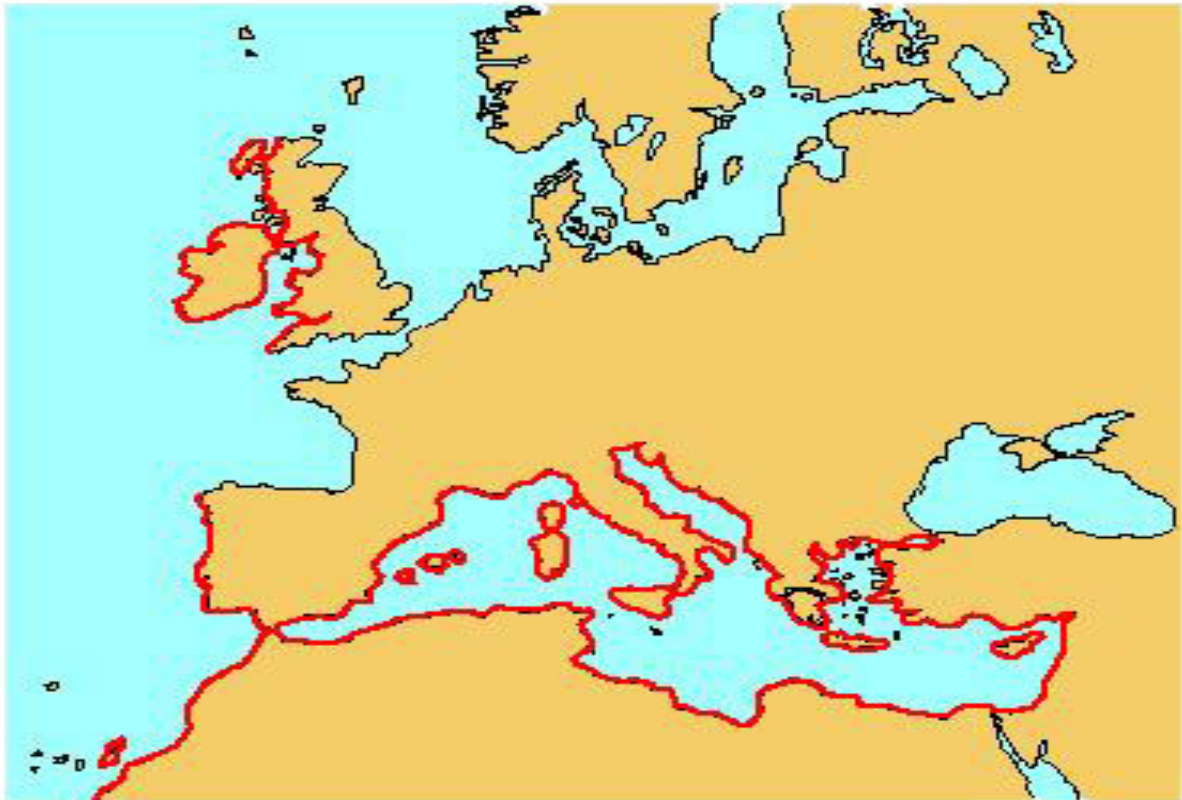
Genre : ***Arbacia***

Espèce : ***lixula***

#### 4.2. 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

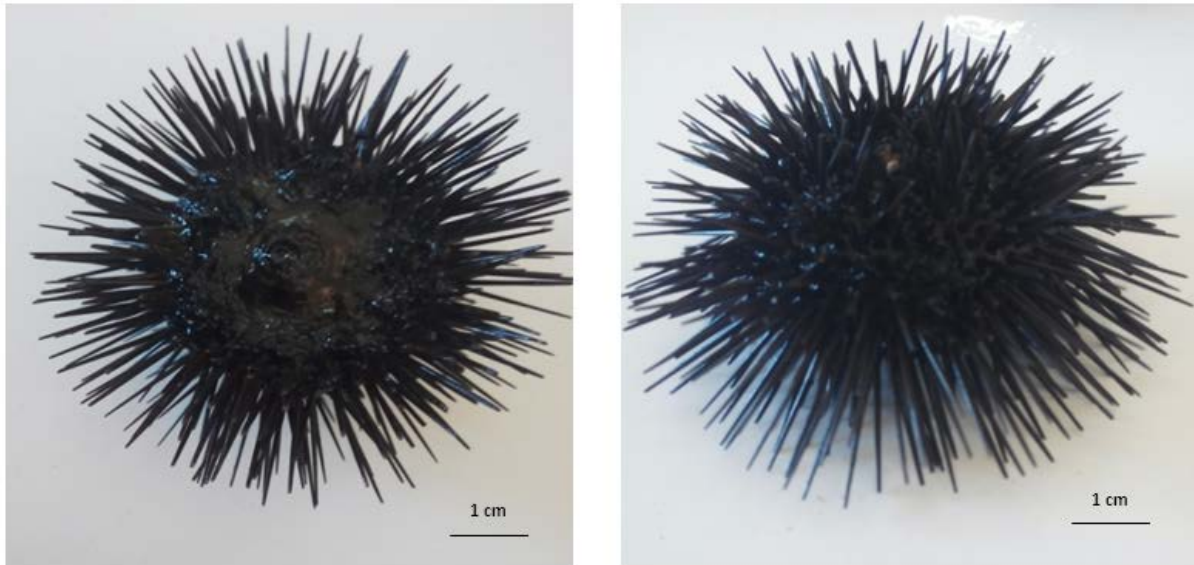
rocheuses peu profondes tout au long de la Méditerranée, souvent à des densités élevées, et ce, depuis les temps historiques (Figures 2). On le trouve également dans la côte atlantique de l'Espagne, du Portugal et du Maroc ainsi que la côte atlantique africaine jusqu'au sud de l'Angola. On le rencontre 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 2.** Distribution géographique d'*A.lixula* (Tortonese et Vadon, 1987)

### 4.3. Caractères morphologiques

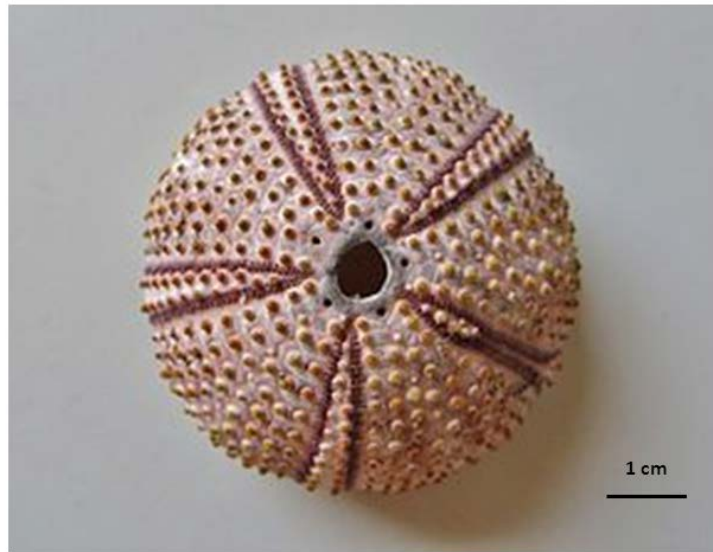
#### 4.3.1. Morphologie externe



**Figure 3.** Photos montrant la morphologie externe de l'oursin *Arbacia lixula*  
Gauche : face orale, droite : face aborale.

*Arbacia lixula* possède un corps relativement déprimé ou subconique. La bouche est en position ventrale sur la face orale (pôle inférieur dirigé vers le substrat) et est entourée par une membrane large de couleur verte et dépourvue de piquants appelée Péristome. Le pôle supérieur (aboral) comprend l'anus entouré d'une membrane, le périprocte couvert de 4 ou 5 grandes plaques subtriangulaires et entouré de plaques génitales et ocellaires. Les plaques génitales sont perforées par les orifices génitaux.

**Le test** est la paroi externe des oursins et est formé par l'assemblage de plaques calcaires étroitement juxtaposées assurant la rigidité du test. Ces plaques calcaires sont organisées en double rangée et sont de deux types délimitant des zones bien distinctes : les aires ambulacraires constituées de plaques perforées et les aires inter-ambulacraires formées de plaques imperforées (figure 4). Sur les aires ambulacraires on observe les podias et les radioles, et les aires interambulacraires sont caractérisées uniquement par la présence de nombreux radioles ou piquants.



**Figure 4.** Test d'*Arbacia lixula* (vue dorsale)

**Le périprocte** (anus au sommet de la face aborale) est recouvert de 4 grandes plaques sub-triangulaires. Les plaques ambulacraires sont caractérisées par la présence 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** les oursins peuvent se déplacer grâce à des pieds à ventouses « les podia ». Les podia 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.

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).

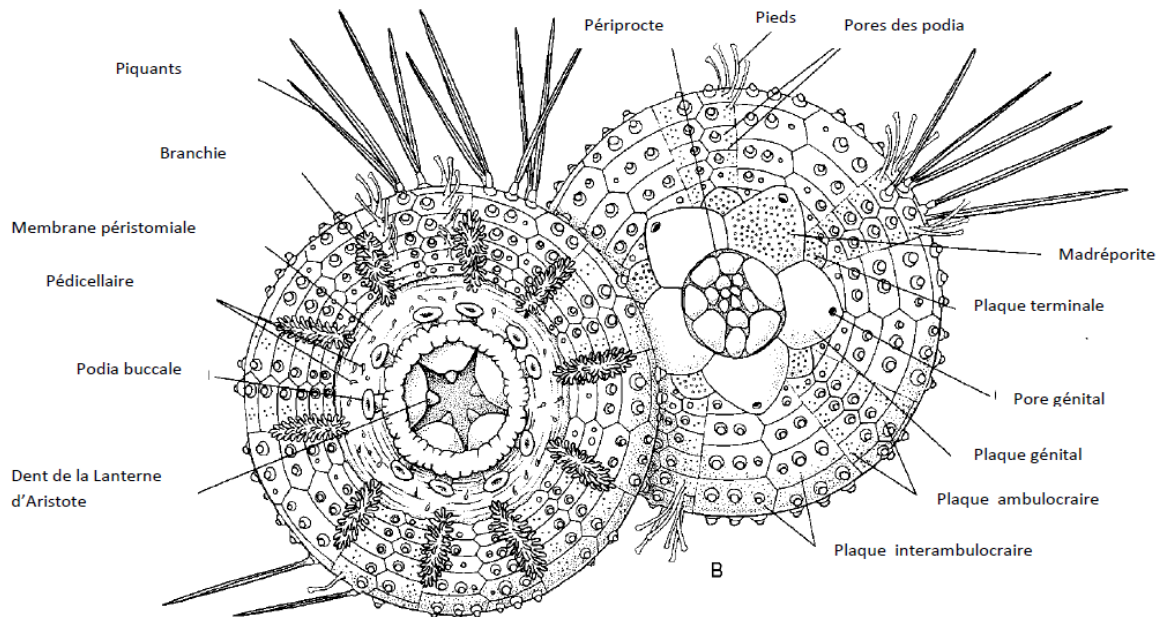
**Les pédicellaires** sont des petits organes calcifiés fixés sur le test entre les piquants.

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 06) (Hyman, 1955 ; Boue et Chamton, 1978 ; Ghyoot, 1991).



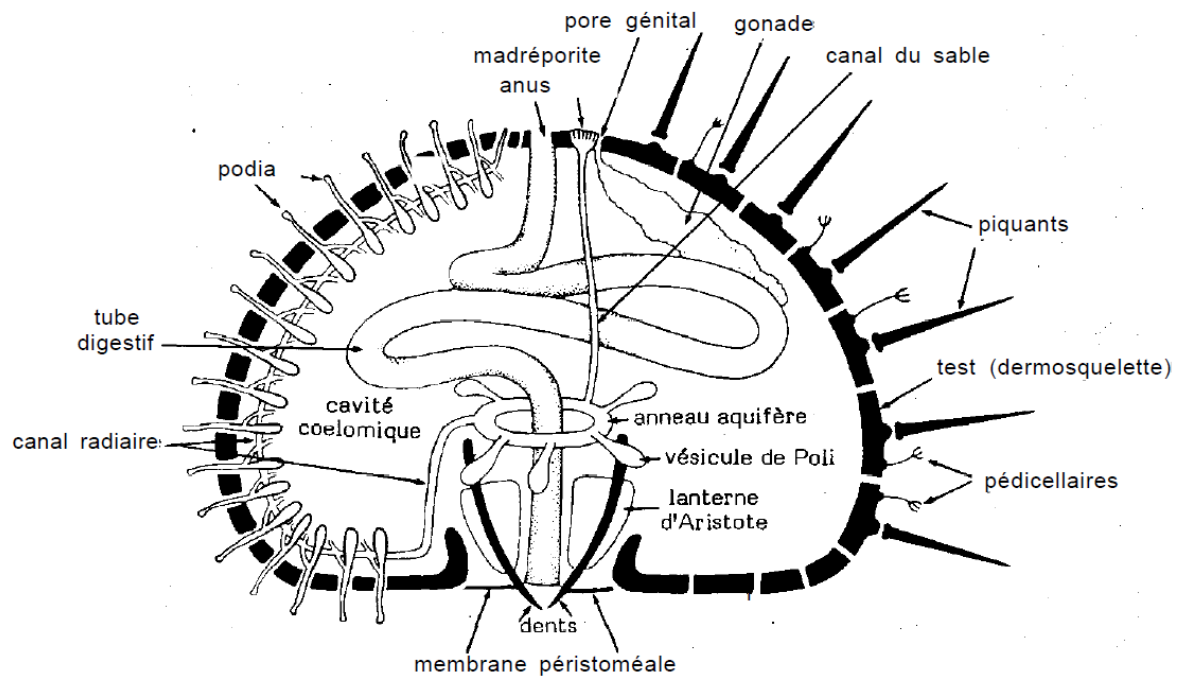
**Figure 5.** Morphologie externe d'un oursin actuel du genre Echinides (à droite : vue du côté de l'anus (dessus de l'animal), à gauche : vue du cote de la bouche (dessous)).

## 4.3.2. Morphologie interne

### 4.3.2.1. Le tube digestif

Le tube digestif commence par la bouche qui se trouve sur la face orale (au contact du substrat) et s'ouvre sur le péristome. Elle est armée d'un puissant appareil masticateur en forme de pyramide pentagonale, c'est la lanterne d'Aristote. Cette dernière entoure l'oesophage et se compose de cinq mâchoires portant chacune une longue dent calcaire en forme de crochet. Les dents sont alternées avec une pièce squelettique, le compas qui assure la souplesse de l'ensemble. Les mâchoires sont articulées par des rotules.

L'oesophage situé dans la lanterne d'Aristote débouche dans l'estomac qui forme une boucle, suivi de l'intestin puis de l'anus en position dorsale (figure 6).



**Figure 6.** Schéma d'une coupe transversale du test d'un oursin régulier (Echinoidea), Tortonese (1965).

## 5. Biologie d'*Arbacia lixula*

### 5.1. Alimentation

Il s'agit d'une espèce herbivore, qui se délecte d'algues calcaires encroûtantes, comme *Lithophyllum incrustans* et les corallinacées en général. Il broute et décape la surface de la roche au moyen d'une mâchoire large constituée de cinq dents affûtées, la lanterne d'Aristote. 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 terminés (pour ceux issus de la face ventrale) en ventouse, qui sont ensuite ramenés vers la bouche.

### 5.2. Habitat

Cette espèce est présente principalement en mer Méditerranée, mais aussi dans une plus faible mesure en océan Atlantique Est et jusqu'à la Manche, du Maroc à l'Irlande. On le trouve principalement sur les fonds rocheux, et il affectionne tout particulièrement les parois verticales où sa forme et ses puissants podia lui permettent de se maintenir sans problème, même au battant des vagues. Il vit facilement exposé, parfois très près de la surface, et ne porte pas spontanément d'objets pour se camoufler. On le rencontre entre la surface et les premiers mètres, mais parfois encore jusqu'à 50 m de fond.

Cet oursin nécessite des eaux bien oxygénées, aussi il est absent des zones polluées, portuaires ou estuariennes.

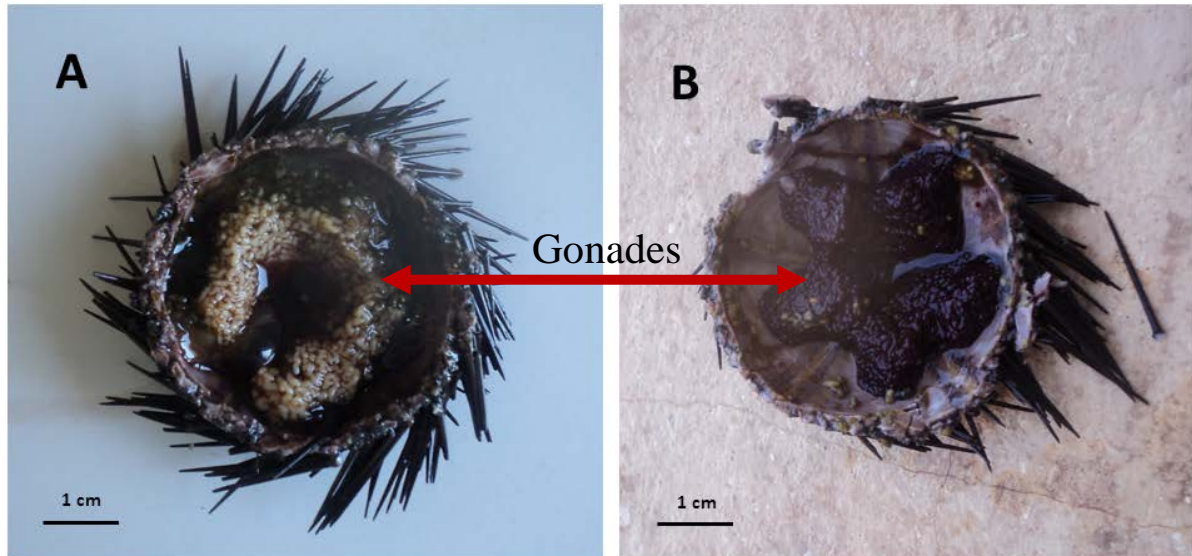


**Figure 7.** *Arbacia lixula* sur des substrats horizontaux (Photo : R.MASSON à [doris.ffessm.fr](http://doris.ffessm.fr)).

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

L'oursin noir est gonochorique : les sexes sont séparés, et la reproduction est uniquement sexuée. Elle 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 formation d'une larve echinopluteus, très différente de l'adulte, qui mène pendant quelques temps une vie pélagique au sein du plancton. Elle finit par tomber sur substrat rocheux, puis subit une profonde métamorphose, avant de ressembler à un adulte en miniature.

Chez les oursins noirs juvéniles, la couleur est plus claire (brune), et la densité de piquants est bien inférieure à celle de l'adulte, laissant visible une bonne partie de la surface aborale du test, et pouvant prêter à confusion quant à l'identification de l'espèce.



**Figure 8.** Disposition penta-radiale des gonades de l'oursin noir *A. lixula*.

(A : Mâle) et (B : Femelle).

Les 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, 2012).

## 6. Rôle écologique des oursins

Les oursins jouent un rôle écologique majeur dans bon nombre d'écosystèmes méditerranés 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***

## 1. Données générales sur la wilaya de Mostaganem

La wilaya de Mostaganem s'étend sur 2269Km<sup>2</sup> limitée par quatre wilayas de l'ouest du pays : Oran, Mascara, oued Cheliff et Relizane, avec au nord une façade maritime de 124 Km. Les vallées autour des oueds, descendant en canyons et s'ouvrant sur la mer, forment de vaste plage, de caps et de collines qui dominent les plaines agricoles (**Direction de l'environnement, 2010**).

Mostaganem se caractérise par un climat semi-aride a été chaud (bioclimat méditerranéen), sur l'étroite bande côtière, et à hiver tempéré. Les précipitations étant faibles et irrégulières, la température moyenne étant de 24° C.

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

## 2. Caractéristiques physicochimiques de la côte de Mostaganem

### 2.1. Hydrodynamisme

Le courant dominant au large de la région de Mostaganem est d'origine atlantique. Le flux en provenance du détroit de Gibraltar coule le long de la côte algérienne où il prend le nom de courant algérien d'épaisseur moyenne de 200 Km, est initialement structuré en une veine collée à la côte, étroite et profonde (Benzohra, 1993).

Au fur et à mesure que ces eaux se déplacent vers l'Est, la veine de courant devient plus large environ 50Km de diamètre accompagné de phénomène d'Upwellings (Millot, 1985b). Ces Upwelling induisent des zones de plus fortes productivités biologiques (Millot, 1987)

Ces turbulences pénètrent dans les régions côtières et interfèrent avec la veine majeure du courant lui-même (Millot, 1987).Elles donnent naissance à des méandres tourbillons dans cette partie de la côte algérienne (Benzohra, 1993).

### 2.2. 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).

### 2.3. 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).

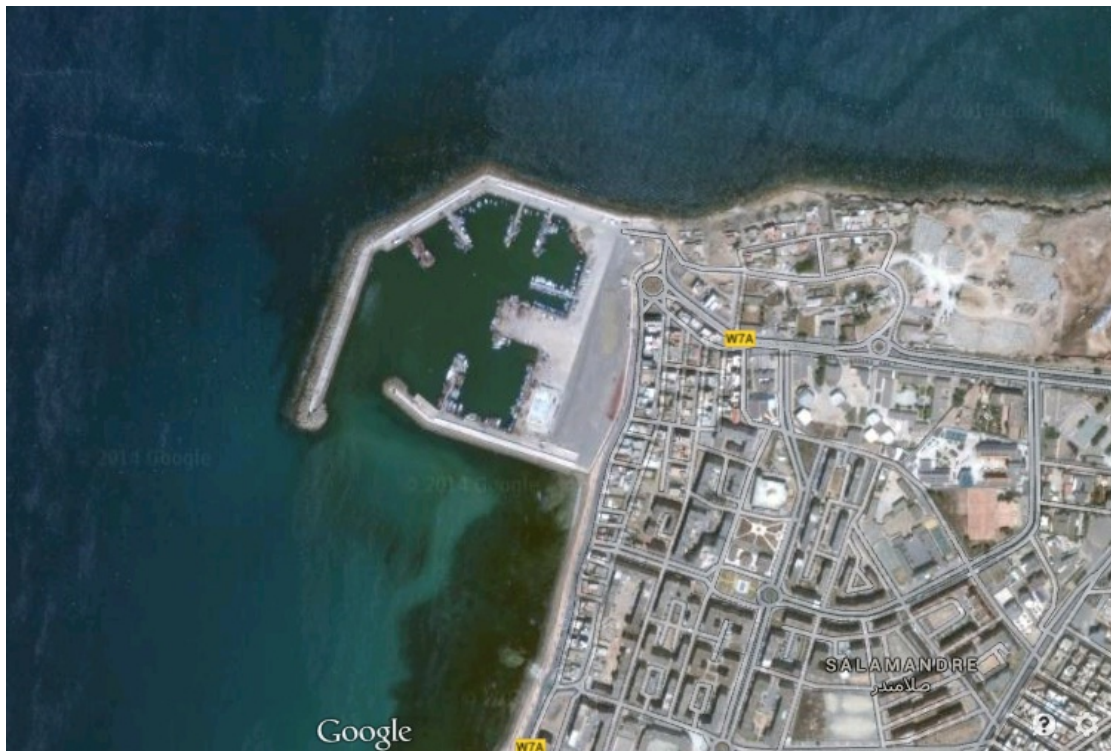
### 3. Choix de la station d'étude

Le site choisi pour la réalisation du présent travail est le site de la Salamandre (extérieur du port devenue opérationnel en 2012) localisé à la périphérie de Mostaganem.

#### 3.1. Description du site de la Salamandre (extérieur du port)

La Salamandre se situe à (35° 55' 13.78''N ; 0° 03'21.63''E), à une distance de 2.81 Km de l'extérieur de la ville de Mostaganem (figure 9). 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 9.** Localisation de la zone d'échantillonnage au niveau du site de *Salamandre* (extérieur du port)



**Figure 10.** Point d'échantillonnage à l'extérieur du port de *Salamandre* (étoile rouge).

#### 4. Choix et intérêt du matériel biologique

Notre choix s'est porté sur l'oursin noir *Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758) qui figure parmi les espèces d'oursins les plus communes de la Méditerranée.

Les travaux entrepris sur *Arbacia lixula* sont très limités, et en Algérie, les travaux consacrés à l'étude de cette espèce sont inexistantes, malgré son importance écologique incontestable dans la structuration des communautés benthiques.

Ce constat nous a incités à nous intéresser à suivre l'évolution des indices physiologiques (**IGm**, **IRm**) de cette espèce, ainsi que son régime alimentaire dans le site de Salamandre.

#### 5. Méthodes d'échantillonnage

##### 5.1. Prélèvement

Un échantillonnage de 15 individus d'oursins noirs (*Arbacia lixula*) a été réalisé en apnée, durant les 3 mois (mars, avril et mai) de l'année 2017, en zone intertidale, et à une profondeur comprise entre 1 et 5m. Dans le site choisi pour cette expérience (Salamandre), le substrat est dur et riche en algues encroûtantes notamment *Lithophyllum incrustans*.

Une cueillette supplémentaire composée de cinq (05) individus d'oursins noirs destiné à l'étude du régime alimentaire.

##### 5.2. Traitement au laboratoire

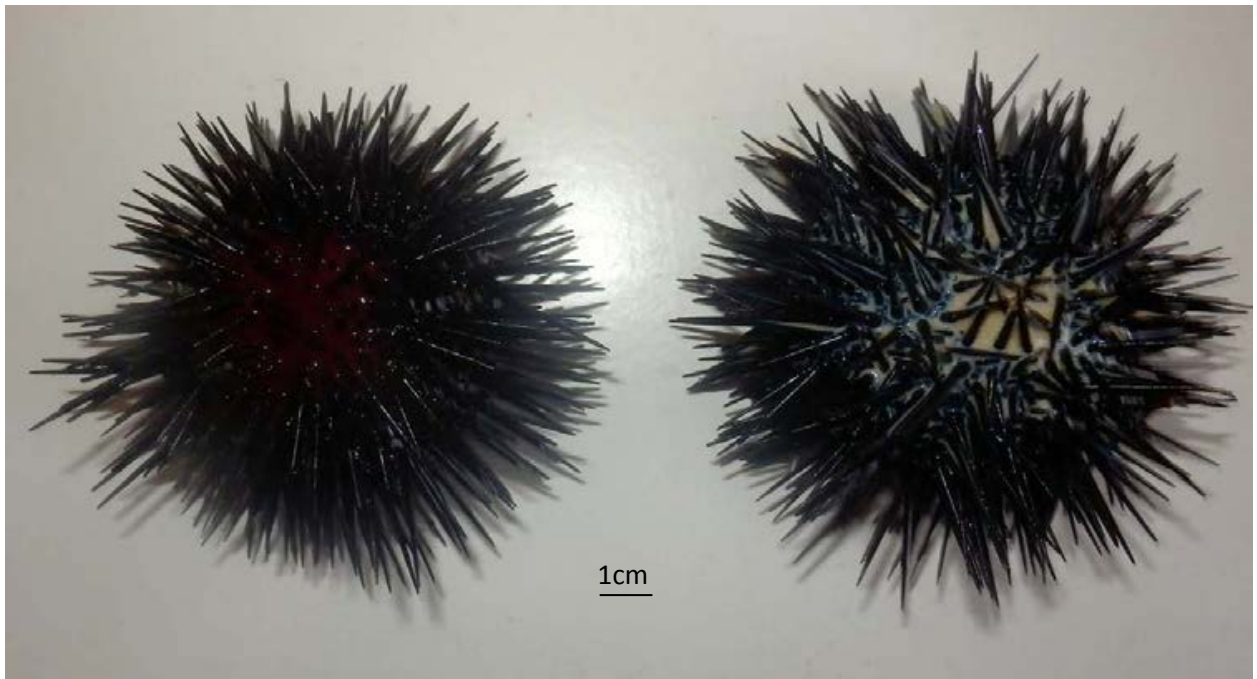
Au laboratoire, on a réalisé une série de mesure ; chaque individu récolté est mesuré à l'aide d'un pied à coulisse gradué au 1/10 de mm de précision. Ainsi les paramètres mesurés sont comme suit : le diamètre du test (**D**) sans piquants, la hauteur du test (**H**) sans piquants, la hauteur de la lanterne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

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.

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 digestif (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 11).



**Figure 11.** Liquide grenat émis par les **femelles** (à gauche) et blanchâtre produit par les **mâles** (à droite) d'*Arbacia lixula*.



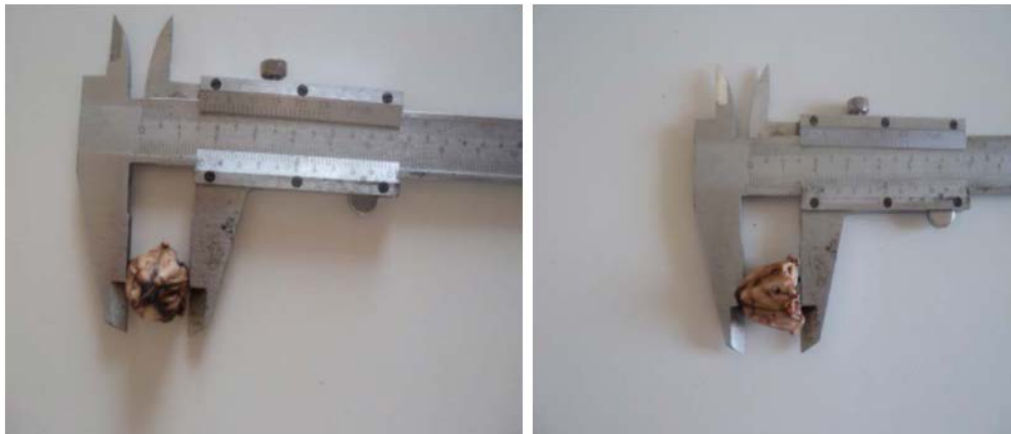
**Figure 12.** Photos montrant la mesure pondérale *Arbacia lixula*.



**Figure 13.** Photos montrant la mesure de diamètre (à gauche) et hauteur (à droite) d'oursin *Arbacia lixula*.



**Figure 14.** Photos montrant la dissection réalisée sur l'oursin *Arbacia lixula* montrant les gonades femelles et mâles (gauche : femelle, droite : male)



**Figure 15.** Photos montrant la mesure de diamètre (à gauche) et hauteur (à droite) de lanterne d'Aristote.



**Figure 16.** Photos montrant la pesée réalisée sur une balance à précision, les gonades et contenus digestifs d'oursins *Arbacia lixula*.

## 6. 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**).

### 6.1. 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, Elakkermi, 2014).

Il s'exprime comme suit :

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

### 6.2. 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 :

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

## 7. Détermination du rapport R (la hauteur de la lanterne d'Aristote (hla) sur le diamètre de la lanterne d'Aristote (dla))

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.

$$R = h / d$$

h : diamètre de la lanterne d'Aristote.

d : diamètre de la lanterne d'Aristote.

## 8. Analyse des contenus digestifs

Dans cette partie, on a analysé les contenus digestifs des cinq individus d'oursins d'*A. lixula*, provenant du site de Salamandre durant les trois mois d'étude (mars, avril et mai). Pour cette analyse, le contenu de chaque individu destiné à l'analyse est conservé dans de l'eau de mer formolée à 10%.

Les oursins sont ouverts selon l'ambitus (cercle équatorial) (figure 14.A). En partant de la bouche, l'estomac (qui prolonge un court œsophage) fait un tour complet en passant sur les gonades jusqu'à la zone du radius primaire où l'intestin repart en sens inverse jusqu'à l'anus, diamétralement opposé à la bouche (Koehler, 1921; Tortonese, 1965). Le contenu digestif est constitué de petites pelotes de forme et de taille diverses. La forme des pelotes peut être très variable et dépend surtout de leur contenu.

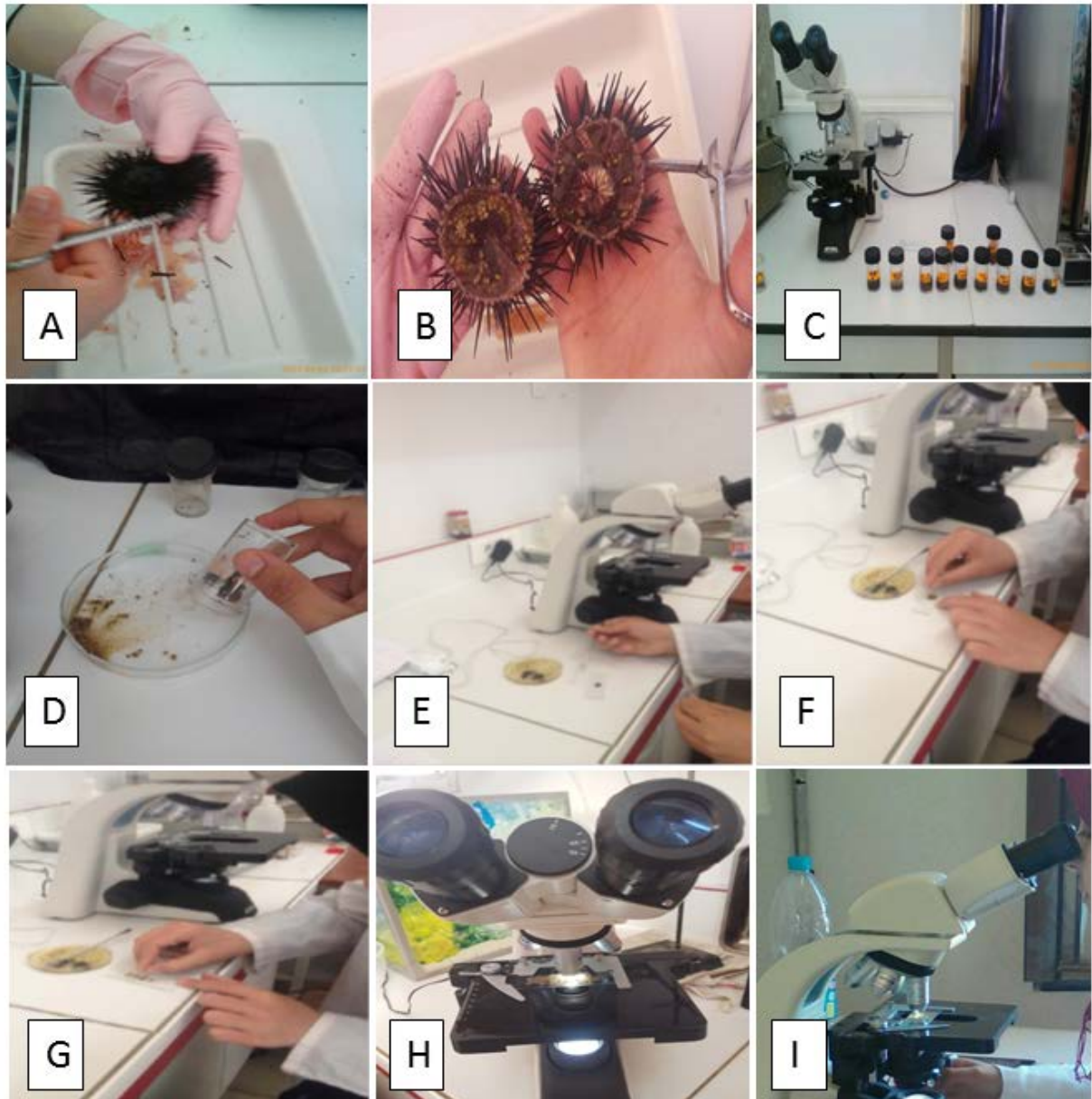
Les différents items distingués dans les contenus digestifs, ont été identifiés comme suit :

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

### 8.1. 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).

- Les oursins sont disséqués à l'aide d'une coupe transversale à l'ambitus (figure 17.A).
- Les contenus digestifs de ces individus sont conservés dans de l'eau de mer formolée à 10% (figure 17.C).
- 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 17.G), et cette préparation, est placée sous l'objectif du microscope (figure 17.I) et est déplacée au hasard. A chaque position, l'espèce se trouvant exactement sous le réticule de l'oculaire est identifiée ; il s'agit d'un « contact ». Lorsque deux espèces sont superposées sous le réticule de l'oculaire, un contact est compté pour chacune d'elles. Dix contacts sont réalisés pour chaque lame, soit 100 contacts pour l'ensemble d'un contenu digestif. La somme des contacts pour un végétal établit le pourcentage de sa présence dans le contenu digestif.



**Figure 17.** Photos montrant des étapes de la méthode des contacts de l'analyse du contenu digestif des populations d'oursins *Arbacia lixula*.

## 8.2. Contributions des items

La contribution d'un aliment (item) due à ces contacts ( $CC_i$ ) s'évalue par le rapport entre le nombre de contacts obtenu pour cet aliment  $i$  ( $C_i$ ) et le nombre total de contacts réalisés ( $C_t$ ), est exprimé en pourcentage :

$$CC_i = (C_i / C_t) * 100$$

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

### 8.3. Indice de similarité

L'homogénéité des contenus digestifs des oursins dans un même biotope a été analysée grâce au coefficient de similarité de Steinhaus, souvent nommée également « de Czekanowski » (Goodall, 1978) :

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

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

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

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

### 8.4. Échelle des préférences alimentaires

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

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

## ***Chapitre III***

---

# ***Résultats et discussion***

## 1. Indices physiologiques

Pour estimer l'activité trophique et les modalités de la reproduction de l'oursin *Arbacia lixula*, vivants dans le littoral Mostaganémois, nous avons étudié les variations des indices physiologiques : Indice Gonadique moyen (IGm) et Indice réplétion moyen (IRm) durant les 3 mois (Mars ; Avril et Mai). L'indice de réplétion est défini comme le rapport de la masse du tube digestif sec sur le diamètre du test au cube, le deuxième indice (IGm) 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 analyse a été réalisée sur les spécimens d'oursins noirs, pendant les 3 mois (Mars, Avril et Mai) 2017, et dont le but était de rechercher la relation qui existe entre les deux indices physiologiques moyens (IGm et IRm) pour la population d'oursin noirs du site de la Salamandre.

### 1.1. Evolution des indices physiologiques des oursins de la population *A.lixula* de Salamandre durant les trois mois d'étude (globale)

**Tableau 1.** Evolution des indices physiologiques moyens globale (IGm et IRm) exprimés en mg/cm<sup>3</sup> ( $\pm$ écart type) d'*A.lixula* de Salamandre.

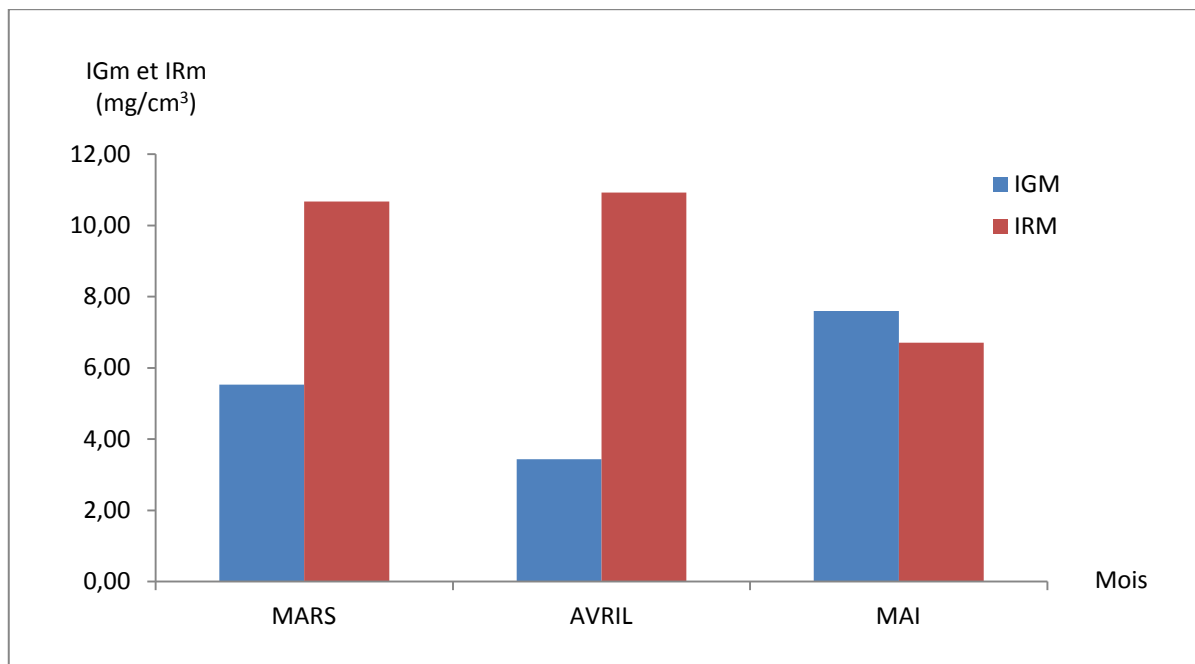
Mois	Indice Gonadique (IRm)	Ecart Type (ET)	Indice de Réplétion (IRm)	Ecart Type (ET)
Mars	5,53	4,17	10,67	6,36
Avril	<b>3,44</b>	3,00	<b>10,92</b>	6,87
Mai	<b>7,60</b>	4,07	<b>6,71</b>	3,69
moyenne	5,52	3,75	9,43	5,64

L'analyse de la figure 18 et le tableau 1 montre que l'indice gonadique moyen (IGm) de la Salamandre durant les trois mois d'étude suit un schéma qui diffère d'un mois à l'autre.

L'évolution débute par une valeur importante de  $5,53 \pm 4,17 \text{ mg/cm}^3$  au mois de mars, qui chute au mois d'avril marqué par une valeur minimale de  $3,44 \pm 3,00 \text{ mg/cm}^3$  enregistrée durant toute la période de cette étude. Cependant, la valeur de cet indice gonadique croit pour atteindre la valeur maximum la plus importante de notre expérience qui est de  $7,60 \pm 4,07 \text{ mg/cm}^3$ .

En ce qui concerne l'indice de réplétion moyen (IRm), ce dernier est marqué par une valeur assez élevée et qui est de  $10,67 \pm 6,36 \text{ mg/cm}^3$  au mois de mars, ensuite il augmente légèrement pour atteindre la valeur la plus haute de notre étude au mois d'avril qui est de  $10,92 \pm 6,87 \text{ mg/cm}^3$ . Au mois de mai cet indice affiche une valeur la plus minime de  $6,71 \pm 3,69 \text{ mg/cm}^3$ , durant toute la période d'étude

L'analyse montre aussi que la valeur la plus faible de l'IGm coïncide avec la valeur la plus haute de l'IRm en Avril. Par contre au mois de mai c'est la valeur la plus faible de l'IRm qui coïncide avec la valeur la plus haute de l'IGm. Cette observation, nous permet de constater que c'est la croissance ultime des gonades qui s'est réalisé, et donc la phase finale de la maturation gonadique qui précédera de toute évidence la ponte. Plusieurs travaux sur la même espèce sont en accord avec ce constat où durant la saison printanière, notamment en Tunisie, Sellem (1995) a obtenu des résultats comparables avec une période de ponte allant de mai à juillet et dans le nord de l'Espagne, une étude étalée sur quatre années réalisées par Wangensteen et al. (2013) sur *Arbacia lixula*, la période de ponte a été observée dans le même intervalle de temps (mai-juillet) ainsi que pour les travaux d'El akkermi (2014) où la période de ponte est étalée de mai à septembre 2014. La valeur de minime de l'indice de Réplétion qui coïncide avec la valeur maximale de l'indice gonadique dans la phase post-ponte explique bien et montre que l'allocation énergétique est destinée au profit de la croissance et la maturation des gonades.



**Figure 18.** Variations des indices physiologiques (IGm, IRm) chez la population d'*A. lixula* échantillonné pendant les 3 mois d'étude.

## 1.2. Evolution des indices physiologiques en fonction de la taille de la population d'oursins d'*A.lixula* de la salamandre durant les 3 mois d'étude

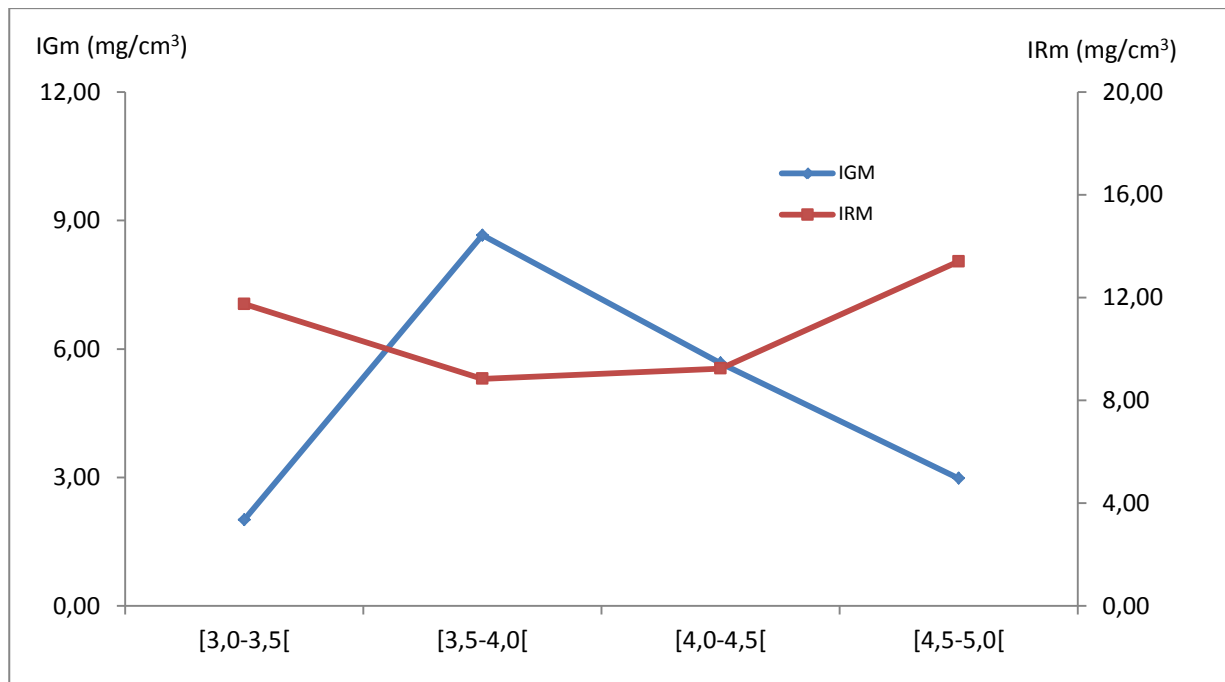
### 1.2.1. Evolution des indices physiologiques en fonction de la taille de la population d'oursins d'*A.lixula* de la salamandre durant le mois de Mars

**Tableau 2 :** Evolution des indices physiologiques moyensen fonction de la taille (IGm et IRm) exprimés en mg/cm<sup>3</sup> (±écart type) d'*A.lixula* de Salamandre durant le mois de mars.

classe de taille	Indice Gonadique (IRm)	Ecart Type (ET)	Indice de Réplétion (IRm)	Ecart Type (ET)
[3,0-3,5[	2,01	-	11,75	-
[3,5-4,0[	8,66	5,68	8,84	5,06
[4,0-4,5[	5,67	1,48	9,24	7,97
[4,5-5,0[	2,98	1,83	13,41	7,24
moyenne	4,83	3,00	10,81	6,76

Le suivi des indices physiologiques en fonction de la taille dans le mois de mars est illustré par la figure 19, et montre que la valeur minimale de l'indice gonadique est retrouvé chez les individus de la classe de taille [3,0-3,5[ avec une valeur de  $2,01 \pm 0,00 \text{ mg/cm}^3$ . Alors que chez les individus de la classe de taille [3,5-4,0[, on a enregistré la valeur la plus haute au mois de mars  $8,66 \pm 5,68 \text{ mg/cm}^3$ . Cependant, on remarque que la valeur de l'indice gonadique diminue au fur à mesure que la taille des oursins augmente.

Par ailleurs pour IRm, la figure 19 affiche des valeurs assez élevées pour les classes de taille [3,0-3,5[et [4,5-5,0[cm, respectivement avec les valeurs  $11,75 \pm 0,00 \text{ mg/cm}^3$  et la valeur maximale de  $13,41 \pm 7,24 \text{ mg/cm}^3$ ; et les valeurs les plus faibles mais qui restent élevées allant de  $8,84 \pm 5,06 \text{ mg/cm}^3$  et  $9,24 \pm 7,97 \text{ mg/cm}^3$  sont enregistrées aux classes de taille [3,5-4,0 [et [4,0-4,5 [.



**Figure 19.** Variations des indices physiologiques (IG, IR) en fonction des tailles durant le mois de mars chez l'oursin *A. lixula* exprimés en mg/cm.

### 1.2.2. Evolution des indices physiologiques en fonction de la taille des oursins de la population *A. lixula* de la salamandre durant le mois d'Avril

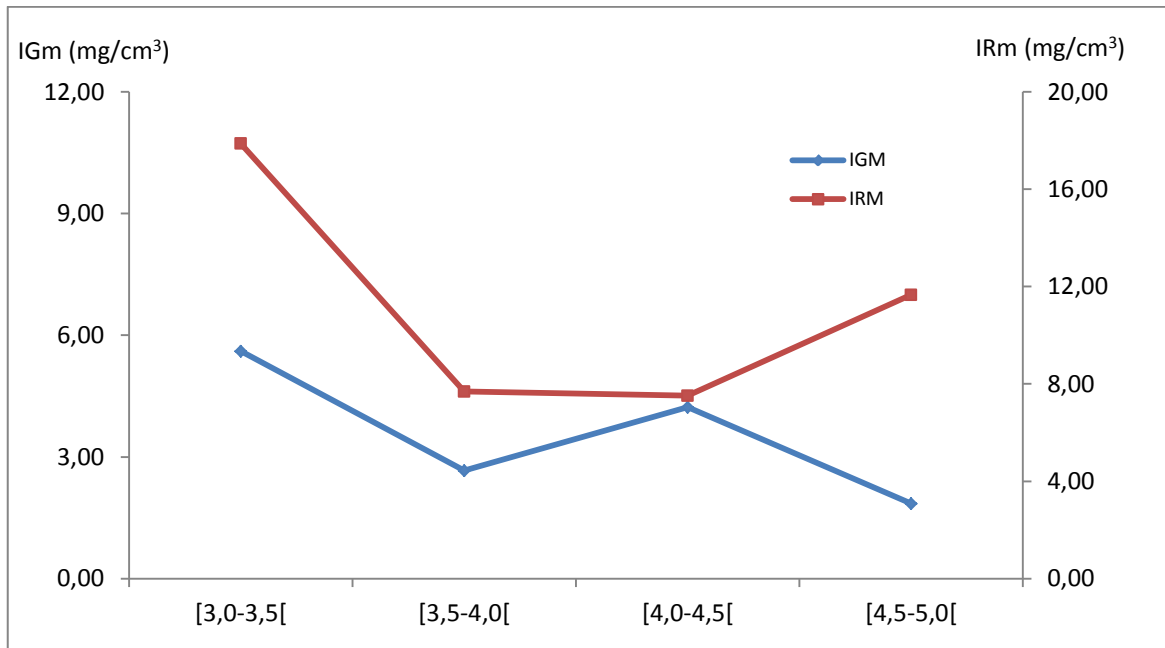
**Tableau 3 :** Evolution des indices physiologiques moyensen fonction de la taille (IGm et IRm) exprimés en mg/cm<sup>3</sup> ( $\pm$ écart type) d'*A. lixula* de Salamandre durant le mois d'Avril.

classe de taille	Indice Gonadique (IRm)	Ecart Type (ET)	Indice de Réplétion (IRm)	Ecart Type (ET)
[3,0-3,5[	5,61	5,02	17,88	10,07
[3,5-4,0[	2,66	1,71	7,68	2,86
[4,0-4,5[	4,23	-	7,51	-
[4,5-5,0[	1,85	0,58	11,66	2,98
moyenne	3,59	2,44	11,18	5,30

L'analyse de la figure 20 et du tableau 3 montre que l'évolution des indices physiologiques (IGm et IRm) au mois d'avril sont élevées d'une de  $5,61 \pm 5,02$  mg/cm<sup>3</sup> pour la l'indice gonadique et

d'une valeur de  $17,88 \pm 10,07 \text{ mg/cm}^3$  pour l'indice de réplétion, ces valeurs sont observées chez les individus de la classe de taille [3,0-3,5[.

La valeur minimale de l'indice gonadique est enregistrée chez les individus de la classe de taille [4,5-5,0[ avec une valeur de  $1,85 \pm 0,58 \text{ mg/cm}^3$ . Tandis que la valeur la plus faible de l'indice de réplétion est observée chez les individus de la classe de taille [4,0-4,5[ avec la valeur de  $7,51 \pm 0,00 \text{ mg/cm}^3$



**Figure 20.** Variations des indices physiologiques (IG, IR) en fonction des tailles durant le mois d'Avril chez l'oursin *A. lixula*.

### 1.2.3. Evolution des indices physiologiques en fonction des tailles des oursins de la population *A.lixula* de la salamandre durant le mois de Mai

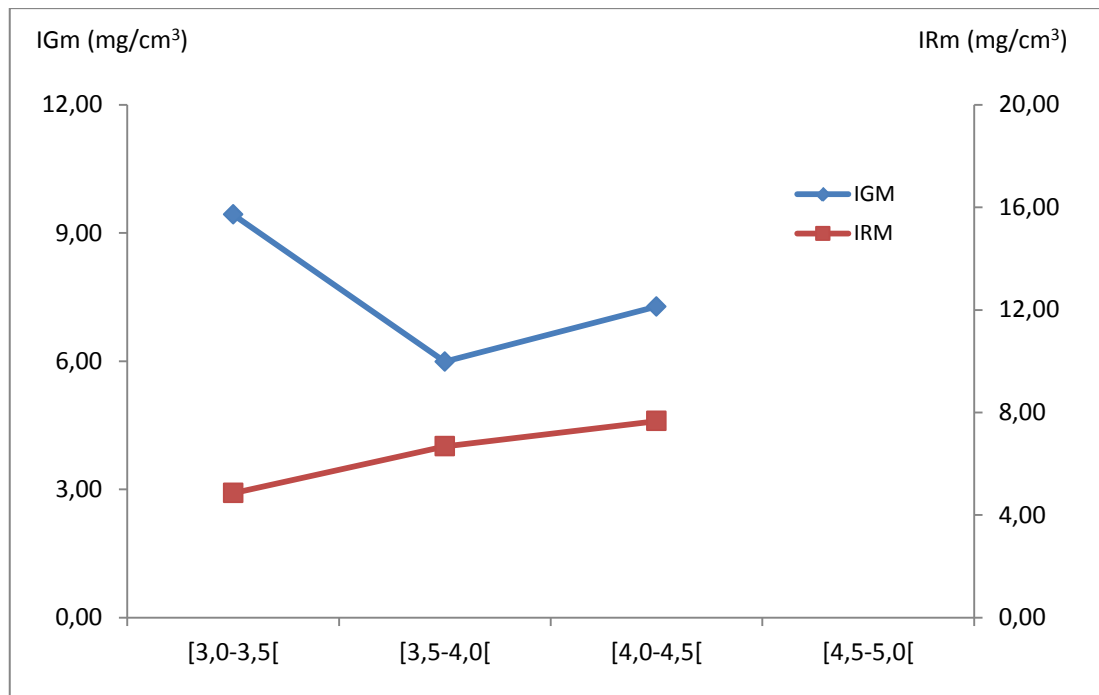
**Tableau 4 :** Evolution des indices physiologiques moyens en fonction des tailles (IGm et IRm) exprimés en mg/cm<sup>3</sup> ( $\pm$ écart type) d'*A.lixula* de Salamandre durant le mois de mai.

classe de taille	Indice Gonadique (IRm)	Ecart Type (ET)	Indice de Réplétion (IRm)	Ecart Type (ET)
[3,0-3,5[	9,43	2,70	4,86	0,66
[3,5-4,0[	5,99	2,07	6,68	3,98
[4,0-4,5[	7,28	3,29	7,67	4,36
[4,5-5,0[	-	-	-	-
Moyenne	7,57	2,68	6,40	3,00

L'analyse de la figure 21 et du tableau 4 montrent que l'évolution des indices physiologiques diffère d'un indice à l'autre. L'IGm présente une valeur maximale de  $9,43 \pm 2,70$  mg/cm<sup>3</sup>, tandis que l'IRm est marqué par la valeur la plus faible de  $4,86 \pm 0,66$  mg/cm<sup>3</sup>. Ces deux valeurs sont retrouvées chez les individus de la classe de taille [3,00-3,50[.

L'indice gonadique le plus faible est enregistré chez les individus de la classe de taille [3,5-4,00[.avec la valeur de  $2,07 \pm 5,99$  mg/cm<sup>3</sup>.

La valeur la plus élevée de L'IRm est attribuée à la classe de taille [4,00-4,50[. Notons que la classe de taille [4.5-5,00[est absente dans le mois de mai.



**Figure 21.** Variations des indices physiologiques (IG, IR) en fonction des tailles durant le mois de mai chez l'oursin *A.lixula*.

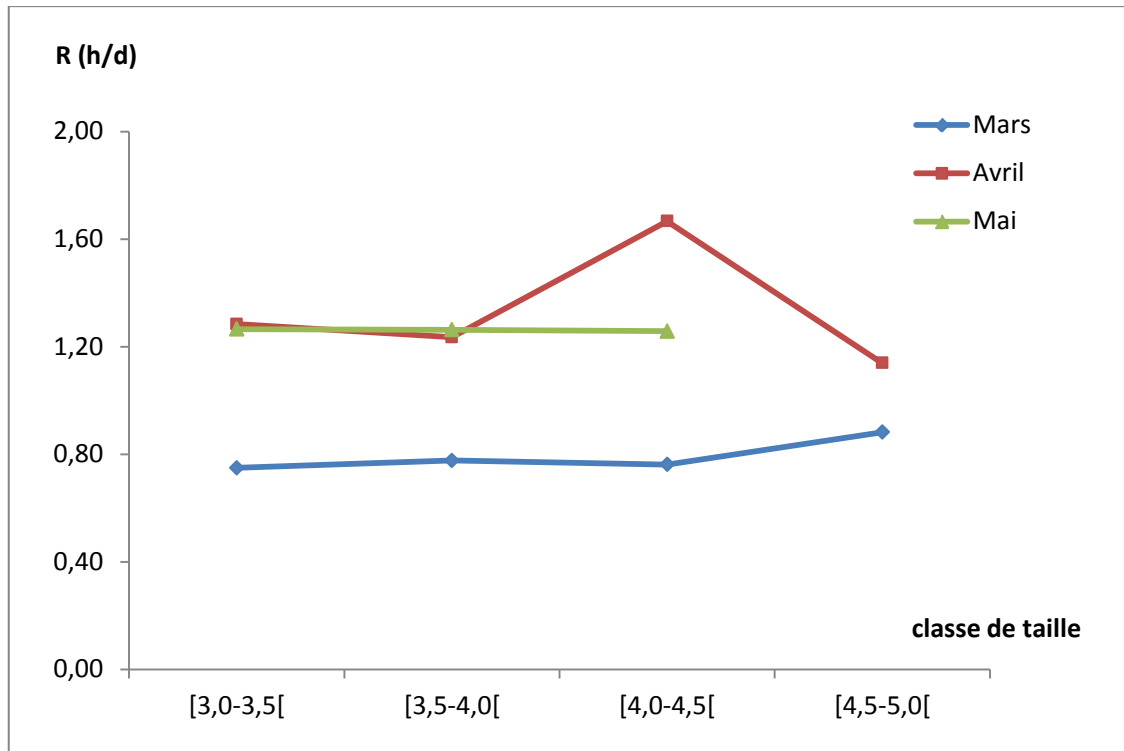
## 2. Détermination et analyse du rapport R (hauteur de la lanterne d'Aristote sur le diamètre de la lanterne d'Aristote)

Les valeurs du rapport R en fonction de la taille d'*A.lixula* de Salamandre, sont consignées sur les tableaux et les illustrations ci-dessous :

### 2.1. Analyse du rapport R chez la population d'*A.lixula* durant les trois mois étudiée

**Tableau 5 :** Evolution du rapport R ( $\pm$ écart type) des différentes classes de taille d'*A.lixula* de Salamandre.

classe de taille	R (mars)	Ecart type	R (avril)	Ecart type	R (mai)	Ecart type
[3,0-3,5[	0,75	-	1,28	0,13	1,27	0,08
[3,5-4,0[	0,78	0,13	1,24	0,12	1,26	0,07
[4,0-4,5[	0,76	0,08	1,67	-	1,26	0,10
[4,5-5,0[	0,88	0,06	1,14	0,02	-	-
moyenne	0,79	0,09	1,33	0,09	1.26	0.08



**Figure 22.** Evolution du rapport R (h/d) en fonction des classes de taille de la population d'*A.lixula* de la Salamandre durant le mois de mars

L'analyse de la figure 22 et du tableau 5 montre que chez la population d'*A.lixula* échantillonné durant les trois mois, le rapport R présente des fluctuations dans ces valeurs d'un mois à l'autre.

Pour le mois de **mars**, le rapport R suit une augmentation en parallèle avec l'évolution de la taille des oursins, au fur et mesure que la taille des oursins augmente, le rapport R augmente. On peut conclure que chez ces oursins la hauteur semble croître plus vite que le diamètre de la lanterne d'Aristote.

Durant le mois d'avril, la figure 22, affiche une perturbation dans la variation du rapport R chez *A.lixula* ; Le rapport R augmente de la classe de taille [3,1-3,5[ jusqu'à la classe de taille [4,0-4,5[ où il affiche la valeur maximale  $1.67 \pm 0,00$ ; ensuite la valeur de cet indice continue à diminuer au fur à mesure que la taille des oursins augmente.

Et enfin pour le mois de mai, le rapport R chez *A.lixula*, suit une diminution continue avec l'évolution de la taille des oursins. Au fur et mesure que la taille des oursins augmente le rapport R diminue. On peut déduire que chez ces oursins de ce mois, la hauteur croît moins vite que le diamètre de la lanterne d'Aristote.

On comparant la variabilité du rapport R durant les trois mois réunis, on peut conclure que ces changements dans la valeur du rapport R chaque mois et pour chaque classe de taille, que c'est une forme d'adaptation morphologique que l'oursin exerce sur sa mâchoire (la lanterne d'Aristote).

Généralement, les oursins sont doués d'une plasticité phénotypique affectant la lanterne d'Aristote en fonction des conditions trophiques de leur milieu (Hughes et *al.*, 2012). La lanterne d'Aristote a tendance à devenir plus large que haute quand les ressources alimentaires sont limitées (Ebert et *al.*, 2014) et cette stratégie adaptative leur permet de puiser davantage la nourriture (Hernandez et Russell, 2010).

La position de l'oursin dans son biotope affecte aussi la morphologie de la lanterne d'Aristote (en profondeur ou près de la surface de l'eau où l'action des vagues est importante, dans le sable ou accroché dans les rochers horizontalement ou verticalement) et selon l'âge atteint.

### 3. Analyse du contenu digestif des populations d'oursins échantillonnés dans le site de Salamandre

L'étude du comportement alimentaire a concerné l'espèce d'oursin *Arbacia lixula* de l'infra-littoral superficiel du site de salamandre et est illustrée comme suit :

#### 3.1. Comportement alimentaire de la population d'*Arbacia lixula* durant le mois de mars

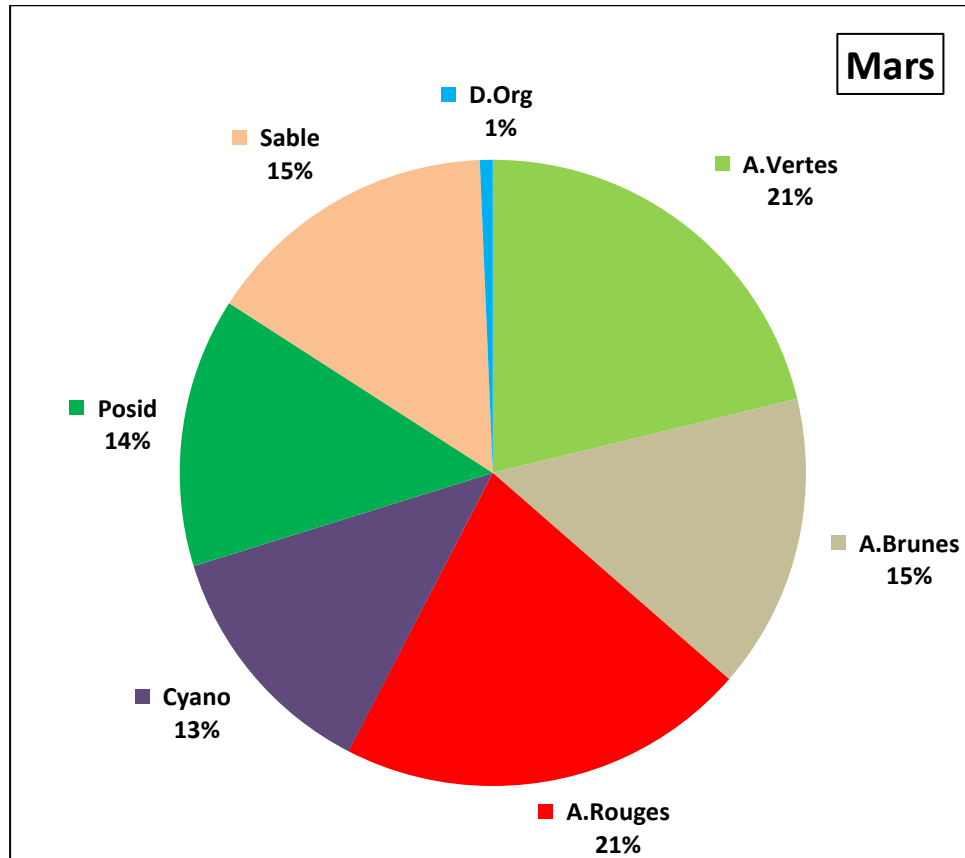
**Tableau 6.** Variation de la contribution moyenne (en pourcentage) d'items des contenus digestifs des oursins *A.lixula* et de l'indice de similarité dans le site de Salamandre durant les trois mois d'étude, avec A : Algues ; Cyano : Cyanophycées ; D.O: Débris organique et IS : indice de similarité.

	A.Vertes	A.Brunes	A.Rouges	Cyano	Posidonie	Sable	D.O	IS
Mars (%)	21,33	15,33	21,33	12,67	14,00	15,33	0,67	0,92

L'analyse de la figure 23 et du tableau 6 montre que le régime alimentaire d'*A.lixula* dans le site de salamandre est diversifié. L'indice de similarité de Steihaus est très élevé 0.92, ce qui traduit bien l'homogénéité des contenus digestifs des populations d'oursins de Salamandre.

Durant le mois de mars, les algues rouges et les algues vertes se partagent la première place en matière de préférence alimentaire chez l'oursin noir avec un pourcentage de 21,33% de contribution. Ensuite, on trouve les algues brunes et la fraction sable qui partagent la deuxième place avec 15,33% de contribution. La posidonie occupe la troisième position en matière de

préférences alimentaire par une contribution importante de 14%. Ensuite arrive les cyanophycées par 12,67%. La fraction débris organique arrive en dernière position dans les contenus digestifs des oursins de la salamandre du mois de mars (0,67%).



**Figure 23.** Contenu digestif en mars chez la population d'*Arbacia lixula* échantillonnée dans le site de Salamandre

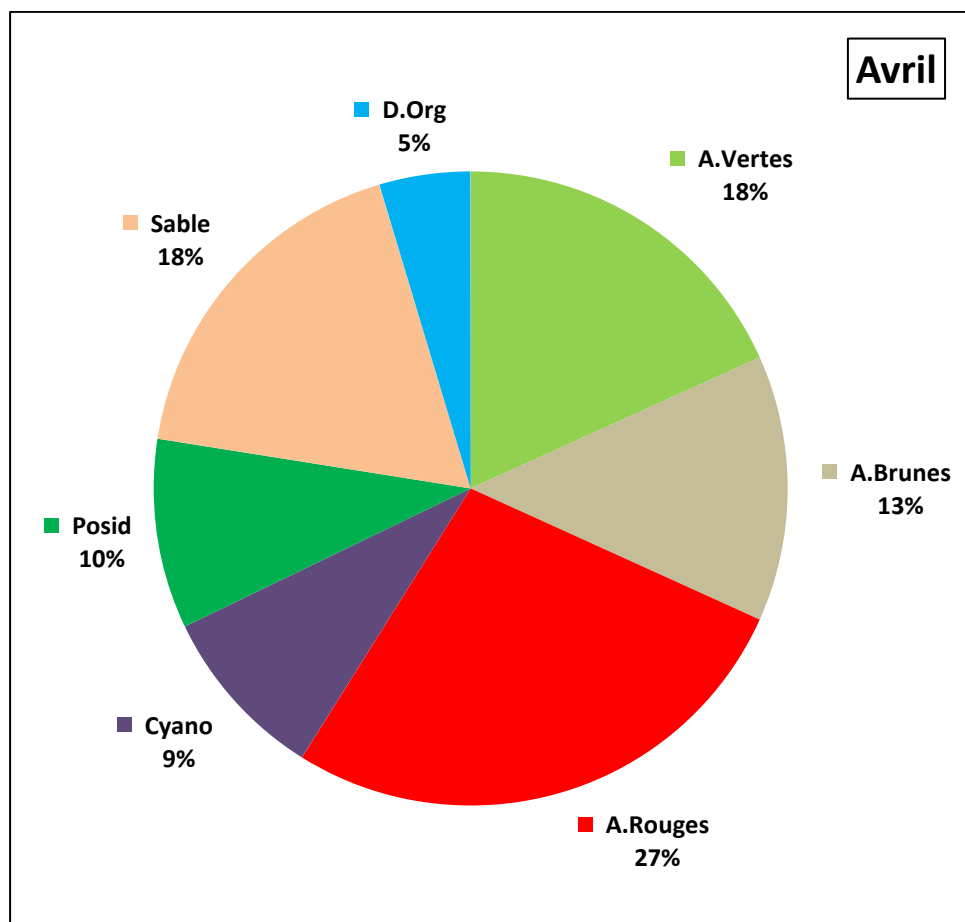
### 3.2. Comportement alimentaire de la population d'*Arbacia lixula* durant le mois d'Avril

**Tableau 7.** Variation de la contribution moyenne (en pourcentage) d'items des contenus digestifs des oursins *P.lividus* et de l'indice de similarité dans le site de Salamandre durant les trois mois d'étude, avec A : Algue ; Cyano : Cyanophycées ; D.O: Débris organique et IS : indice de similarité.

	A.Vertes	A.Brunes	A.Rouges	Cyano	Posidonie	Sable	D.O	IS
avril (%)	18,8	14	28	9,2	10	18,4	4,8	0,92

Après analyse de la figure 24 et le tableau 7, on observe une nette dominance des algues rouges avec 28% de contribution dans les contenus digestifs des oursins *Arbacia lixula* de la Salamandre du mois d'Avril.

Ensuite on retrouve les algues vertes et du sable qui occupe la deuxième place avec un pourcentage de 18% de présence, suivi des algues brunes (14%). L'herbier de posidonie et les cyanophycées occupent 10% et 9,2% de présence. La dernière place est destinée aux débris organiques par 4,8% de contribution.



**Figure 24.** Contenu digestif en avril chez la population d'*Arbacia lixula* échantillonnée dans le site de Salamandre

### 3.3. Comportement alimentaire de la population d'*Arbacia lixula* durant le mois de mai

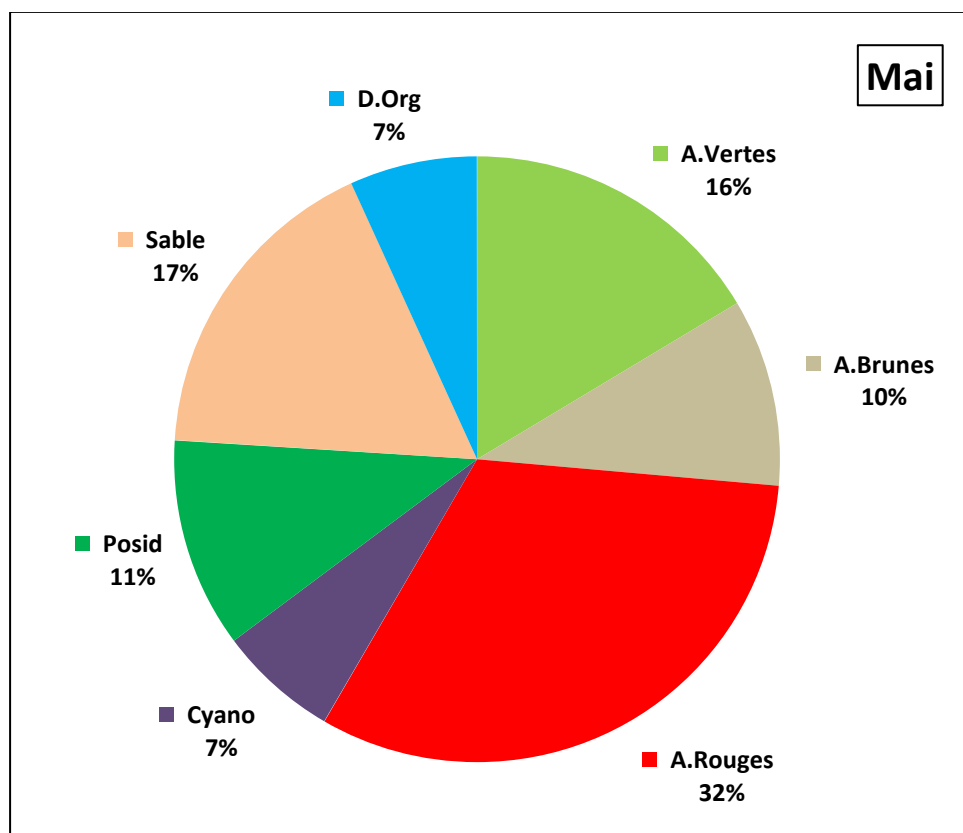
**Tableau 8.** Variation de la contribution moyenne (en pourcentage) d'items des contenus digestifs des oursins *A. lixula* et de l'indice de similarité dans le site de Salamandre durant les trois mois d'étude avec A : Algue ; Cyano : Cyanophycées ; D.O: Débris organique et IS : indice de similarité.

	A.Vertes	A.Brunes	A.Rouges	Cyano	Posidonie	Sable	D.O	IS
Mai (%)	16,4	10	32	6,4	11,2	17,2	6,8	0,92

Comme pour les deux mois précédents, l'analyse de la figure 25 et le tableau 8 montre que l'alimentation préférentielle des oursins noirs vivant au niveau du site de Salamandre durant le mois de mai se caractérise par une flagrante dominance des algues rouges qui sont représentées par un pourcentage de 32%.

La deuxième position est attribuée à la fraction sable par 17,2% de contribution, ensuite les algues vertes avec un pourcentage de 16,4%. Les algues brunes occupent la dernière place en ce qui concerne les algues macrophytes par 10% de contribution.

La posidonie contribue avec 11,2% de présence dans les contenus digestifs, ensuite les fractions débris organiques et les cyanophycées suivent avec des proportions plus ou moins égales et atteignent respectivement 6,8% et 6,4%.



**Figure 25.** Contenu digestif en mai chez la population d'*Arbacia lixula* échantillonnée dans le site de Salamandre

### 3.4. Comparaison du comportement alimentaire des populations d'oursins du site de Salamandre durant les trois mois d'étude

**Tableau 9.** Variation de la contribution moyenne (en pourcentage) d'items des contenus digestifs des oursins *A.lixula* dans le site de Salamandre durant les trois mois d'étude avec A : Algues ; Cyano : Cyanophycées ; D.O: Débris organique.

	A. Vertes	A. Brunnes	A. Rouges	Cyano	Posidonie	Sable	D.Org
Mars	21,33	15,33	21,33	12,67	14	15,33	0,67
Avril	18,8	14	28	9,2	10	18,4	4,8
Mai	16,4	10	32	6,4	11,2	17,2	6,8
Moyenne	18,84	13,11	27,11	9,42	11,73	16,98	4,09

L'analyse du tableau 9 et de la figure 26 montre que l'oursin *A.lixula* se nourrit généralement de façon identique que dans le site de Salamandre durant les trois mois étudiés. Le régime alimentaire de l'oursin noir dans le site de Salamandre est très diversifié, avec des proportions assez variables. L'alimentation essentielle d'*Arbacia lixula* se compose de forte proportion de flore algale, suivi des fractions de sable, posidonie, cyanophycées et enfin les débris organique.

Cette espèce d'oursin a présenté donc un régime herbivore. Cette conclusion se trouve en accord avec les études de nombreux autres auteurs (Kempf, 1962; Lawrence, 1975; Nedelec, 1982 ; Verlaque, 1987). Dans le cadre actuel du peuplement phytobentique du site étudié, les oursins noirs exploitent les ressources trophiques avec une stratégie alimentaire bien définie. *Arbacia lixula* a présenté le comportement de **racleur** en s'attaquant aux strates encroutantes durant tous les mois étudiés. Sa préférence pour les Corralinaceae encroutantes est apparue très marquée. Ce taxon occupait, en avril, 28%(en moyenne) du volume des contenus digestifs.

Les Corralinaceae encroutantes se trouvent parmi les taxons dominants dans le peuplement phytobentique du site de salamandre. La voracité d'*A.lixula* pour les algues calcaires encroutantes semble être un phénomène général (Kempf, 1962; Neil et Larkum, 1965).

En effet et durant les trois mois de l'étude, les algues rouges prennent le dessus en matière de contribution avec des proportions allant de 22 à 32%.

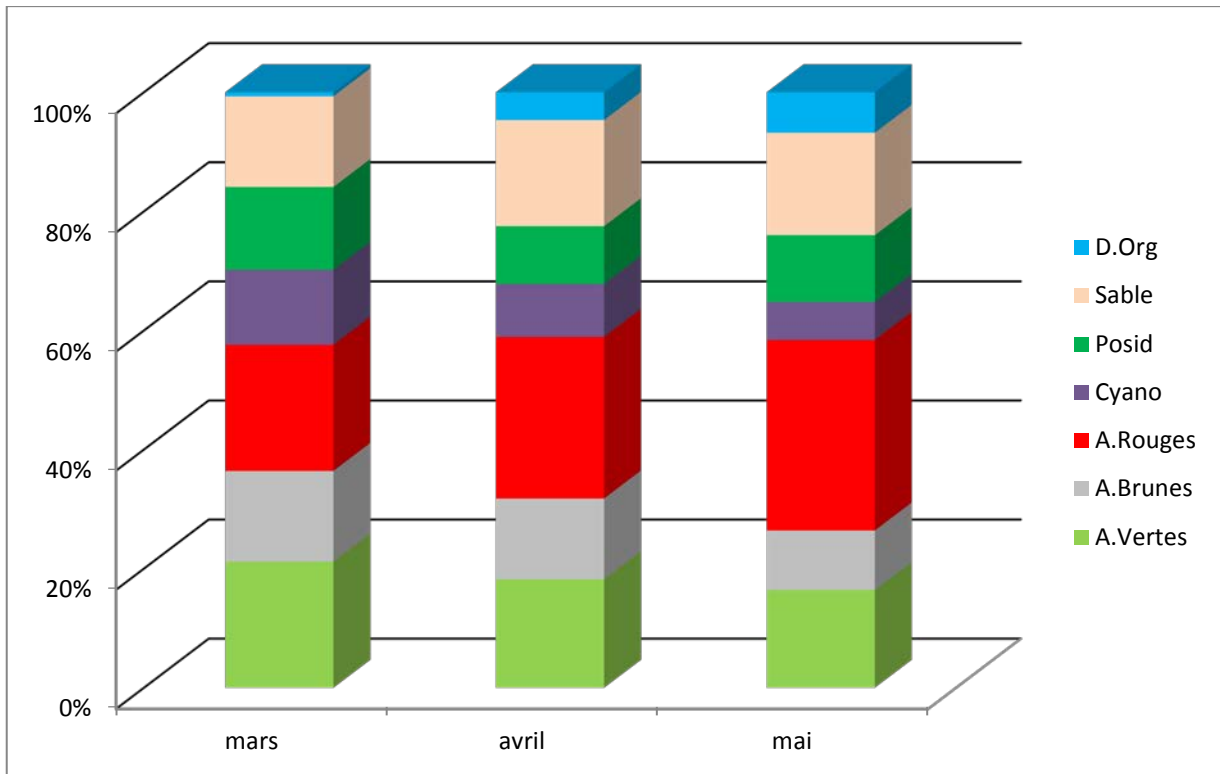
La puissance de l'organe masticateur joue un rôle prépondérant dans la sélectivité de cette ressource trophique. En effet, Powis de Tenbosche (1978) pense que la structure des dents a également des conséquences au niveau du régime alimentaire. Ainsi, en partant du principe que des dents plus solides permettent aux oursins de s'attaquer à des aliments plus durs, il explique le régime alimentaire d'*A.lixula* dont l'appareil masticateur est particulièrement robuste.

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

*A.lixula* se comporte comme un prédateur, il gratte et peut raser totalement le substrat des structures et les algues encrustantes, ainsi que les animaux sessiles. *A.lixula* recouvre largement son habitation avec l'oursin comestible *Paracentrotus lividus* commun (Lamarck, 1816) (Agnetta et al., 2015).

Dans notre étude, on constate aussi une forte présence de la fraction sable dans les contenus digestifs des oursins. Cette forte préférence nous permet de supposer que le sable (qui peut atteindre 16,98 % du volume des contenus digestifs) est probablement avalé accidentellement, lors du raclage de la strate des corralinaceae encrustantes sur laquelle il se dépose.

Enfin, une étude de l'écologie trophique des oursins réguliers, au moins des herbivores, ne peut conduire à une image complète de leur régime alimentaire que si elle porte sur un cycle annuel. Le facteur saisonnier est parfois prépondérant pour la variabilité du régime alimentaire (Lawrence, 1975 ; Nedelec, 1982; Verlaque, 1987).



**Figure 26.** Pourcentage d'aliments consommés chez les individus d'*Arbacia lixula*, vivants à la Salamandre durant les trois mois d'étude.

# ***Conclusion***

## Conclusion

Les facteurs impliqués dans le régime alimentaire d'un oursin régulier sont tellement variés et exigent l'étude de tant de paramètres (Biochimiques, physiologiques, biologiques, éthologiques et environnementaux), que nous ne pouvions aborder que très peu d'entre eux dans le cadre de ce travail.

L'intérêt porté à *A.lixula* est dû à son importance dans l'équilibre des communautés sublittoral, il est considéré comme un organisme-clé.

Dans le cadre de notre travail effectué sur les populations d'oursins noirs du site de Salamandre, on a réalisé un examen de l'évolution des indices physiologiques (indice gonadique et indice de réplétion) et un suivi de leurs comportements alimentaires, ainsi que leurs stratégies trophiques, par l'analyse de leurs contenus digestifs, en utilisant la méthode des contacts de Jones (1968). Cette dernière a montré que l'oursin noir de la région de Mostaganem à une échelle de préférence alimentaire sélectif.

En effet, les proportions dominantes ont été accordées aux algues macrophytes, avec une nette préférence pour les algues rouges durant toute la période de l'expérience, suivies des algues vertes et enfin des algues brunes en dernière position. Les autres fractions suit, ainsi la fraction sable, la posidonie, les cyanophycées et enfin les débris organique en dernier lieu.

La littérature confirme qu'*Arbacia lixula* présente un comportement de **racleur**, ces préférences alimentaire sont pour les algues corallines encroutantes (Kempf, 1962; Régis, 1978; Verlaque et Nédélec, 1983; Frantzis et al., 1988; Bulleri et al., 1999; Boudouresque et Verlaque, 2001; Privitera et al., 2008).

Quoi qu'il en soit, une étude de l'écologie trophique des oursins réguliers, au moins des herbivores, ne peut conduire à une image complète de leur régime alimentaire que si elle porte sur un cycle annuel, voire plus.

Ce travail mérite d'être poursuivi et mené sur plusieurs années avec un effectif plus élevé et représentatif.

Pour une meilleure compréhension de la biologie de cette espèce en Algérie, et ainsi dégager son rôle écologique, d'autres travaux futurs sur *Arbacia lixula* sont nécessaires :

- 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.
- L'influence de divers paramètres écologique, trophique et anthropique sur l'évolution de l'espèce qui serait souhaitable dans un but organoleptique en vue d'une éventuelle exploitation de cette ressource.
- La biochimie des gonades pour les valoriser d'un point de vue nutritionnel.
- Le cycle saisonnier des larves planctoniques.
- L'évolution des indices physiologiques 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. 1972.** La pêche aux oursins dans le monde. *Pêche Marit*, 74: 625-630.

**Bélangier D. 2009.** Utilisation de la faune macrobentique comme bio indicateur de la qualité de l'environnement marin côtier. Essai présenté au département de biologie. En vue de l'obtention du grade de maitre en écologie internationale, FACULTE DES SCIENCES UNIVERSITE DE SHERBROOKE. Sherbrooke, Québec, Canada.

**Belkhedim L. 2009.** Contribution à l'étude de la biologie de l'oursin régulier *Paracentrotus lividus* (Lmck, 1816) du Port d'Oran et d'Ain franin. Mémoire de Magister en Sciences de l'Environnement, option : Biologie et Pollution Marines, 130p, Université d'Oran.

**Benzohra M. 1993.** Les structures hydrodynamiques le long des côtes Algériennes. Centre d'Océanologie de Marseille, 33 p.

**Bergbauer M. et Humberg B. 2000.** LA VIE SOUS-MARINE EN MEDITERRANEE, Guide Vigot, ed. Vigot, 318p.

**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.etM.Curie,Fr.:1-72.

**Bonaviri C., Vega Fernandez T., Fanelli G., Badalamenti F et Giangyza P. 2011.** Leading role of the sea urchin *Arbacia lixula* in maintaining the barren state in southwestern Mediterranean. *Mar Biol*, 158: 2505-2513.

**Boudouresque C.F. et Verlaque M. 2001.** Ecology of *Paracentrotus lividus*. In Lawrence J.M. ed: *Edible sea urchins: biology and ecology*, Amsterdam: Elsevier Sciences, 177-216.

**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.

**Boue H. et Chanton R. 1978.** *Zoologie I, 2, Invertébrés*. Edit. Doin, Paris, 713 pp.

**Boukhelf K. 2007.** Etude de l'écosystème marin d'oued Sadaoua Sidi Lakhdar Mostaganem. (Étude hydrologique, bactériologique et physicochimique). Mém. Ingénieur. d'Etat. Ressources Halieutiques. Université de Mostaganem. Fac. des. Sciences et Sciences de l'Ingénieur. Dép. des Scie. De la Mer et des Ressources Halieutiques.

**Boukhelf K. 2012.** Données biométriques, indices physiologiques et dosage des métaux lourds chez l'oursin comestible *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) dans la région de Mostaganem (Algérie). Mémoire de Magister en sciences de l'environnement, option : Biologie et pollution marines, Université d'Oran, Algérie, 166p.

- Bulleri F., Benedetti-Cecchi L. et Cinelli F. 1999.** Grazing by the sea urchins *Arbacia lixula* L. and *Paracentrotus lividus* Lam. in the Northwest Mediterranean. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 241: 81-95.
- Byrne M. 1990.** Annual reproductive cycles of the commercial sea urchin *Paracentrotus lividus* from an exposed intertidal and a sheltered subtidal habitat on the west coast of Ireland. *Mar Biol*, 104 (2): 275-289.
- Calow P. 1981.** Resource utilization and reproduction. In Townsend C.R., Calow P., (eds), *Physiological ecology: an evolutionary approach to resource use*, Blackwell. Sci. Publ, Oxford, 245-270.
- Chainho P., Costa J.L., Chaves M.L., Lane M.F., Dauer D.M. et Costa M.J. 2006.** Seasonal and spatial patterns of distribution of subtidal benthic invertebrate communities in the Mondego River, Portugal – a poikilohaline estuary. *Hydrobiologia* 555, 59-74.
- Corcoll A. 2012.** Eriçó de mar: estudi antropològic, geolingüístic I etimològic. PhD Thesis. University of Barcelona. Spain.
- 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-Caledonie*, Coll, Faune tropicale, ORSTOM, Paris.
- 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 a 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.** Bio-accumulation 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.
- Ebert T.A. 1980.** Relative growth of sea urchin jaws: an example of plastic resource allocation. *Bull Mar Sci*, 30: 467-474.
- Edwards P.B. et Ebert T.A. 1991.** Plastic responses to limited food availability and spine damage in the sea urchin *Strongylocentrotus purpuratus* (Stimpson). *J Exp Mar Biol Ecol*, 145(2): 205-220.
- Elakkermi M. 2015.** Etude de la biologie de reproduction d'*Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758) de la côte de Mostaganem. Mémoire de Magister Option : Connaissance, Valorisation et Gestion de la Biodiversité Marine Côtière, Université de Mostaganem. 116p + Annexes.

- 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.
- Forster S.A. 1987.** The relative impact of grazing by Caribbean coral reef fishes and *Diadema*: effects of habitat and surge. *J. Exp. Mar. Biol. Eco.*, 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* (Echinoidea regularia) et le phytobenthos infralittoral superficiel de la baie de Port-Cros (Var, France). *Sci Rep Port-Cros Natl Park Fr*, 14: 81-140.
- Fuji A. 1967.** *Ecological studies on growth and food consumption of Japanese common littoral sea urchin, Strongylocentrotus intermedius (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.
- Goodall D.W. 1978.** Sample similarity and species correlation. In *Ordination of plant communities*, WHITTAKER R. ed., Junk publ., The Hague, Netherl. 99-149.
- 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.
- 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.
- Kaiser J. 2001.** *Bioindicators and Biomarkers of Environmental Pollution and Risk Assessment* (Enfield: Sciences publishers inc.).
- Keats D.W., Steele D.H. et South G.R. 1984.** Depth-dependent reproductive output of the green sea urchin, *Strongylocentrotus droebachiensis* (O. F. Muller), in relation to the nature and availability of food. *J Exp Mar Biol Ecol*, 80: 77-91.
- 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.

- KITCHING J.A., EBLING F.J. 1961.** The ecology of Lough Ine XI – The control of algae by *Paracentrotus lividus* (Echinoidea). *J. anim .Ecol. U.K.*,30(2) :373-383.
- 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.
- Lasker R. et Giese A.C. 1954.** Nutrition of the sea urchin *Strongylocentrotus purpuratus*. *Biol Bull*, 106: 328-340.
- 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 binding evolution in *Arbacia*, a sea urchin genus with an unusual distribution. *Molecular Ecology*, 21: 130–144.
- Levitán D.R., 1991.** Skeletal changes in the test and jaws of the sea-urchin *Diadema antillarum* in response to food limitation. *Mar Biol*, 11: 431-435.
- Linnaeus C. 1758.** *Systema naturae. Regnum animale: Editio decima.* Laurentius Salvius, Holmiae (Stockholm).
- Lumingas L. 1994.** La plasticité chez l'oursin *Sphaerechinus granularis* en rade de Brest (Bretagne, France). Thèse de Doctorat, U.B.O., Brest, 193p.
- Millot C. 1987.** Circulation in the Western Mediterranean Sea. *Oceanologica Acta*, 10 (2): 143-149.
- Millot C. 1985.** Some features of the Algerian current. *J. geophy. Res.*, 90 (C4): 7169-7176 p.
- Molinier . et Picard J. 1954.** Nouvelles recherches de bionomie benthique sur les côtes méditerranéennes françaises. *Recl. Trav. Stn.Mar . Endoume Fac. Sci. Mars., Fr.*, 13 ;9-19.
- Molinier . et Picard J. 1955.** Aperçu de bionomie marine sur les côtes septentrionales de la Sardaigne. *Bull .St .Aquic . Pêche castiglione ; Alg ., N.S.*,7 :373-400.
- 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. 1983.** Sur un nouvel indice de réplétion pour les oursins réguliers. *Rapp. P. V.Réun. Comm. Internation. Expl. sci. Médit.*,28 (3) : 149-151.

**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. Explor. Mer Médit.*,28: 153-155.

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

**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.

**Regis M.B.1979** -Analyse des fluctuations des indices physiologiques chez *Paracentrotus lividus* (Lmk) et *Arbacia lixula* (L).Du golf de Marseille.Tethys, France, 167-181.

**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. 1990.** Suivi d'une opération de Transplantation de *Paracentrotus lividus* Echinodermata Echinidea dans la région Marseillaise. Contrat N°87 34 00 66 IFREMER /GIS Posidonie. France. 16p

**Sellem F. 1990.** Données sur la biométrie de *Paracentrotus lividus*, *Arbacia lixula* et *Sphaerechinus grnularis* et sur la biologie de *Paracentrotus lividus* dans le golfe de Tunisie. Rapp. DEA. Biol mar. oceanol, Univ. Tunis II, Faculté des Sciences de Tunis, 158p + Annexes

**Semroud R. 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.

**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.

**Spromberg J.A. & Birge J. 2005.** Modeling the effects of chronic toxicity on fish population: the influence of life history strategies. *Environ. Toxicol. Chem.*, 24, 1532-1540.

**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.

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

**Verlaque M. 1987.** Relations entre *Paracentrotus lividus* (Lamarck) et le phytobenthos de Méditerranée occidentale in: Colloque International Sur *Paracentrotus Lividus* et Les Oursins Comestibles. GIS Posidonie Publ, Marseille, pp 5-36.

**Verlaque M. et Nedelec H. 1983.** Biologie de *Paracentrotus lividus* (Lamarck) sur substratum rocheux en Corse (Méditerranée, France): alimentation des adultes. *Vie et Milieu*, 33: 191-202.

**Wangensteen O.S. 2013.** Biology and phylogeography of the black sea urchin *Arbacia lixula* (Echinoidea: Arbacioida). Thèse de Doctorat, Université de Barcelone, Espagne.

**Wangensteen O.S., Turon X., Casso M. et Palacín C. 2013.** The reproductive cycle of the sea urchin *Arbacia lixula* in Northwest Mediterranean: potential influence of temperature and photoperiod. *J Mar Biol Asso UK*, 87: 763-767.

**Wangensteen O.S., Turon X., García-Cisneros A., Recasens M., Romero J. et Palacín C. 2011.** A wolf in sheep's clothing: carnivory in dominant sea urchins in the Mediterranean. *Marine Ecology Progress Series*, 441: 117-128.

**Quiniou N. S., Dubois Y., Le Colzer J.F., Bernier and J.Noblet. 1999.** Effect of growth potential (body weight and breed/castration combination) on the feeding behaviour of individually kept growing pigs. *Livest. Prod. Sci.* 61, 13-22.

# ***Annexes***

## Annexes

Différents items retrouvés dans le contenu digestif des oursins noirs étudiés (x 100) :

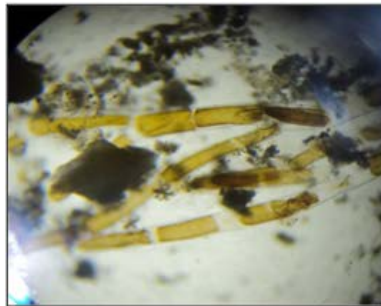
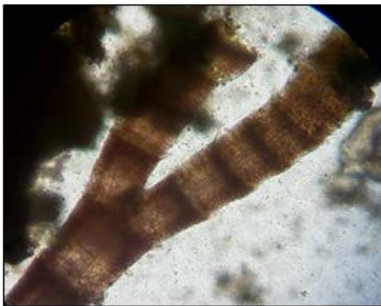
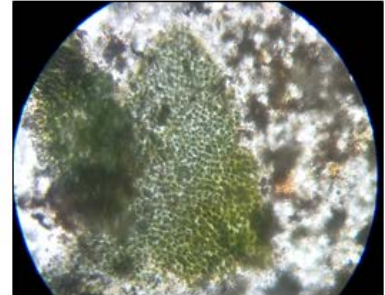
***Algues rouges***



***Algues brunes***



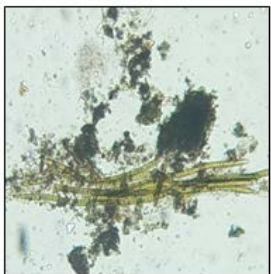
***Algues vertes***



***Débris organiques***



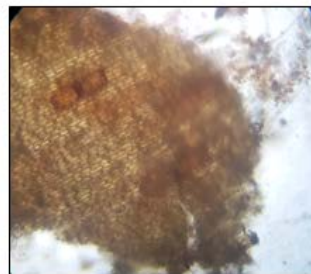
***Cyanophycées***



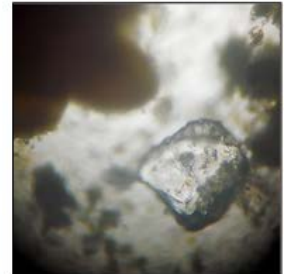
***Posidonie vivante***



***Posidonie morte***



***Sable***





**Fiche Régime Alimentaire**

Date : ___/___/___ Site : _____ Espèce : _____								
N° : _____ Diamètre : _____								
LAMES	contacte	A. Vertes	A. Brunes	A. Rouges	Cyanophycées	Posidonie	Sables	D. Organiques
<b>1</b>	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	7							
	8							
	9							
	10							
<b>2</b>	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	7							
	8							
	9							
	10							
<b>3</b>	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	7							
	8							
	9							
	10							
<b>4</b>	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	7							
	8							
	9							
	10							
<b>5</b>	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	7							
	8							
	9							
	10							
<b>Somme</b>								
<b>Nombre de contacts</b>								
<b>CCI %</b>								