



DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MER ET DE L'AQUACULTURE

N°...../SNV/2018

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

BELLAOUEL Fatima Zahraet MOURI Yassamina

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER

En Hydrobiologie Marine et Continentale

Spécialité: Bioressources marines

THÈME

**Contribution à l'étude de quelques traits de vie de l'oursin
noir *Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758) au niveau de la côte de
Mostaganem (Salamandre)**

Soutenu publiquement le 03/07/2018

DEVANT LE JURY

Président	BOUZAZA Zoheir	MAA	U. Mostaganem
Encadreur	SOUALILI Dina Lila	Pr	U. Mostaganem
Examineurs	OULHIZ Aicha	MAA	U. Mostaganem
Invité	ELAKKERMI Mohammed	DOCTORANT.	U. Mostaganem

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

Dédicace

*À la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur ; maman *Aouicha *que j'adore ; je ne vois pas ma vie sans toi maman** je t'aime ***

*À l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, à toi mon père *Safi*je t'aime.*

À mon frère Amin et mes sœurs Amel iman Amira, mon neveu Amir et mes nièces Tasnime et Jannah, je dédie ce travail dont le grand plaisir leurs revient en premier lieu pour leurs conseils, aides, et encouragements.

À celui qui m'a soutenue tout au long de ce projet, mon fiancé Mohammed Reggam , et à ma belle-famille.

À ma famille paternelle et maternelle, énormément ma grande mère ; À mes cousines et mes cousins

À ma binôme et ma chérie Mouri Yassamina, et mes chères amies Chaima Bennadjar Souad Sahlalou Kenza Yanoui

Fatima Zahra

Dédicace

...La chose la plus belle dans la vie est qu'une personne atteint un mantra et réalise le souhait de lui-même et de ceux qui l'entourent et que le succès est atteint avec ses efforts et la satisfaction de ses parents

...Louange à Allah, qui est le bénéficiaire de sa grâce et a accompli ce que j'ai menacé

A ma mère

...À ma façon et mon chemin vers le paradis au seul et précieux esprit que je lui apporte toujours et m'arrossage de la mer de compassion et de présence d'amour et d'affection, Dame de toutes les femmes a dédié mon meilleur et mes connaissances à votre beauté et à vos sacrifices... Pour ma mère et ensuite ma précieuse mère prolonge ta vie, mon peuple le plus cher...

A mon père

...A celui qui m'attend pour vivre et me voir comme il veut ... J'ai fini ce que vous, le chef, qui rassemble dans son âme toutes les qualités de bonté et d'épanouissement et d'amour ... à ma présence en cette présence et toujours motivé de tout mon être. J'ai dérivé ma présence, mais pour ton départ, mon rêve à toi, mon père

(Nous demandons à Dieu de garder son Esprit dans sa grande miséricorde)

...À mon frère HOCINE et mes sœurs Aïcha, Nouria, Aouïcha, Nadjet, Khadidja, Leyla, mon neveu Abdelkader et ma nièce Rania, je dédie ce travail dont le grand plaisir leurs revient en premier lieu pour leurs conseils, aides, et encouragements.

A tous mes amis de la Master 2 bioressources Marines

C'est une grande fierté et honneur pour moi d'être parmi vous.

À ma binôme et ma chérie Bellahoual Fatima Zohra, et mes chères amies Rayhana, Souhila, Ahlem, Amel...

Yasmina

Remerciements

On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

*Nous remercions très chaleureusement **Mme Mezali-Soualili**, doyenne de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'université de Mostaganem et Professeur au département des Sciences de la Mer et de l'aquaculture de l'Université de Mostaganem, pour avoir eu la gentillesse d'accepter l'encadrement de ce travail. Nous la remercions vivement.*

*Nous tenons également à exprimer nos sincères remerciements à notre Co- encadreur **Mr. Elakkermi Mohammed** pour ces conseils judicieux et le temps consacré à l'encadrement de ce travail. Ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir lieu sans son aide.*

*Nous sommes conscientes de l'honneur que nous a fait **Mr Bouzaza Zoheir** pour avoir accepté la présidence du jury et Melle **Oulhiz Aicha** d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

Nos remerciements s'adressent également à tous nos professeurs pour leurs générosités et la grande patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges pédagogiques et professionnelles.

*Un grand merci aux ingénieurs du laboratoire d'halieutique, notamment **Mme Benmehel Amina**.*

Un grand merci à tous ceux qui ont facilité et aidez-nous de près ou de loin pour que nous puissions finaliser ce travail.

Enfin, nos remerciements sont adressés plus particulièrement à nos familles et nos amis (es) qui ont su nous soutenir, nous encourager, nous aider et nous supporter tout au long des années.

RESUME

Les oursins ont été étudiés pour leurs rôles et surtout pour leurs impacts sur l'établissement et la structure des biocénoses. Ils présentent une importance économique et écologique connues.

Cependant, très peu d'études ont été consacrées à l'étude des traits de vie de l'oursin noir (*Arbacia lixula*) en méditerranée. En Algérie, il y'a un manque de données sur les traits de vie de cette espèce. A cet effet, le présent travail vise à compléter partiellement ce vide, et cette étude a pour objectif principal de décrire certains aspects biologiques et écologiques de l'espèce *Arbacia lixula*.

Les spécimens ont été récoltés depuis le site de Salamandre. Ce dernier est caractérisé par un substrat rocheux, et une richesse en algues photophiles.

Notre travail, s'est étalé sur trois mois (février, mars et avril) et a consisté à suivre l'évolution des indices physiologiques (IGm et IRm), pour déterminer la relation entre l'alimentation et le développement gonadique des oursins noirs. On a pu démontrer le positionnement de la période de ponte à la saison printanière

La deuxième étape a été consacrée à l'analyse des contenus digestifs par la méthode des contacts de JONES (1968). Cette méthode nous a révélé que l'oursin noir a un comportement alimentaire sélectif, avec une nette préférence pour les algues rouges.

L'étude des relations allométriques entre les différents paramètres morphologiques montre l'existence d'une relation allométrique plus que moyenne entre ces différents paramètres de croissance et affirme l'adaptation de l'oursin noir *A. lixula* avec son milieu.

Mots clés : *Arbacia lixula*, Salamandre, sex-ratio, indices physiologiques, IGm, IRm, Jones (1968), contenus digestifs, relations allométriques,

ملخص

قد تمت دراسة قنفاذ البحر لدورها وخاصة تأثيرها على إنشاء وهيكلية biocenoses. فهي ذات أهمية اقتصادية وبيئية معروفة.

بالرغم من ذلك ، قد تم تخصيص عدد قليل جدا من الدراسات لبحث صفات حياة قنفاذ البحر الأسود (*Arbacia lixula*) في البحر الأبيض المتوسط. في الجزائر هناك ندرة كبيرة من البيانات حول الظروف المعيشية لهذا النوع. ولتحقيق هذه الغاية ، يهدف العمل الحالي إلى استكمال هذه الفجوة جزئياً ، الهدف الرئيسي لهذا البحث يتمثل في وصف بعض الجوانب البيولوجية أو الإيكولوجية لأنواع *Arbacia lixula*.

تم أخذ العينات من موقع Salamandre. و الذي يتميز بأعماقه الصخرية ، و غني باللطحالب photophiles.

امتد عملنا مدة ثلاثة أشهر (فبراير ومارس وأبريل) و اعتمد على متابعة تطور المؤشرات الفسيولوجية (IRm و IGm) لتحديد العلاقة بين النظام الغذائي وتطور الغدد التناسلية لقنفاذ البحر الأسود. تمكنا من إظهار مرحلة النضوج و التي تمركزت في موسم الربيع.

المرحلة الثانية من عملنا تمثلت في تحليل محتويات الجهاز الهضمي بطريقة جونز (1968). كشفت هذه الطريقة أن قنفاذ البحر الأسود لديه سلوك غذائي انتقائي، مع تفضيل واضح للطحالب الحمراء.

تُظهر دراسة العلاقات الألوومترية بين مختلف المعالم المورفولوجية وجود علاقة أكثر من متوسطة بين مختلف معالم النمو وتؤكد على تكيف قنفاذ البحر *A. lixula* مع بيئته.

كلمات المفاتيح : *Arbacia lixula*، صلامندر، المؤشرات الفسيولوجية، نسبة الجنس، محتويات الجهاز الهضمي ، العلاقات الألوومترية

Index des figures

N° Figure	Titre des figures	Page
1	<i>Arbacia lixula</i> (Linnaeus, 1758).	4
2	Distribution géographique d' <i>A. lixula</i>	5
3	Photos montrant la morphologie externe de l'oursin <i>Arbacia lixula</i>	5
4	Test d' <i>Arbacia lixula</i> (vue dorsale).	6
5	Schéma d'une coupe transversale du test d'un oursin régulier, Tortonese (1965).	7
6	Les Cinq dents visibles qui font partie d'un appareil masticateur complexe, la lanterne d'Aristote.	8
7	<i>Arbacia lixula</i> fixé sur un substrat tombant vertical (port de Salamandre à 5 m de profondeur)	9
8	Disposition penta-radiaire des gonades de l'oursin noir <i>A. lixula</i>	10
9	Carte de la mer Méditerranée et des pays riverains	12
10	Carte de la wilaya de Mostaganem	13
11	Zone d'étude (station de Salamandre).	14
12	Localisation de la zone d'échantillonnage (étoile rouge) au niveau de la station de la Salamandre	16
13	Point d'échantillonnage à l'extérieur du port de Mostaganem.	17
14	Mesures: Pondérale (A), Linéaires (B, C, D, E), Séchage des gonades, contenus digestifs (mis dans des coupelles) et les lanternes d'Aristote à l'étuve (F) effectués au niveau du laboratoire	20
15	Liquide grenat émet par les femelles (à gauche) et blanchâtre produit par les mâles (à droite) d' <i>Arbacia lixula</i> .	21
16	Photos montrant des étapes de la méthode des contacts	25
17	Pourcentages mensuels des mâles et des femelles au niveau de la Salamandre	29
18	Variations mensuels des indices physiologiques (IGM et IRM) moyens de la population d' <i>A. lixula</i> au niveau de Salamandre.	22
19	Evolution mensuel de l'indice gonadique moyen (IGM) en fonction de la taille des oursins chez <i>A. lixula</i> de la Salamandre.	33
20	Evolution de l'indice de réplétion moyen (IRM) en fonction de la taille des oursins chez <i>A. lixula</i> de la Salamandre.	34

21	Variations saisonnière des indices physiologiques (IGM et IRM) moyens de la population d' <i>A.lixula</i> au niveau de Salamandre.	36
22	Pourcentage d'aliments consommés chez les individus d' <i>Arbacia lixula</i> , vivants à la Salamandre durant les trois mois d'étude.	38
23	Relation allométrique entre la hauteur (mm) et le diamètre (mm) du test sans piquants des oursins noirs de la Salamandre.	46
24	Relation allométrique entre la hauteur de la lanterne d'Aristote (mm) et le diamètre de la lanterne d'Aristote (mm) des oursins noirs de la Salamandre.	47
25	Relation allométrique entre le diamètre du test sans piquants (mm) et le diamètre de la lanterne d'Aristote (mm) des oursins noirs.	48
26	Relation allométrique entre le diamètre du test sans piquants (mm) et le poids humide (mg) des oursins noirs de la Salamandre.	49
27	Relation allométrique entre la hauteur du test sans piquants (mm) et le poids humide (mg) des oursins de la Salamandre.	35

Index des tableaux

N° Tableau	Titre des tableaux	Page
1	Pourcentages des deux sexes de la population <i>A.lixula</i> dans le site de Salamandre .	28
2	Pourcentages et Sex-ratio mensuels des populations d'oursins noirs des de site de Salamandre .	29
3	Evolution des indices physiologiques moyens globale (IGM et IRM) exprimés en mg/cm ³ (±écart type) d' <i>A.lixula</i> de Salamandre .	30
4	Evolution des indices physiologiques moyens (IGM et IRM) exprimés en mg/cm ³ (±écart type) des différentes classes de taille d' <i>A.lixula</i> de Salamandre.	33
5	Moyennes ± écart type des indices physiologiques exprimés en mg/cm ³ par saisons d' <i>A.lixula</i> de Salamandre.	35
6	Variation de la contribution moyenne (en pourcentage) d'items des contenus digestifs des oursins <i>A.lixula</i> dans le site de Salamandre durant les trois mois d'étude avec A : Algue ; Cyano : Cyanophycées ; D.O: Débris organique	37

SOMMAIRE

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

Chapitre I Généralités sur l'espèce *Arbacia lixula*

1. Description des échinodermes.....	3
2. Description des oursins.....	3
3. l'oursin noir <i>Arbacia lixula</i>	3
3.1. Systématique.....	4
3.2 Distribution géographique.....	4
3. Caractères morphologiques.....	5
3.3. Morphologie externe.....	5
3.4- Morphologie interne.....	6
3.5. Biologie et écologie d' <i>Arbacia lixula</i>	8
3.5.1. Alimentation.....	8
3.5.2. Habitat.....	8
3.5.3. Reproduction et développement d' <i>Arbacia lixula</i>	9

Chapitre II Matériel et méthodes

1. La mer Méditerranée.....	11
1.2 Dispositions générales.....	11
1.3. Le bassin oriental.....	12
1.4. Le bassin Algérien.....	12
2. Présentation de la zone d'étude.....	13
2.1. Données générales sur la wilaya de Mostaganem.....	13
2.2. Situation géographique	14
2.3. La Salinité.....	15
2.4. La Température des eaux.....	15
2.5. Caractéristiques hydrologiques et hydrodynamiques.....	15
2.6. Choix de la station d'étude.....	15
2.6.1. Le site de Salamandre.....	16

Chapitre III Matériel et méthodes

1. Choix et intérêt du matériel biologique.....	18
2. Echantillonna.....	18
3. Traitement au laboratoire.....	18
4. Le Sex-ratio	21
4.1. Rappel théorique	21
4.2. Méthodes d'étude.....	21
5. Etude des indices physiologiques	22
5.1. Indice gonadique (IG)	22
5.2. Indice de réplétion (IR)	22
6. Etude du comportement alimentaire	23

6.1. Analyse des contenus digestifs.....	23
6.2. La méthode des contacts.....	24
7. Etude des relations allométriques.....	25
7.1. Relation entre le diamètre (D) et la hauteur (H) de test.....	26
7.2. Relation entre le diamètre (d) et la hauteur (h) de la lanterne d'Aristote.....	26
7.3. Relation entre le diamètre (D) du test et le diamètre(d) de la lanterne d'Aristote..	27
7.4. Relation entre le diamètre (D) du test sans piquants et le poids (PH) humide de l'oursin.....	27
7.5. Relation entre la hauteur (H) du test sans piquants et le poids (PH) humide de l'oursin.....	27

Chapitre III

Résultats et discussion

1. Sex-ratio	28
1.1. Sex-ratio global.....	28
1.2. Sex-ratio mensuel.....	29
2. Indices physiologiques	30
2.1. Evolution mensuel des indices physiologiques des oursins de la population <i>A.lixula de la Salamandre</i>	30
2.2. Evolution mensuel des indices physiologiques des oursins de la population <i>A.lixula de la Salamandre</i> en fonction de la taille.....	32
2.3. Evolution saisonnière des indices physiologiques des oursins de la population <i>A.lixula de la Salamandre</i>	35
3. Comportement alimentaire des populations échantillonnées dans le site de Salamandre).....	31
3.2-1- Analyse du rapport R chez la population d' <i>A.lixula</i>	31
3.2-2- Analyse du rapport R chez la population de <i>P.lividus</i>	33
3.3. Analyse du contenu digestif des populations d'oursins échantillonnés dans la région de Mostaganem	34
3.1. <i>Analyse des contenus digestifs</i>	36
3.2. Identification des échantillons de la couverture végétale associée aux oursins étudiés	39
4. Relations biométriques	45
4.1. Relation entre le diamètre (D) et la hauteur (H) du test sans piquants des oursins noirs.....	45
4.2. Relation entre le diamètre (d) et la hauteur (h) de la lanterne d'Aristote	46
4.3. Relation entre le diamètre (D) du test sans piquants et le diamètre (d) de la lanterne d'Aristote.....	48
4.4. Relation entre le diamètre (D) du test sans piquants et le poids (PH) humide de l'oursin.....	49
4.5. Relation entre la hauteur (H) du test sans piquants et le poids humide (PH) de l'oursin noir.....	50
Conclusion.....	51
Références bibliographiques.....	53

Introduction

Introduction

L'importance accordée au rôle des échinodermes et en particulier les oursins réguliers est grandissante.

Les oursins ont été étudiés pour leurs rôle et surtout leurs impact sur l'établissement et la structure des biocénoses (Kitching et Ebling 1961 ; Kempf, 1962).

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).

Il est retrouvé dans les écosystèmes côtiers peu profonds (de 0 à environ 50 m de profondeur), il est plus fréquemment rencontré sur les surfaces rocheuses verticales, exposé à un degré élevé d'hydrodynamisme, mais il peut aussi être retrouvé dans d'autres biotopes tels que les fonds rocheux plats et même les fonds sableux avec des blocs de roches épars (Wangensteen, 2013).

Arbacia lixula coexiste avec *Paracentrotus lividus* et a le potentiel d'influencer grandement les communautés benthiques par son activité de pâturage (Privitera et *al.*, 2008 ; Agnetta et *al.*, 2013 ; Agnetta et *al.*, 2015). Malgré son importance écologique de plus en plus démontrée et admise (Gianguzza et Bonaviri, 2013 ; Agnetta et *al.*, 2015), il a été traditionnellement moins étudié dans la mer atlanto-méditerranéenne que l'oursin comestible *Paracentrotus lividus* (Boudouresque et Verlaque, 2013).

En raison de son importance économique et écologique connues, les traits de vie comportant croissance, mode/rythme/stratégie de reproduction et alimentation de *P. lividus* ont fait l'objet de nombreux travaux et cet espèce est actuellement bien acquis (Fenaux, 1968; Fernandez et Boudouresque, 1997; Soualili et *al.*, 2009 ; Tenuzzo et *al.*, 2012 ; Gianguzza et *al.*, 2013 ; Ouréns et *al.*, 2013). Cependant, très peu d'études ont été consacrées à l'étude des traits de vie de l'oursin noir (*Arbacia lixula*) en méditerranée, les seuls travaux de recherches sur cette espèce concernent essentiellement le bassin méditerranéen occidentale, on retrouve ceux de Fenaux (1968), de Régis (1979) ; de Frantzis et al (1988) de Pedrotti (1993).

Les données sur les traits biologique ou écologique de l'oursin noir en Algérie sont quasi inexistantes. Afin de combler partiellement cette lacune, le présent travail a pour objectif principal de décrire certains aspects biologiques ou écologiques de l'espèce *Arbacia lixula*.

Le travail est réalisé sur des échantillons d'oursins noirs récoltés dans le site de Salamandre, qui est un site rocheux, riche en algues photophiles mais perturbé par la pollution (rejets urbains et industriels). En réalisant un suivi mensuel des indices physiologiques sur une période de trois mois (février, mars et avril). L'aspect régime alimentaire a été lui aussi traité en analysant le contenus digestifs en adoptant la méthode des contacts de Jones (1968). En en dernier lieu en

s'est focalisé sur l'étude de l'aspect croissance et les relations allométriques qui existe entre les différentes parties du corps des oursins.

Ce travail est un rapport à la connaissance d'*Arbacia lixula* de la région de Mostaganem et présente des résultats préliminaires et un essai d'interprétation des stratégies alimentaire et reproductrice de cette espèce.

Il permettra, en outre, une évaluation de la ressource qu'il constitue pour une optimisation et éventuelle exploitation de l'espèce.

Chapitre I

Généralités sur l'espèce

Arbacia lixula

1-Description des échinodermes

Les échinodermes sont des animaux marins benthiques fascinants tant par leur diversité que par leur stratégie de survie (reproduction, alimentation, prédation). Ils forment un groupe très ancien dont les premières traces fossiles remontent à la période cambrienne (700 millions d'années). Ils dérivent des formes à symétrie bilatérale, les hétérostèles, et les formes seules les plus anciennes sont sessiles. L'embranchement comprend les astérides (étoiles de mer), les ophiuridés (ophiures), les holothuries (concombres de mer) crinoïdes (plumes de mer), et les échinides (oursins). (Kouadri, 2014)

Ils sont présents à toutes les profondeurs océaniques et dans tous les océans, représentant parfois le phylum le plus abondant des grandes profondeurs. Ils ont un rôle important dans leur écosystème, comme les oursins herbivores ont un rôle écologique clé dans la distribution et l'abondance des macrophytes benthiques. (Kouadri, 2014).

Cet embranchement contient 23 classes : 17 ont disparu et ne sont pas connues qu'à l'état fossiles, 5 se répartissent les 6500 espèces actuelles. (Soualili, 2008).

2- Description des oursins

Les échinides représentés par les oursins sont des échinodermes, terme créé par Klein en 1734, Le mot Echinides vient du grec « ECHINOS » qui signifie hérisson.

Ce sont des 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 oursins et particulièrement *Paracentrotus lividus* et *Arbacia lixula* sont considérés comme les échinides les plus importants de Méditerranée (Nedelec 1982 ; Verlaque 1987 ; Hereu et *al.* 2005 ; Soualili, 2008).

3- L'oursin noir *Arbacia lixula* 1758

L'oursin noir *Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758) est actuellement l'un des macro-invertébrés les plus visibles dans les récifs peu profonds et rocheux de la Méditerranée (Gianguzza et Bonaviri, 2013). Il s'agit d'un oursin régulier de coloration noire, avec un épithélial uniforme, le test est relativement aplati, muni d'épines longues et dures (Figure 01).

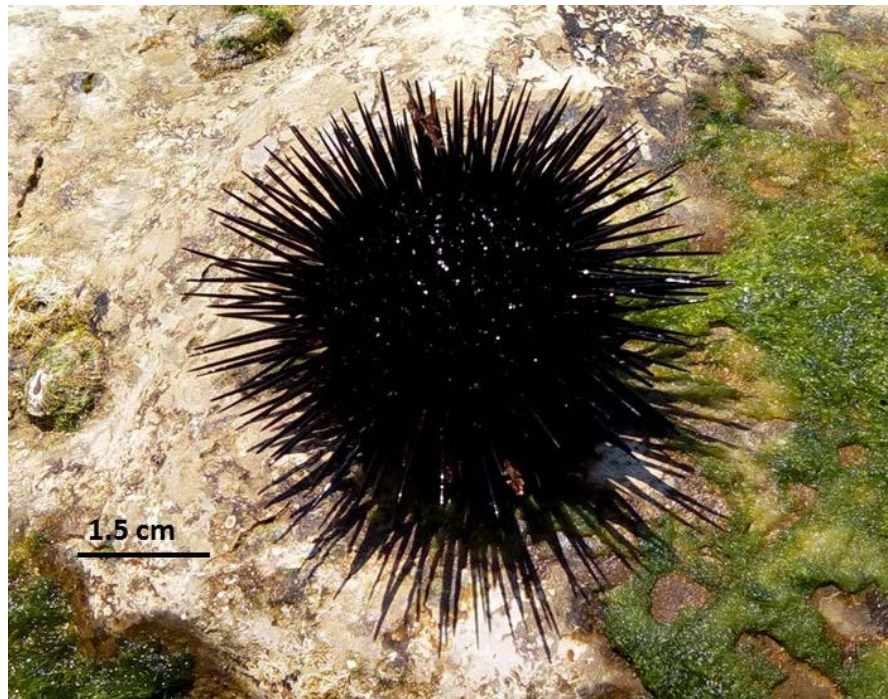


Figure 01. *Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758)

3-1 systématiques

L'espèce *Arbacia lixula* a été décrite par le naturaliste suédois Carl von Linné en 1758, sous le nom initial d'*Echinus lixula*.

- Embranchement : Echinodermata
- Sous embranchement : Echinozoa
- Classe : Echinoidea
- Sous classe : Euechinoidea
- Super ordre : *Echinacea*
- Ordre : *Arbacioida*
- Famille : *Arbaciidae*
- Genre : *Arbacia*
- Espèces : *lixula* (Linnaeus, 1758)

3-2 Distribution géographique

Arbacia lixula est un oursin fort commun que l'on pourra trouver dans l'ensemble du bassin méditerranéen, surtout à l'ouest, ainsi qu'au-delà du détroit de Gibraltar, sur les côtes portugaises et marocaines, et jusqu'à Madère, aux Açores, et aux îles du Cap Vert. Sa présence est également signalée sur les côtes de l'Irlande et de l'ouest de la Grande-Bretagne.

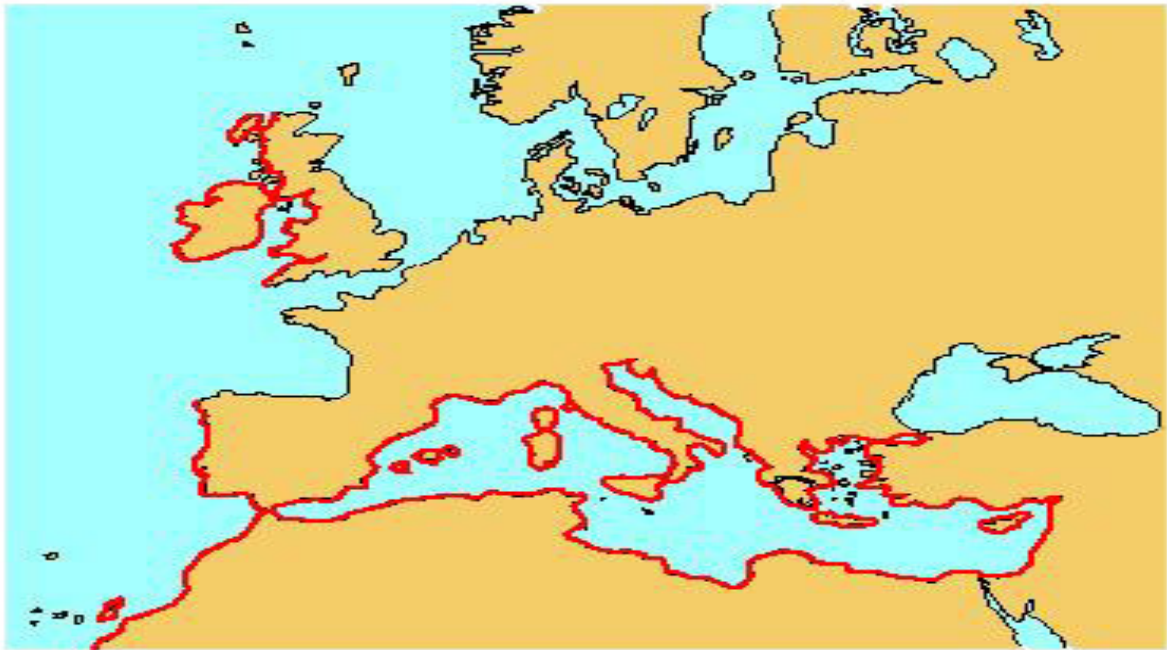


Figure 02 : Distribution géographique d'*A.lixula* (Tortonese et Vadon, 1987)

3-3 Caractères morphologiques

3-3-1 Morphologie externe

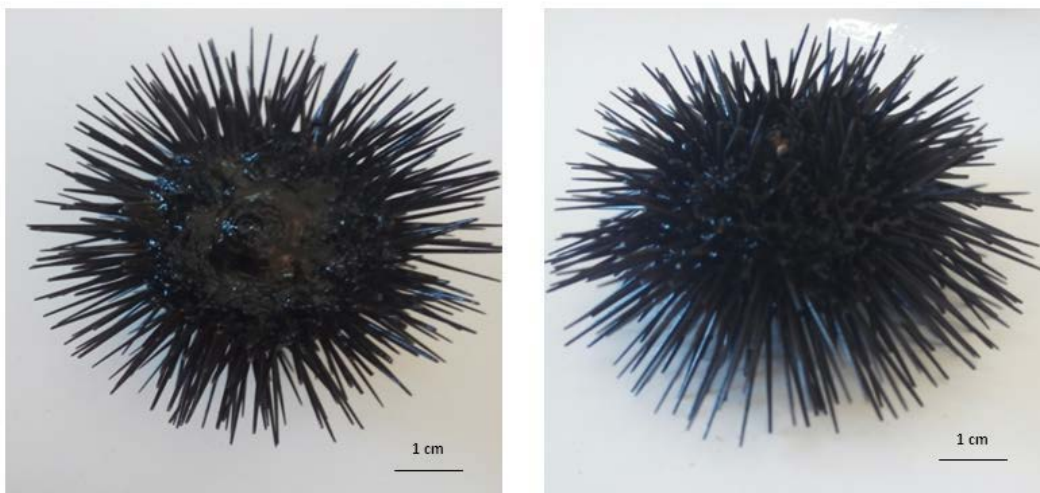


Figure 03. Photos montrant la morphologie externe de l'oursin *Arbacia lixula* Gauche : face orale, droite : face aborale.

Arbacia lixula est un petit oursin régulier recouvert de piquants lisses et pointus densément implantés, dont la taille n'excède pas les trois centimètres. Les plus gros individus peuvent mesurer, piquants compris, jusqu'à onze centimètres de diamètre. Cet oursin arbore une coloration qui oscille entre le brun chocolat et le noir violacé intense. Les piquants de la face inférieure (orale) sont souvent d'un brun clair. Sa forme est clairement hémisphérique : de profil,

il montre un aplatissement caractéristique de sa face orale. Au centre de cette face s'ouvre la bouche, équipée de dents puissantes, et cernée par une large membrane verdâtre totalement dépourvue de piquants. Du test rayonnent latéralement plusieurs tubes ambulacraires noirs. Sur la face aborale, ils sont peu nombreux et dépourvus de ventouses : l'oursin est toujours à nu, jamais recouvert de débris. Les petits individus sont plus clairs, brunâtres.

Le **test** de l'oursin, **rose ou gris** (figure 04), contraste franchement avec ses piquants noirs, son diamètre est de 5 à 6 cm. Il montre clairement la forme hémisphérique et l'aplatissement oral, ainsi que la large zone péristomienne (qui entoure la bouche) qui porte dix encoches plus ou moins prononcées. Il est surtout caractérisé par **dix bandes brunes ou rouges** qui cernent les zones ambulacraires deux à deux. Ces zones montrent deux rangées de tubercules. Les zones interambulacraires en montrent plusieurs. Ces tubercules primaires ne sont généralement pas perforés.

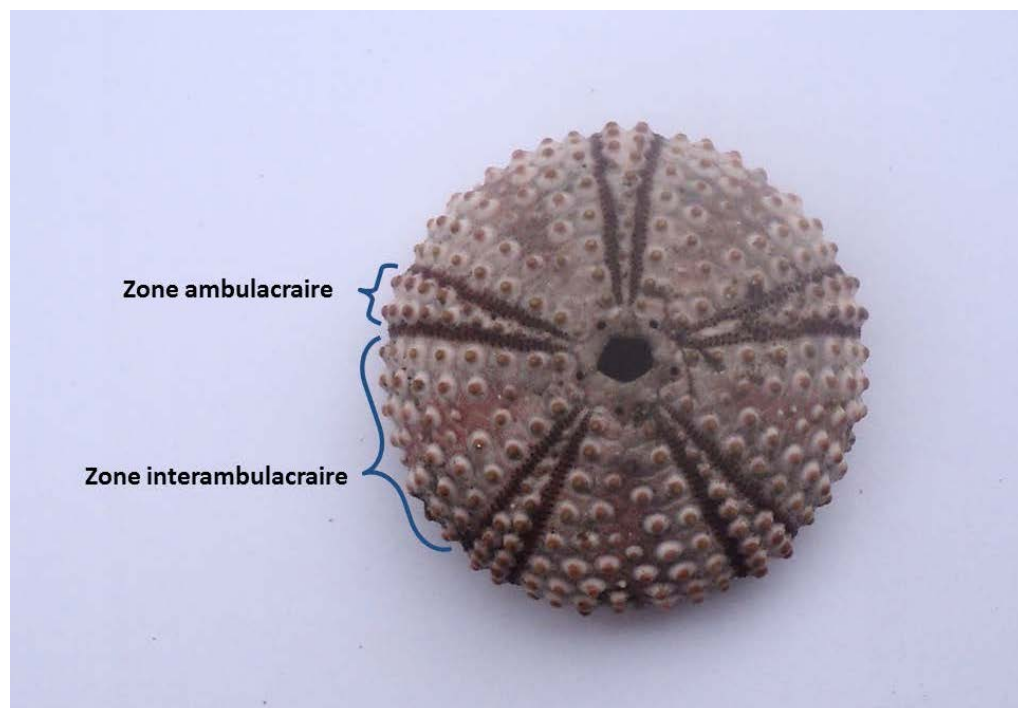


Figure 04 : Test d'*Arbacia lixula* (vue dorsale).

3-4- Morphologie interne

Le système nerveux oral se compose d'un anneau péri œsophagien, d'où partent cinq rubans radiaux, un pour chaque zone ambulacraire. Ceux-ci envoient deux nerfs pour chaque tentacule ambulacraire ; l'un se termine dans la ventouse du tentacule, l'autre forme un plexus sous-épidermique et innerve les appendices du test. Les piquants, les tentacules ambulacraires, les pédicellaires sont des organes sensoriels richement innervés. Les sphéridies sont

vraisemblablement des organes d'équilibration. Ces oursins ne possèdent pas d'autres organes des sens spécialisés.

Le tube digestif commence par la bouche qui se trouve sur la face orale et s'ouvre sur le péristome, suivi de l'oesophage entouré d'un puissant appareil masticateur en forme de pyramide pentagonale appelé **la lanterne d'Aristote** (figure 06), formé de cinq ensembles complexes ou mâchoires en forme de crochet. Les dents sont alternées avec une pièce squelettique, le compas qui assure la souplesse de l'ensemble. Les mâchoires sont articulées par des rotules.

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

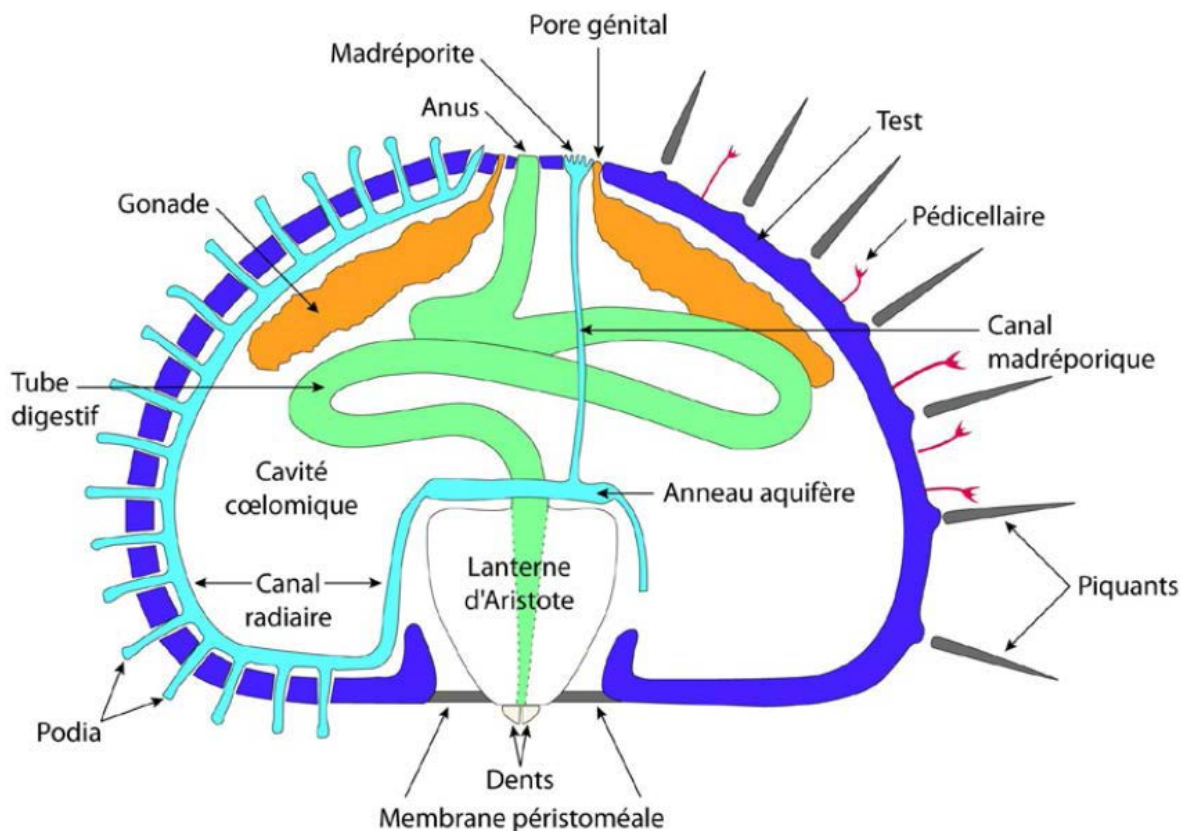


Figure 05. Schéma d'une coupe transversale du test d'un oursin régulier, Tortonese (1965).



Figure 06. Les Cinq dents visibles qui font partie d'un appareil masticateur complexe, la lanterne d'Aristote.

3-5-Biologie et écologie d'*Arbacia lixula*

3-5-1 Alimentation

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

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.

A.lixula à 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).

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.

3-5-2 habitats

L'oursin noir habite les écosystèmes côtiers peu profonds (benthique sur le plateau continental, de 0 à environ 50 m de profondeur) et est plus fréquemment rencontré sur les surfaces rocheuses verticales (figure 07), exposé à un degré élevé d'hydrodynamisme, mais il peut aussi être trouvé dans d'autres habitats tels que les fonds rocheux plats et même les fonds de sable avec des blocs de roche épars.

P. lividus est généralement plus abondants sur les surfaces horizontales ou en pente douce, tandis que *A. lixula* est plus commun sur des substrats verticaux (Kempf, 1962; Regis, 1978).

Les observations dans ce domaine indiquent que *P. lividus* se produit principalement dans les crevasses au bas des parois verticales, tandis qu'*A. lixula* est plus abondante sur des substrats verticaux (Benedetti-Cecchi et al, 1998).

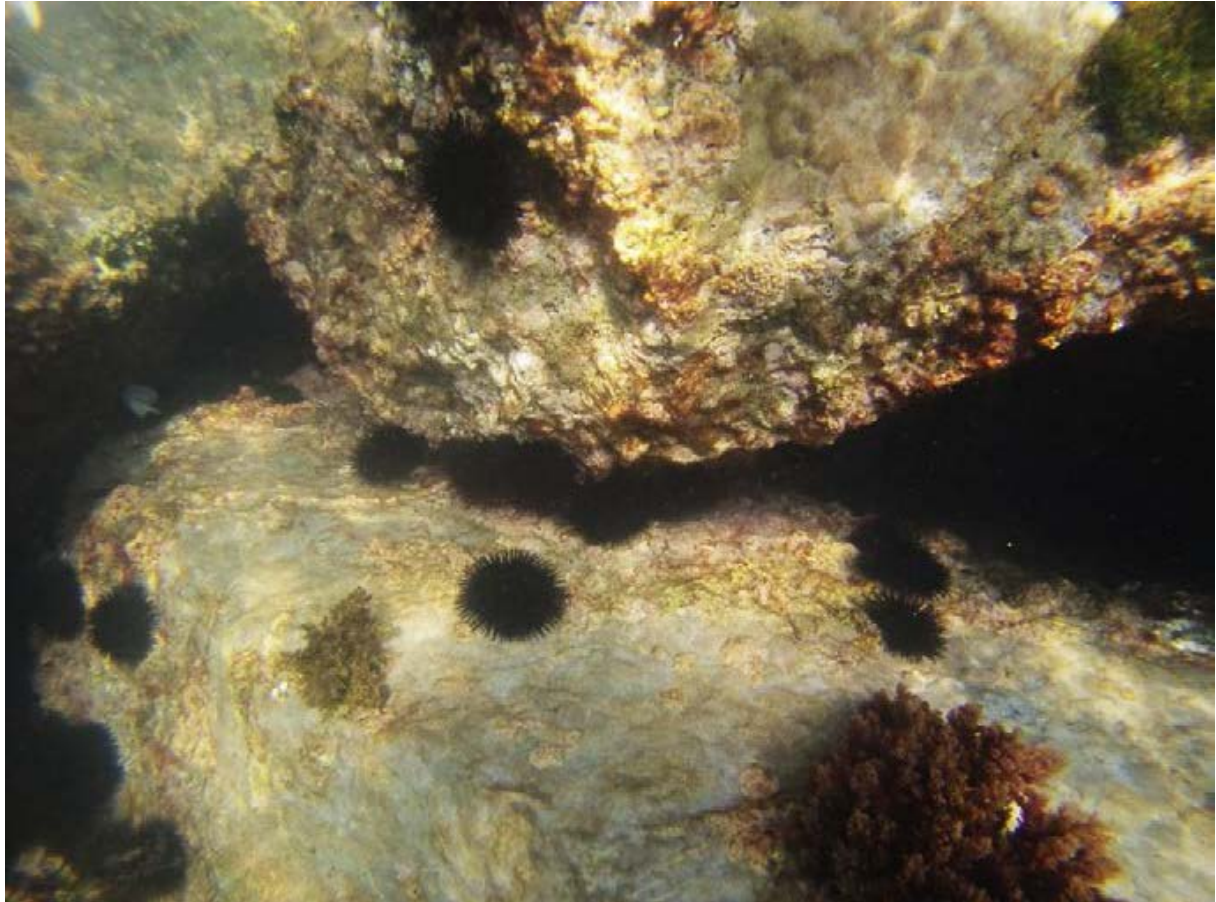


Figure 07. *Arbacia lixula* fixé sur un substrat tombant vertical (port de Salamandre à 5 m de profondeur)

3-5-3 - la reproduction

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 échinopluteus, 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.

Les oursins sont gonochoriques, sans qu'il existe un dimorphisme sexuel, ils possèdent cinq gonades qui s'ouvrent par un gonopore porté par cinq plaques génitales aborales. Les sexes sont séparés et la couleur des gonades diffère (Fenaux, 1968) (Figure 08).

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

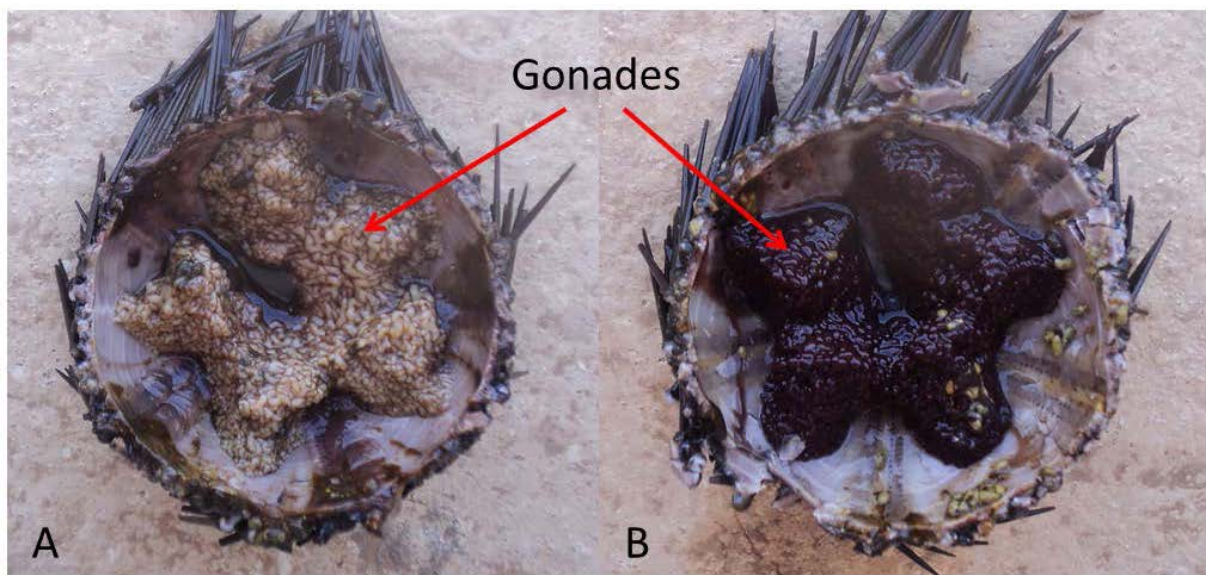


Figure 08. Disposition penta-radiale des gonades de l'oursin noir *A.lixula*.
(A : Mâle) et (B : Femelle).

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

Chapitre II

Présentation de la zone d'étude

1. La mer Méditerranée

La méditerranée est considérée comme un bassin semi fermé, il couvre une superficie d'environ 2,5 millions de Km², s'étend d'est en ouest sur approximativement 3800 Km et communique avec le reste des océans mondiaux par le détroit de Gibraltar dont la largeur est d'environ 15 Km et la profondeur est d'environ 250m (Lascartos, 1998).

Elle est considérée comme une mer tempérée chaude. A partir de -50 m et durant toute l'année la température est de 13°C pour une salinité moyenne de 38‰. En surface les eaux peuvent atteindre 28°C en été. Mais au-dessus de la surface, en particulier, dans les premiers 50m, la chute de température est assez rapide.

La méditerranée représente seulement 8% de la superficie et moins de 0,25% du volume des océans dans le monde, renferme environ 7% de la faune marine et 18% de la flore marine mondiale connue (FAO Fish stat, 2002).

1.2. Dispositions générales

Légèrement inclinée sur le 37e parallèle, qui la traverse à peu près dans toute sa longueur, et un peu plus méridional à l'est qu'à l'ouest, la Méditerranée se prolonge surtout dans le sens de la latitude : fait si saillant que les Anciens exagérèrent sa longueur de plus d'un quart et que l'on n'a reconnu ses dimensions exactes qu'au XVIIe siècle. Elle s'étend ainsi de l'Ouest à l'Est sur plus de 47 degrés de longitude (entre 7°40' à l'Ouest et 39°25' à l'Est), elle a ainsi 3740 km longueur du détroit de Gibraltar à Beyrouth. Sa largeur, très variable, est de 740 kilomètres entre Marseille et Alger, de 420 entre le Péloponnèse et la Libye. Sa plus petite largeur, du cap Granitola (Sicile) au cap Bon (Tunisie), est de 138 km.

La superficie totale de la mer Méditerranée est d'environ 3 millions de km². Si l'on fait abstraction de la mer Noire (424.000 km²), de la mer d'Azov, de la mer de Marmara, de l'Adriatique (135.000 km²), ce qui reste de la Méditerranée a encore une superficie de 2.966.000 km², c.-à-d. plus de cinq fois la France

La superficie de ses îles (105.390 km²) représente à peu près la vingt-cinquième partie de l'étendue des eaux environnantes. Nous ne parlerons que de la Méditerranée proprement dite, laissant de côté les petites mers particulières auxquelles sont consacrés des articles spéciaux.

La mer Méditerranée est divisée en deux bassins principaux par le seuil sous-marin qui relie la Tunisie à la Sicile (seuil siculo-tunisien). A l'Ouest s'étend la Méditerranée occidentale ou latine

(bassin Algéro-provençal et mer Tyrrhénienne); à l'Est, la Méditerranée orientale ou grecque avec ses diverses subdivisions (mer Ionienne, mer Adriatique, mer Egée et mer du Levant).



Figure 09. Carte de la mer Méditerranée et des pays riverains.
En savoir plus sur

1.3. Le bassin oriental

Le bassin oriental, le plus important des deux dans l'histoire de l'humanité, est beaucoup plus ramifié et forme un certain nombre de mers secondaires : mer Adriatique, mer de Marmara, mer Noire; des îles et des presqu'îles le découpent en bassins distincts (mer Ionienne, mer Egée); un seuil sous-marin sépare la mer Ionienne proprement dite de la partie la plus orientale de la Méditerranée, le bassin Levantin; ses côtes sont frangées d'innombrables dentelures de toute forme et de toute grandeur; enfin des îles nombreuses, surgissant de toutes parts au-dessus des eaux (Sporades, Cyclades, Crète, Rhodes, Chypre), donnent à ce bassin un caractère tout à fait spécial. L'Italie avec la Sicile, la péninsule Balkanique, celle d'Asie Mineure, la côte de Syrie (Syrie, Liban, Israël, Gaza) et le littoral de la Libye et de l'Égypte l'enserment de toutes parts; mais, à travers une série de détroits, il se prolonge vers le nord, jusqu'au pied des Alpes par l'Adriatique, jusqu'au pied du Caucase et à la plaine infinie de Russie par la mer Noire et la mer d'Azov.

1.4. Le bassin Algérien

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

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

Selon Pinardi et Navarra (1993), la circulation dans le bassin algérien, est cyclonique en hiver et anticyclonique durant l'été. (Millot et al, 1977) ont mesuré une température entre 13.08 et 14.24 °C mesuré au centre du bassin algérien. Tandis que Benzohra et Millot (1995), ont mesuré une température comprise entre 12,7 et 13,1 °C dans la partie ouest du bassin algérien.

2. Présentation de la zone d'étude

2.1. Données générales sur la wilaya de Mostaganem

Mostaganem se trouve au Nord de l'Algérie à 365 Km Ouest d'Alger la capitale du pays. Elle jouit d'une position géographique stratégique et une aire d'influence régionale, du fait même de l'existence de son important port de commerce, et de son réseau de voies de communication qui la lie à plusieurs wilayas. Ainsi, la région de Mostaganem dispose d'atouts économiques, dont l'exploitation offre des perspectives de développement économique prometteuses dans les domaines, agricole, maritime, industriel et surtout touristique. Les wilayas limitrophes sont : à l'Est la Wilaya de Chlef, au Sud-est la wilaya de Relizane, à l'Ouest la wilaya d'Oran et au Sud-ouest la wilaya de Mascara. Mostaganem se constituée de 32 communes réparties sur 10 Daïras.

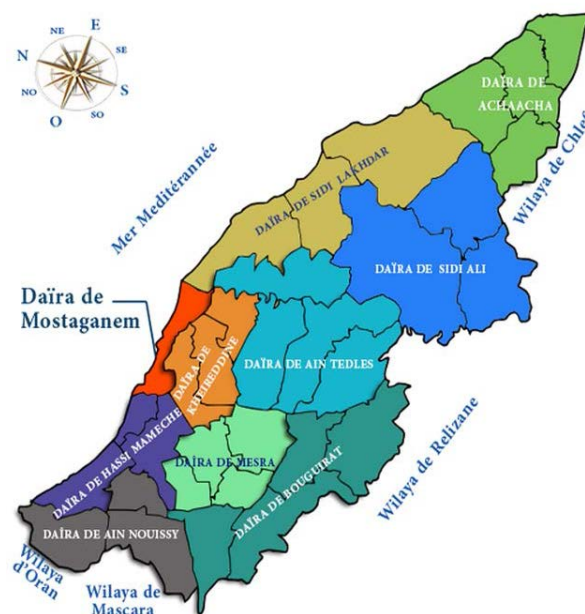


Figure 10. Carte de la wilaya de Mostaganem (<http://www.wilaya-mostaganem.dz/fr>)

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

Le climat de Mostaganem se caractérise par une température douce, la faiblesse des écarts thermiques, l'alternance quasi quotidienne des brises de mer et de terre et une pluviométrie qui varie entre 350 mm sur le plateau et 400 mm sur les piémonts du Dahra.

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'expansions touristiques, dont certaines sont aujourd'hui en partie exploitées.



Figure 11. Zone d'étude (station de Salamandre).

2.2. Situation géographique

La wilaya de Mostaganem s'étend sur 2269 Km² limitée par quatre wilayates de l'ouest du pays: Oran, Mascara, Oued Cheliff, Relizane, et la Méditerranée au nord (0° 0' est 36°00' nord) avec 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).

2.3. 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).

2.4. 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).

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

2.5. Caractéristiques hydrologiques et hydrodynamiques

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).

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

2.6. 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.



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

2.6.1. Le site de Salamandre

La Salamandre se situe à ($35^{\circ} 55' 13.78''N$; $0^{\circ} 03'21.63''E$), a une distance de 2.81 Km de l'extérieur de la ville de Mostaganem (figure13).

Ce site se situe à une distance de 2.81 Km de l'extérieur de la ville de Mostaganem. Ce site est exposé aux vents dominants nord-ouest, il se caractérise par un effet hydrodynamique continu par l'action des vagues et des houles. A des profondeurs qui dépassent les 10 mètres, le substrat est composé de roches et de blocs formant des cavités hébergeant toutes formes d'espèces. C'est un habitat extrêmement riche et diversifié dominé par des peuplements d'algues photophiles, dont la présence est conditionnée par la pénétration de la lumière. Il est, pour cette raison, très sensible à la turbidité de l'eau.



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

Chapitre III

Matériel et méthodes

1. Le choix et l'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 dans les aires géographiques où elle habite à travers le monde, à l'exception de l'Espagne où les chercheurs s'intéressent davantage à l'étude de cette espèce pour démontrer et prouver son rôle écologique dans les écosystèmes benthiques. 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 l'étude de la reproduction de cette espèce dans deux sites différents de la côte de Mostaganem.

2. Echantillonnage

Un prélèvement mensuelle d'une vingtaine individus (20) a été réalisée en apnée, durant les trois mois ; mars, avril et mai 2018.

L'échantillonnage se fait la matinée entre 8:00 à 9:30h sur un substrat rocheux à algues photophiles à la plage de la salamandre a côté de port et à une profondeur comprise entre 1 et 5m. Les spécimens mesurant entre 30 et 60 mm de diamètre, ont été transportés au laboratoire dans une glacière à 4°C.

3. Traitement au laboratoire

Le travail expérimental proprement dit s'est déroulé en plusieurs parties, la *première partie* a été consacrée à l'étude biométrique avec réalisation d'une série de mesures linéaires. La *seconde partie* s'est résumée en pesées pondérales du corps, des gonades, du contenu digestif et des lanternes d'Aristote. La *troisième partie* a consisté à accomplir l'étude des indices physiologiques (indice de réplétion et indice gonadosomatique) et la *quatrième partie* a comporté l'étude du comportement alimentaire des oursins noirs. Sur les 20 oursins collectés, 15 individus ont servi à l'étude biométrique, pondérale et des indices physiologiques. Les 05 individus restants ont servi à l'étude du comportement alimentaire.

Une fois arrivé au laboratoire, une série de mesures linéaires sur chaque individu se fait 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 (ha) et le diamètre de la lanterne d'Aristote (da).

Ensuite, les oursins ont été disséqués à l'aide de ciseaux propres. Pour cela, les tests ont été coupés selon le plan équatorial (l'ambitus) pour obtenir deux demi-oursins. Dans le demi-oursin supérieur (face aborale), on observe les 5 gonades permettant la détermination du sexe (figure 14).

Les gonades ont été prélevées puis placées dans des coupelles en papier d'aluminium préalablement pesé (Alg). Après prélèvement du poids frais des gonades (PdGF), l'ensemble a été placé dans une étuve à 70°C pendant 24 à 48 heures pour la détermination du poids sec des gonades et leur teneur en eau (figure 14F).

La prise du poids des oursins a été effectuée avec une balance de précision au 1/10 de mg près (figure 14A). Pour chaque individu, les poids humide et sec ont été calculés.

Le contenu digestif a été récupéré puis déposé dans des coupelles en papier d'aluminium pesé préalablement (AlCd). Le poids frais du contenu digestif (PdCdF) a été connu en pesant les coupelles d'aluminium sur une balance de précision comme pour les gonades. Les coupelles d'aluminium ont été ensuite mises dans une étuve à 70 °C pendant 24 à 48 heures, pour la détermination du poids sec du contenu digestif (PdCdS). La même chose a été appliquée aux lanternes d'Aristote.

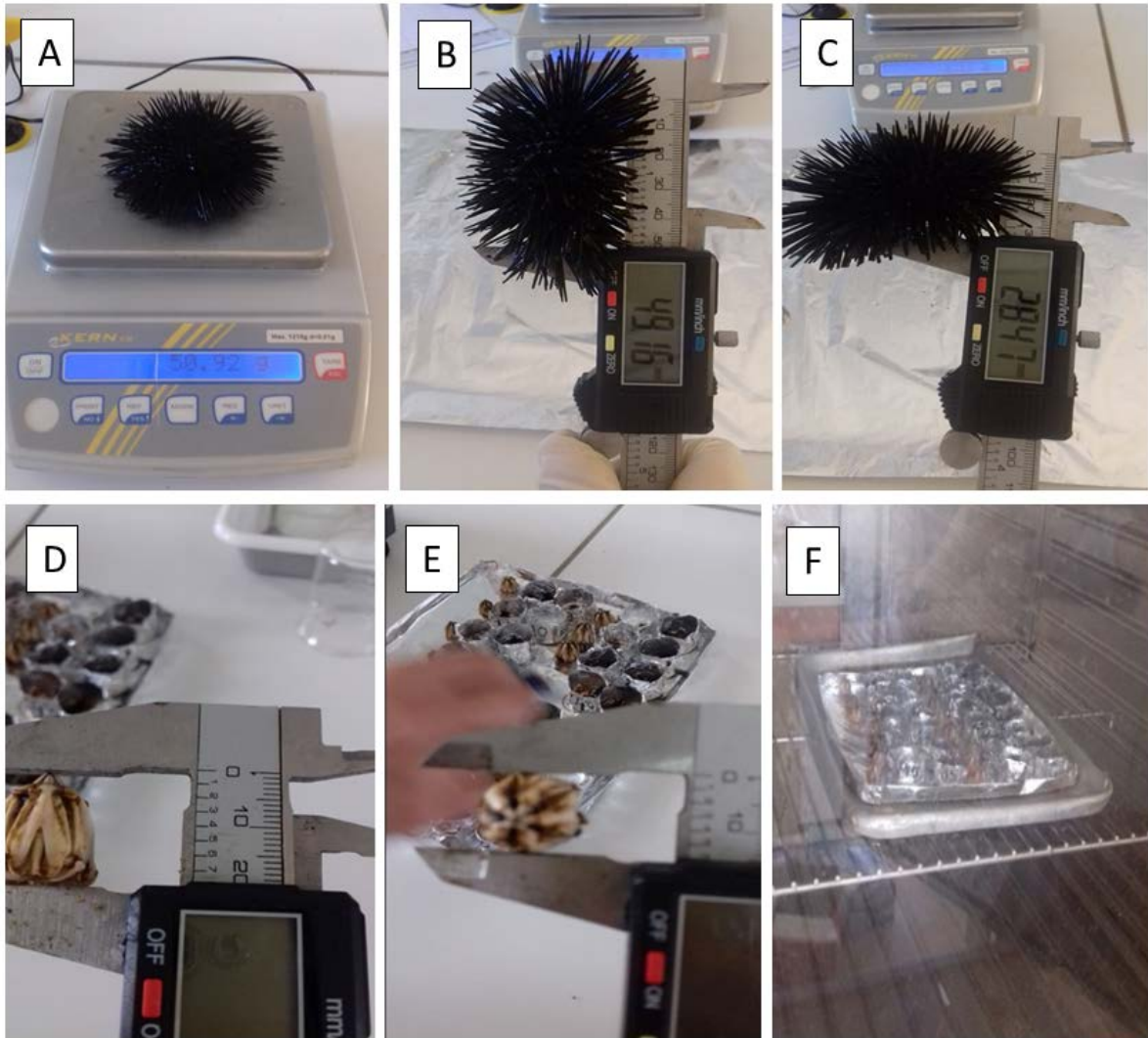


Figure 14. Mesures: Pondérale (A), Linéaires (B, C, D, E), Séchage des gonades, contenus digestifs (mis dans des coupelles) et les lanternes d'Aristote à l'étuve (F) effectués au niveau du laboratoire.

3.1. Détermination du sexe

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**, par contre, présentent des **gonades** de couleur **Grenat** et elles émettent un liquide Grenat (figure 15).



Figure 15. Liquide grenat émet par les **femelles** (à gauche) et blanchâtre produit par les **mâles** (à droite) d'*Arbacia lixula*.

4. Le Sex-ratio

4.1. Rappel théorique

Le sex-ratio est un indice représentant l'abondance d'un sexe par rapport à l'autre dans une population d'une espèce donnée (Kartas et Quignard, 1984). Il est l'un des paramètres qui contribuent au maintien dans une certaine limite, de la capacité reproductrice de l'espèce ; et s'exprime sous différentes formes :

- Pourcentage de femelles ou taux de féminité.
- Pourcentage de mâles ou taux de masculinité.
- Rapport du nombre de mâles au nombre de femelles.
- Nombre de mâles pour 100 femelles.

4.2. Méthodes d'étude

La valeur du sex-ratio est donnée par l'expression :

$$\text{Taux de féminité} = \frac{\text{Effectif des femelles}}{\text{Effectif des femelles} + \text{effectif des mâles}} \times 100$$

Ou

$$\text{Taux de masculinité} = \frac{\text{Effectif des mâles}}{\text{Effectif des femelles} + \text{effectif des mâles}} \times 100$$

L'intervalle de confiance au risque de 5% est calculé à partir de la formule suivante (Schwartz, 1983).

$$\text{IC} = \pm 1.96 \sqrt{PQ/N}$$

P : pourcentage des femelles dans la population étudiée.

Q : pourcentage des mâles.

N : nombre total des mâles et des femelles.

5. Etude des indices physiologiques

Les indices physiologiques sont calculés à savoir l'indice gonadique (IG) dans le but de déterminer les périodes de reproduction et les diverses étapes du cycle reproducteur de l'espèce et l'indice de réplétion (IR) qui détermine la relation entre l'alimentation et le développement gonadique (Semroud et Kada, 1987).

5.1. Indice gonadique (IG)

Selon Calow (1981), la méthode la plus satisfaisante pour estimer les besoins énergétiques de la reproduction est le calcul de la proportion d'énergie investie dans la reproduction par rapport à l'énergie absorbée. 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 sec de la gonade à celui du poids du corps. L'indice couramment utilisé est la masse des gonades sur celle du corps (Lasker et *al.*, 1954, Keats et *al.*, 1984 ; Nichols et *al.*, 1985; et Lumingas, 1994).

En travaillant sur des poids secs, nous avons donc éliminé ces sources d'erreurs, tout en opérant dans des conditions aussi homogènes que possible. Dans le cas présent, nous avons jugé plus aisé de remplacer le poids du corps par le diamètre du test au cube, paramètre testé chez les oursins par (Nédécel, 1983 et utilisé par Régis, 1979, Semroud et Kada, 1987 ; San Martin, 1990 ; Soualili, 2008 ; Sahnoun, 2009 ; Belkhedim, 2009 ; Dermeche, 2010 ; Elakkermi, 2015).

Il s'exprime comme suit :

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

5.2. 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 :

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

6. Etude du comportement alimentaire

6.1. Analyse des contenus digestifs

Dans cette partie, on a analysé le contenu digestif de l'oursin noirs *A. lixula* provenant du site de Salamandre.

On a réalisé un prélèvement mensuel de cinq (05) individus d'oursins noirs mesurant entre 30 et 60 mm de diamètre durant les mois de Février, Mars et Avril 2018. L'échantillonnage a été effectué entièrement en apnée, et a des profondeurs diverses allant de 1 à 5 mètres.

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

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

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

Les oursins sont ouverts selon l'ambitus (cercle équatorial). Le tube digestif: en partant de la bouche, l'estomac (qui prolonge un court œsophage) fait un tour complet en passant sur les gonades jusqu'à la zone du radius primaire où l'intestin repart en sens inverse jusqu'à l'anus, diamétralement opposé à la bouche (Koehler, 1921; Cherbonnier, 1954; Tortonese, 1965).

Le contenu digestif est constitué de petites pelotes de forme et de taille diverses. La forme des pelotes peut être très variable et dépend surtout de leur contenu.

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

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

6.2. La méthode des contacts

Pour une étude qualitative qui ne nécessite que l'identification des items présents, sans descripteur particulier, on a opté pour la méthode des contacts de Jones (1968), modifié par Nedelec (1982), Verlaque et Nedelec (1983) et Verlaque (1987). Dix lames comportant 15 à 20 boulettes prélevées au hasard sont préparées pour chaque contenu digestif. Les pelotes alimentaires sont étalées entre lame et lamelle, et cette préparation, est placée sous l'objectif du microscope (figure 16) 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 16. Photos montrant des étapes de la méthode des contacts.

7. Etude des relations allométriques

L'allométrie est l'étude des échelles de relations entre une partie du corps et le corps dans son ensemble. Elle s'applique à presque toutes les mesures biologiques qui Co-évoluent, caractères morphologiques, physiologiques et écologiques.

La comparaison de la croissance entre deux variables peut être effectuée à l'aide d'équations mathématiques. Si x et y sont deux grandeurs mesurées sur un même animal, la relation d'allométrie peut s'exprimer sous la forme suivante (Huxley, 1932).

$Y = b x^a$ Ou a (coefficient de régression) et b sont des paramètres de croissance.

Le coefficient de corrélation (r) exprime la dépendance entre deux variables. La précision du modèle d'allométrie est déterminée par ce coefficient, dont la corrélation est d'autant plus forte qu'il est proche de 1.

Pour estimer l'allure de l'allométrie, la valeur du coefficient de régression a est comparée à une valeur théorique 1 ou 3 (elle est égale à 1 lorsqu'il s'agit d'une *allométrie simple*; avec des *variables de même dimensions* tels que la hauteur et le diamètre, et elle est égale à 3 lorsqu'il s'agit d'une *allométrie cubique*, les *variables sont de dimensions différentes* tels que le poids frais et la hauteur), à l'aide du test (t) de Student ($P < 0,05$).

Si a n'est pas différent de 1 ou 3, on parle d'allométrie simple ou isométrie. Les deux variables x et y croissent à la même vitesse. Si $a < 1$ ou 3, on parle d'allométrie minorante ou

négative, c'est-à-dire que la variable **y** croît moins vite que la variable **x**, quand $a > 1$ ou 3, il s'agit d'une allométrie majorante ou positive, la variable **y** croît plus vite que la variable **x**.

Le calcul des différents paramètres des relations allométriques étudiées dans le présent travail, a été effectué à l'aide du programme Microsoft Office 2010 Professionnel.

Chez l'oursin, les paramètres morphologiques susceptibles de se modifier sous la pression du milieu, sont la forme du test (la relation diamètre-hauteur ou taux d'aplatissement), la relation diamètre-poids total du test, l'épaisseur du test, le nombre et la taille des piquants, le nombre de plaques par zone inter-ambulacraire, la taille du système apical, la couleur et le poids relatif de la mâchoire ou lanterne d'Aristote (Allain, 1975; Edwards et Ebert, 1991; Sellem, 1995; Hernández et Russell, 2010 ; Hughes et al., 2012 ; Ebert et al., 2014).

Cette étude est basée sur les relations entre plusieurs paramètres biologiques, tels que le poids, le diamètre et la hauteur de l'oursin ou le diamètre et la hauteur de la lanterne d'Aristote.

Dans ce présent travail, on s'est focalisé sur les relations suivantes :

7.1. Relation entre le diamètre (**D**) et la hauteur (**H**) de test

L'équation utilisée est :

$$H = b D^a$$

D : Diamètre du test sans piquants (mm).

H : Hauteur du test sans piquants (mm).

a : Coefficient de régression.

b : paramètre de croissance.

7.2. Relation entre le diamètre (**d**) et la hauteur (**h**) de la lanterne d'Aristote

$$h = b d^a$$

h : Hauteur de la lanterne d'Aristote (mm).

d : Diamètre de la lanterne d'Aristote (mm).

a : Coefficient de régression.

b : paramètre de croissance.

7.3. Relation entre le diamètre (D) du test et le diamètre(d) de la lanterne d'Aristote

$$d = b D^a$$

D : Diamètre du test sans piquants (mm).

d : Diamètre de la lanterne d'Aristote (mm).

a : Coefficient de régression.

b : paramètre de croissance.

7.4. Relation entre le diamètre (D) du test sans piquants et le poids (PH) humide de l'oursin

$$PH = b D^a$$

D : Diamètre du test sans piquants (mm).

PH : Poids humide de l'oursin (mg).

a : Coefficient de régression.

b : paramètre de croissance.

7.5. Relation entre la hauteur (H) du test sans piquants et le poids (PH) humide de l'oursin

$$PH = b H^a$$

H : Hauteur du test sans piquants (mm).

PH : Poids humide de l'oursin (mg).

a : Coefficient de régression.

b : paramètre de croissance.

Chapitre IV

Résultats et discussion

1. Sex-ratio

1.1. Sex-ratio global

Le sex-ratio a été déterminée sur une cueillette de **45** oursins noirs récoltés du site de Salamandre. La répartition des sexes de la population d'*Arbacia lixula* est mentionnée sur le

Tableau 01. Pourcentages des deux sexes de la population *A.lixula* dans le site de Salamandre.

	Sexe	
	M	F
Effectifs	19	26
Total	45	
Pourcentage %	42.22	57.78
Intervalle de Confiance (IC)	14.43	
Sex-ratio global (rapport M/F)	0.73	

Le taux de féminité total dans le site de Salamandre est de 57.78%, tandis que le taux de masculinité est de 42.22%. Les femelles sont donc plus nombreuses que les mâles. Nos résultats coïncident avec ceux mentionné chez l'espèce *P.lividus* étudié dans le même site de salamandre par les travaux de Boukhelf (2012) dans lequel le taux de féminité a été plus élevé que le taux de masculinité. D'autres travaux ont confirmé ces résultats dans différentes régions de la côte algérienne notamment ceux de Guettaf (1993), Soualili (2008), Sahnoun (2009), Belkhedim (2009), Dermeche (2010), Kouadri Mostefai (2014), Elakkermi (2015).

1.2. Sex-ratio mensuel

Tableau 02. Pourcentages et Sex-ratio mensuels des populations d'oursins noirs des de site de Salamandre.

Mois	Sexe		pourcentage		sex-ratio mensuel
	M	F	M	F	
Février	6	9	28.57	42.86	0.67
Mars	6	9	16.22	24.32	0.67
Avril	7	8	23.33	26.67	0.88

Le sex-ratio mensuelle présente une légère différence entre les taux de féminité et de masculinité (**tableau 2**).

En effet, à la Salamandre le taux de féminité est élevé durant les trois d'étude (février, mars et avril) avec des valeurs respectives de **42.86 %**, **24.32** et **26.67 %** par rapport aux taux de masculinité, (**tableau 02, figure 17**).

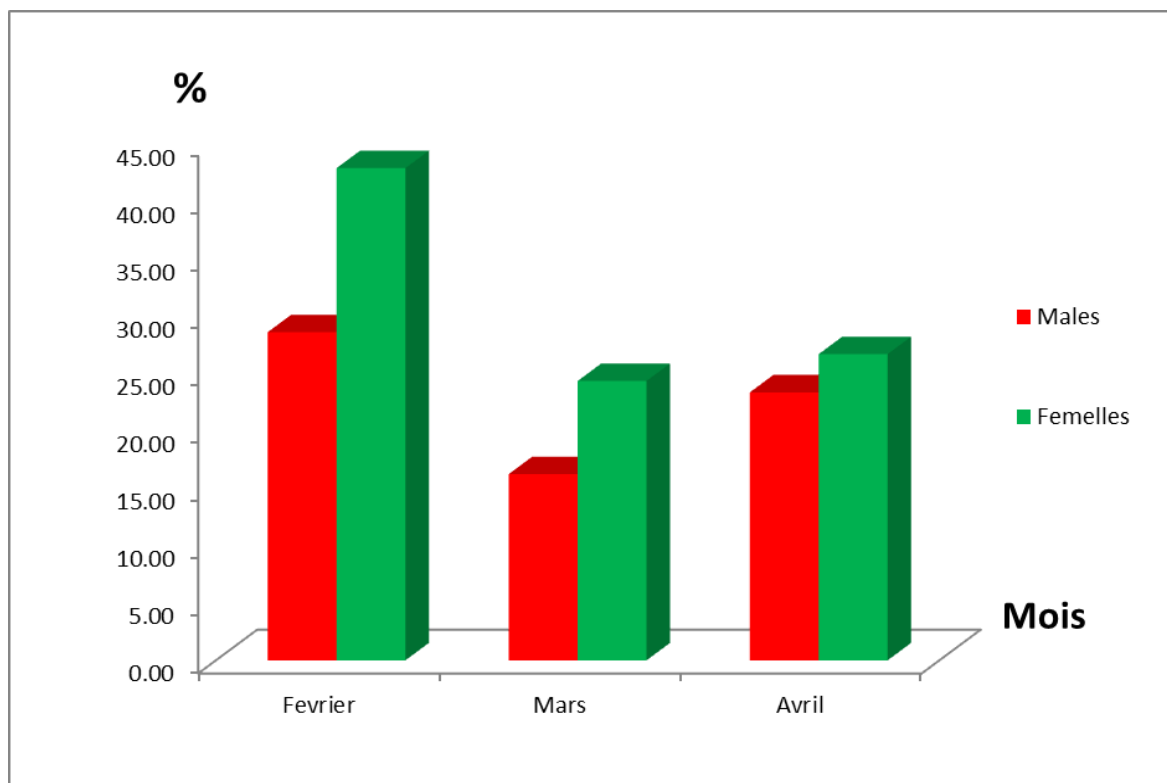


Figure 17. Pourcentages mensuels des mâles et des femelles au niveau de la Salamandre.

2. Indices physiologiques

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

Notre analyse a été réalisée sur les spécimens d'oursins noirs, pendant les 3 mois (Février, Mars et Avril) 2018, 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.

2.1. Evolution mensuel des indices physiologiques des oursins de la population *A.lixula* de la Salamandre

Tableau 03. Evolution des indices physiologiques moyens globale (IGM et IRM) exprimés en mg/cm³ (\pm écart type) d'*A.lixula* de Salamandre.

	Indice Gonadique (IGM)	Ecart Type (ET)	Indice de Réplétion (IRM)	Ecart Type (ET)
Février	2.1	1.95	8.33	4.28
Mars	8.38	2.84	10.1	3.19
Avril	3.03	1.43	5.06	2.96
Moyenne	4.50	2.07	7.83	3.47

L'analyse de la figure 18 et le tableau 03 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.

Le suivi mensuel de l'indice gonadique moyen (IGM) de la Salamandre a montré une augmentation progressive dès le février qui a marqué la valeur la plus minime de **2.1±1.95 mg/cm³** (figure) jusqu'à atteindre le pic d'accroissement au mois de Mars avec une valeur maximale enregistrée durant toute la période de l'étude **8.38 ± 2.84 mg/cm³** (figure) mg/cm³. Cependant, la valeur de cet indice gonadique décroît pour aboutir à la valeur de **3.03 ±1.43 mg/cm³** au mois d'avril.

En ce qui concerne l'indice de réplétion moyen (IRM), et selon le tableau 03 et la figure 18, cet indice fluctue d'un mois à l'autre. En effet l'indice de réplétion débute par une valeur assez élevée qui est de **8.33±4.28 mg/cm³** au mois de février, ensuite il augmente légèrement pour atteindre la valeur la plus haute de notre étude au mois de mars qui est de **10.10±3.19 mg/cm³**. Au mois d'avril l'indice de réplétion affiche la valeur la plus minime de notre étude qui est de **5.06± 2.96 mg/cm³**.

La valeur pic de l'IGM **8.38 ± 2.84 mg/cm³** suivie d'une régression (**3.03 ±1.43 mg/cm³**) exprime bien la croissance ultime des gonades et donc la phase finale de la maturation gonadique qui précédera de toute évidence la ponte.

Ces oscillations traduisent bien la saisonnalité de l'activité gonadique d'*Arbacia lixula* au niveau du site de Salamandre et démontrent le positionnement de la période de ponte à la saison printanière.

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 de quatre années réalisée par Wangenstein et al. (2013) sur *Arbacia lixula* a localisé la période de ponte dans le même intervalle de temps (mai-juillet).

Même résultats aperçus en Ouest Algérien par les travaux de Eakkermi (2015) sur la même espèce, où la période de ponte a été localisé elle aussi en période printemps-été débutant par le mois de mai jusqu'au mois de septembre.

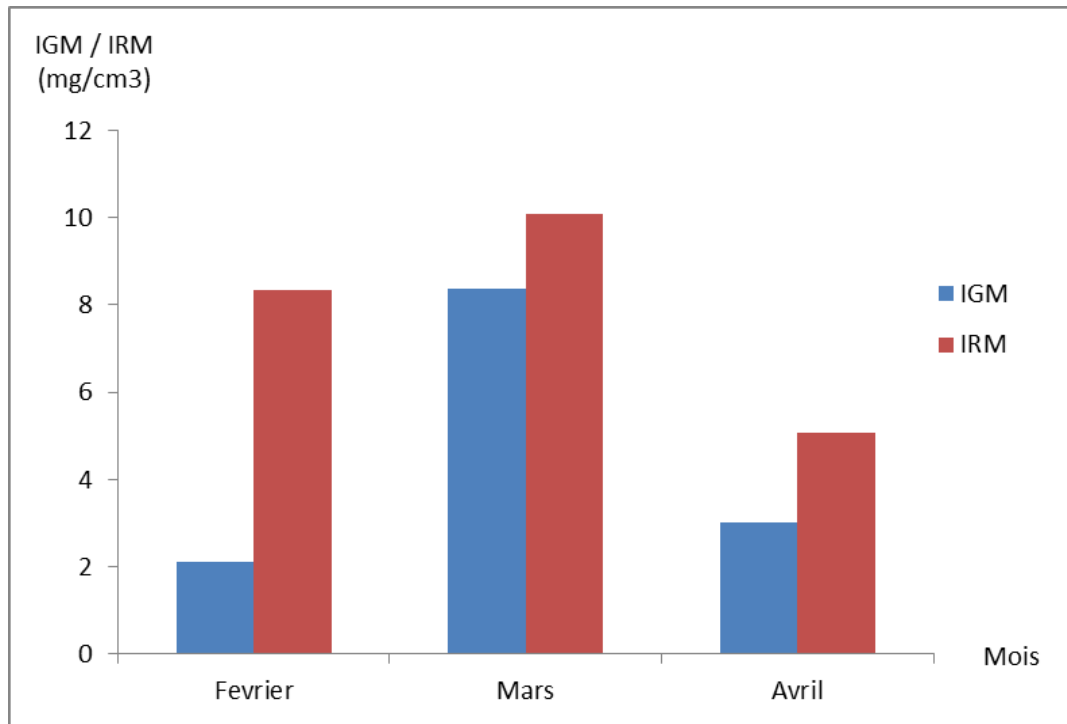


Figure 18. Variations mensuels des indices physiologiques (IGM et IRM) moyens de la population d'*A. lixula* au niveau de Salamandre.

2.2. Evolution mensuel des indices physiologiques des oursins de la population *A. lixula* de la Salamandre en fonction de la taille

Tableau 4. Evolution des indices physiologiques moyens (IGM et IRM) exprimés en mg/cm^3 (\pm écart type) des différentes classes de taille d'*A. lixula* de Salamandre.

mois	[30-40[mm				[40-50[mm				[50-60[mm			
	IGM	ET	IRM	ET	IGM	ET	IRM	ET	IGM	ET	IRM	ET
Février	2,30	2,62	7,89	1,44	2,16	1,94	7,49	3,63	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	9,33	3,15	9,23	2,49	7,74	2,60	10,68	3,61	0,00	0,00	0,00	0,00
Avril	0,00	0,00	0,00	0,00	3,12	1,50	5,15	3,09	2,45	0,94	4,49	2,66

Le suivi mensuel de l'indice gonadique selon la taille des oursins et d'après l'analyse du tableau 04 et la figure 19 affiche une évolution dans les valeurs de l'IGM pour la classe de taille [40-50[mm. Le mois de février débute par la valeur la plus basse $2,16 \pm 1,94 \text{ mg/cm}^3$, ensuite cet indice enregistre le pic d'accroissement dans le mois de mars $7,74 \pm 2,60 \text{ mg/cm}^3$ pour ensuite décliner en mois d'avril $3,12 \pm 1,50 \text{ mg/cm}^3$.

La classe de taille [30-40[mm est absente durant le mois d'avril, par contre elle enregistre la valeur la plus importante de l'IGM en mois de mars $9,33 \pm 3,15 \text{ mg/cm}^3$. Concernant la classe de taille [50-60[mm, cette dernière est présente que durant le mois d'avril $2,45 \pm 0,94 \text{ mg/cm}^3$.

D'après ces résultats les valeurs les importantes de L'IGM sont attribués aux oursins des classe de taille inférieur. les valeurs de l'IGM diminue avec la l'augmentation de la taille des oursins.

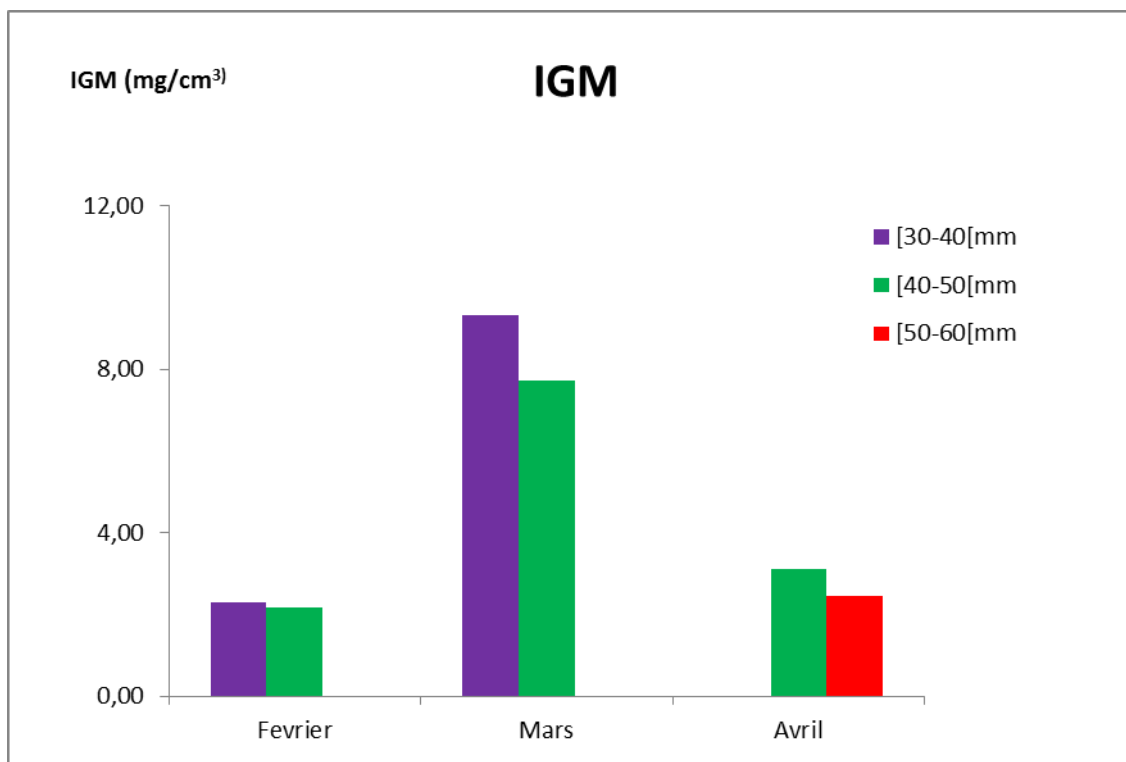


Figure 19. Evolution mensuelle de l'indice gonadique moyen (IGM) en fonction de la taille des oursins chez *A. lixula* de la Salamandre.

Le schéma est presque identique pour l'IRM, la classe taille [40-50[mm est présente durant toutes les mois (figure 20). L'IRM démontre aussi que les oursins avec une classe taille inférieure expriment bien l'évolution des valeurs de l'IRM.

Dans l'ensemble, les valeurs de l'IRM augmente avec la diminution de la taille des oursins, et donc avec l'âge des individus.

D'après Lawrence (1975) et Lumingas (1994), cette décroissance de l'indice de réplétion en fonction de la taille peut-être due à une diminution de la demande métabolique et/ou à un abaissement de la capacité des individus à acquérir de la nourriture, ou à la baisse de la croissance lorsque les individus acquièrent leur taille maximale. En effet, le besoin de nourriture s'amenuise puisque les oursins ne sont plus en phase de croissance ; le pouvoir reproducteur est néanmoins maintenu chez ces individus (Fernandez, 1996).

D'après ces résultats nous constatons que l'ampleur de la croissance gonadique et l'activité trophique diminuent avec l'âge des oursins. Chez les jeunes, l'activité trophique et l'accroissement des gonades sont importants.

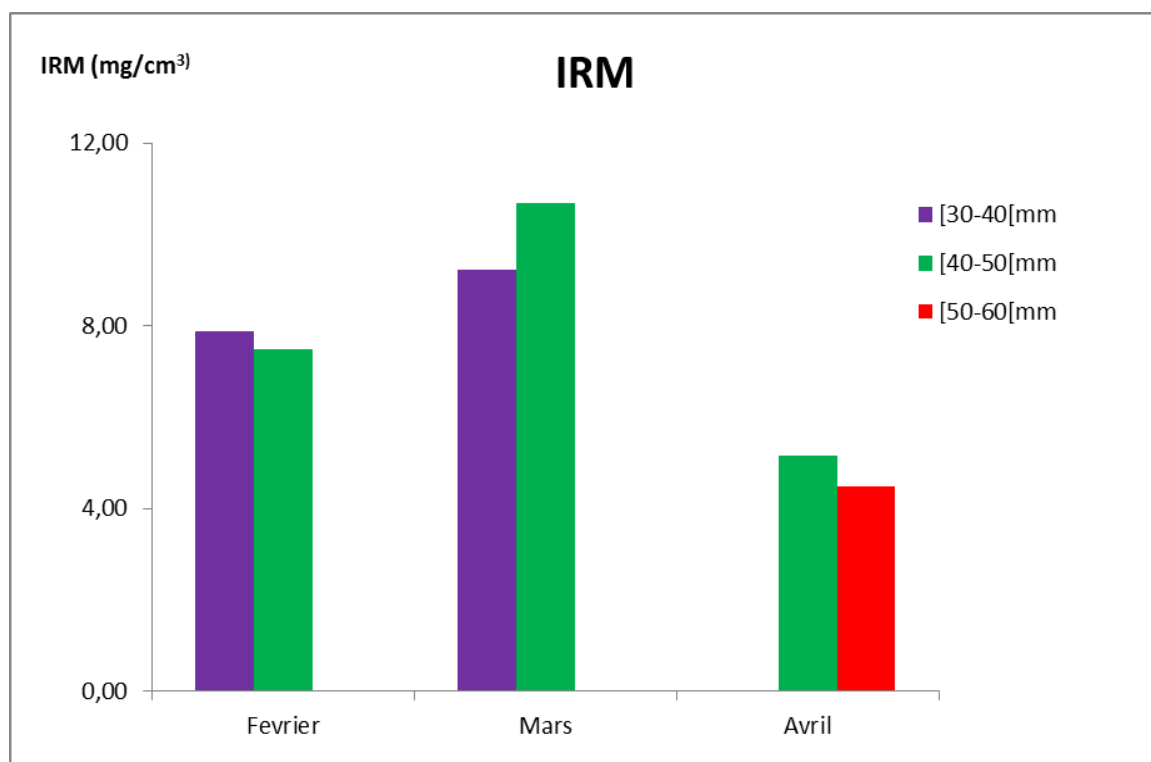


Figure 20. Evolution de l'indice de réplétion moyen (IRM) en fonction de la taille des oursins chez *A. lixula* de la Salamandre.

2.3. Evolution saisonnière des indices physiologiques des oursins de la population *A.lixula* de la Salamandre

Tableau 5. Moyennes \pm écart type des indices physiologiques exprimés en mg/cm^3 par saisons d'*A.lixula* de Salamandre.

Saisons	IGM	ET	IRM	ET
Hiver	2,10	1,95	8,33	4,28
Printemps	5.71	2.14	7.58	3.03

D'après l'analyse du tableau 5 et la figure 21, l'étude du comportement trophique et la croissance gonadique de l'oursin noir par le suivi des indices physiologiques dans le site de Salamandre montre des observations qui mettent en évidence une phase d'activité trophique intense en hiver avec une forte valeur enregistrée pour l'IRM de $8,33 \pm 4,28 \text{ mg}/\text{cm}^3$ correspondant à une croissance gonadique la plus basse avec un IGM inférieure de $2,10 \pm 1,95 \text{ mg}/\text{cm}^3$.

La saison printanière a enregistré l'IGM maximal avec la valeur $5,71 \pm 2,14 \text{ mg}/\text{cm}^3$, tandis que cette même saison a marqué l'IRM minimal $7,58 \pm 3,03 \text{ mg}/\text{cm}^3$.

Ce résultat traduit une relation entre les deux indices physiologique, à mesure que l'IGM augmente l'IRM diminue. En effet l'activité trophique est étroitement liée au cycle reproducteur et il a été démontré que cette fonction est inversement proportionnelle à l'indice gonadique en raison de l'occupation de l'espace coelomique par les gonades qui peuvent aussi exercer une compression sur le tractus digestif et entraver la digestion (Siikavuopio et *al.*, 2007).

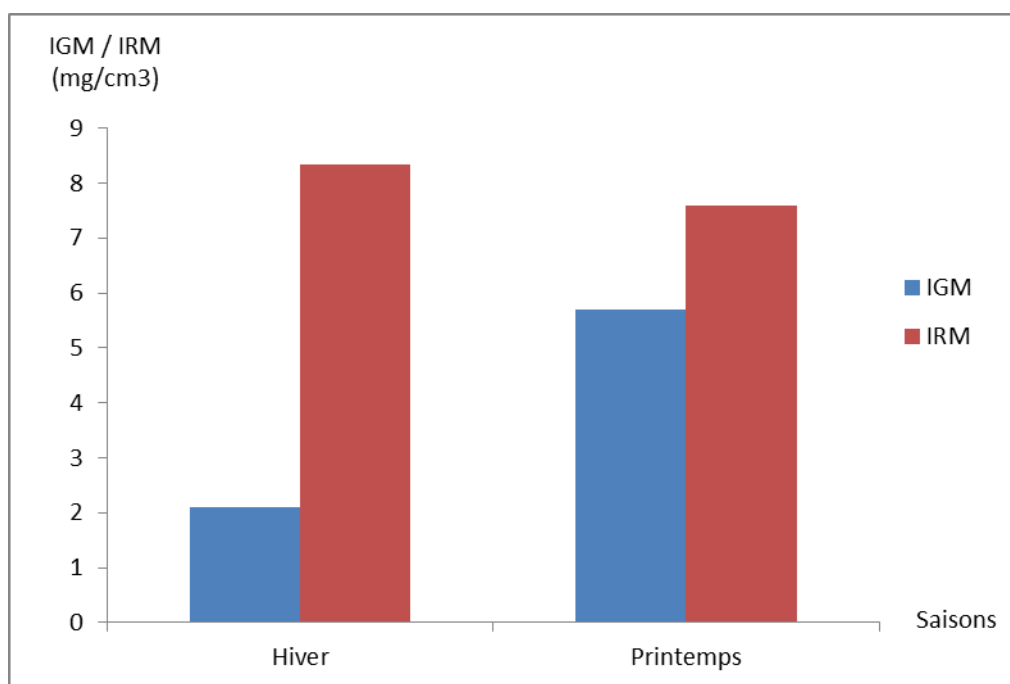


Figure 21. Variations saisonnière des indices physiologiques (IGM et IRM) moyens de la population d'*A.lixula* au niveau de Salamandre.

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

L'étude du comportement alimentaire a concerné l'échinide *Arbacia lixula*, considéré parmi les principales espèces d'oursins de l'infra littoral superficiel de la côte de Mostaganem. Notre étude est illustrée comme suit :

3.1. Analyse des contenus digestifs

Tableau 6. 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 : Algue ; Cyano : Cyanophycées ; D.O: Débris organique

	A.Vertes	A.Brune	A.Rouge	Cyano	Posidonie	Sable	D.O
Février	18	28.66	29.33	8	6.67	7.33	2
Mars	12.5	11.25	19.5	0.25	0	5	1.5
Avril	24.3	23.3	31	8	6.7	6	3.3
Moyenne	18.26	21.07	26.61	5.41	4.45	6.11	2.26

L'analyse du tableau 6 et de la figure 22 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 cyanophycées, de sable, la posidonie, et enfin les débris organique.

La dominance des algues rouges est très visible par des pourcentages très élevé allant de 29 à 31 % pour les deux mois février et avril, et un pourcentage moins élevé durant le mois de mars par pourcentage de 19.5% mais reste en première position en matière de classement des fractions trouvés dans les intestins de ces oursins.

Ensuite, avec des proportions non négligeables on retrouve les algues brunes en deuxième position en matière d'alimentation par une moyenne de 21.07%.

Les algues vertes arrivent en troisième position par un pourcentage moyen de 18.26%. On note que cette fraction arrache la deuxième position aux algues brunes durant le mois de mars par un pourcentage de 12.50% contre 11.25 pour les algues brunes.

La fraction cyanophycées est assez importante par un pourcentage 8% durant les mois février et avril, et moins importante durant le mois de mars ou elle devancé par la fraction sable par un pourcentage de 5%.

Le sable est présent de façon importante par une moyenne globale de 6% de contribution.

La posidonie a contribué généralement avec des pourcentages moins importants durant les deux mois ou elle présente avec 6% de présence et une moyenne de 4%.

On trouve en dernier lieu la fraction débris organiques. Cette dernière est apparue comme étant la plus faible en raison des valeurs enregistrées en matière de présences dans les contenus digestifs des oursins noirs, par une contribution globale de 2.26%.

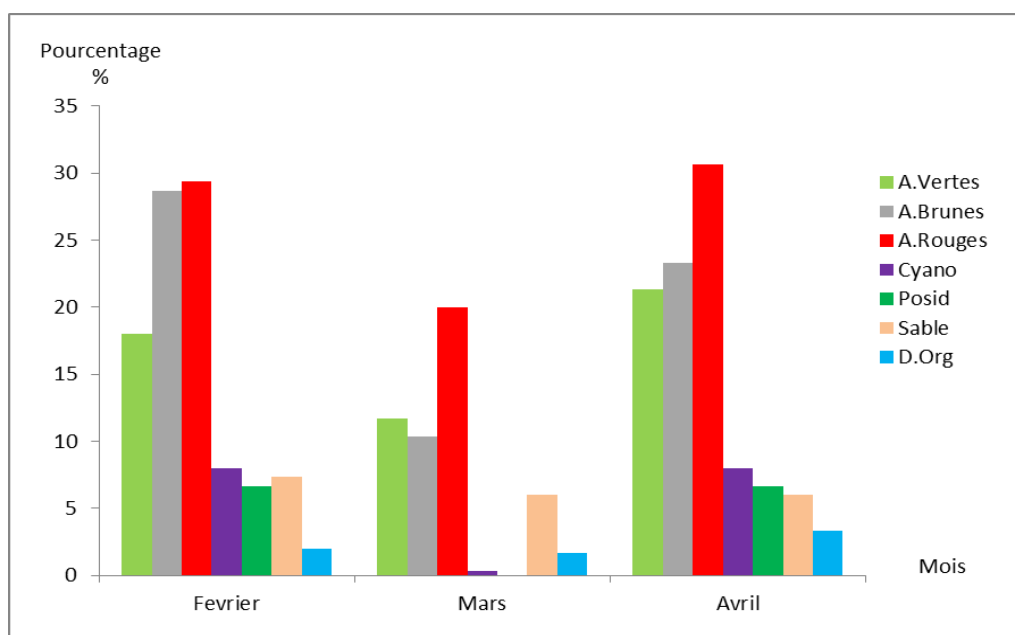


Figure 22. Pourcentage d'aliments consommés chez les individus d'*Arbacia lixula*, vivants à la Salamandre durant les trois mois d'étude.

Le site choisit pour notre étude est caractérisé par un biotope rocheux. Néanmoins, le site présente une richesse en algues photophiles. Les oursins, durant les trois mois de la période de notre étude, ont présenté une diète diversifiée et rationnelle.

Le régime alimentaire de ces oursins est nettement perçu comme herbivore.

La fraction algale, à elle seule, a globalement présenté des proportions prépondérantes allant de 18 à 26 %. L'avantage très net des algues rouges avec des contributions en général de plus de 26% ne peut être expliqué que par la *préférence* des oursins de ces algues par rapport aux autres taxons. Compte tenu que notre site choisit soit doté d'une richesse considérable en algues rouges corallinacées encroûtantes notamment *Corallina sp*, *Lythophilum sp*, *Jania sp*, *Halitilon sp*, etc.

La voracité d'*A.lixula* pour les algues calcaires encroûtantes semble être un phénomène général (Kempf, 1962; Neil et Larkum, 1965).

Ce genre d'algues très dur est facilement arraché des roches par ces oursins grâce à leur appareil masticateur particulièrement robuste « la lanterne d'Aristote ». En effet, Powis de Tenbosche (1978) juge que la structure des dents a également des conséquences au niveau du régime alimentaire.

Ainsi *A.lixula* se comporte comme un prédateur, il gratte et peut raser totalement le substrat

des structures et les algues encroûtantes, ainsi que les animaux sessiles. *A.lixula* recouvre largement son habitation avec l'oursin comestible *Paracentrotus lividus* commun (Lamarck, 1816) (Agnetta et al., 2015).

Nos résultats sont comparables à ceux obtenus par l'équipe de Frantzis et al (1988), qui ont montré qu'*A.lixula* à une grande affinité pour les corallinacées encroûtantes durant toutes les saisons étudiées (octobre, mars et juillet 1988) dans l'île de Port-Cros (Var, France).

Concernant les algues brunes et vertes, l'avantage et le recul de ces algues dans les contenus digestifs des oursins, dépend selon Harper (1969) de la prédation qui dépend de l'abondance. C'est un comportement alimentaire qui peut réguler le choix de la proie en fonction de son abondance dans le milieu. En conséquence les oursins *A.lixula*, s'attaquent à une algue précise quand elle est abondante et se dirige vers d'autres quand elle devient rare.

L'importante présence de la fraction sable constaté dans les contenus digestifs des oursins permet de supposer que cet item est probablement avalé accidentellement, lors du raclage de la strate des corallinacées encroûtantes sur laquelle il se dépose.

En général, la posidonie est un aliment évité par oursins noirs par sa composition en phénol signalé par Boudouresque et al (2006). Ces oursins n'ont recours à ce type d'alimentation que si la nourriture préférentielle fait défaut.

Enfin la fraction animale, négligé dans notre étude se compte rare et très peu abondante. Elle est essentiellement représentée que par de très jeunes gastéropodes.

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

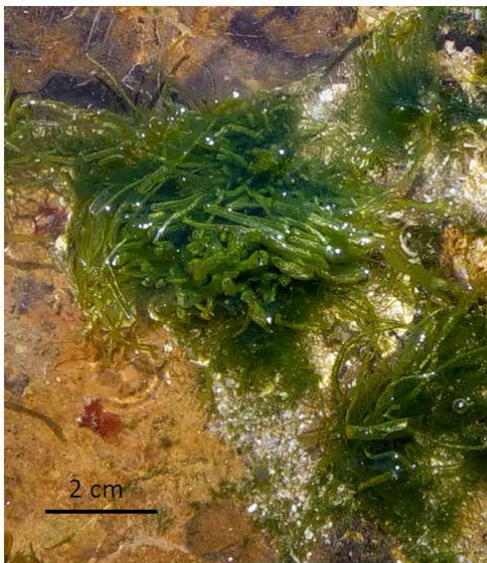
- **Algues vertes.**



Ulva lactuca



Codium fragile



Ulva sp.



Colpomenia sp.



Caulerpa racemosa



Acetabularia acetabulum



Caulerpa prolifera

- **Algues rouges**



Sphaerococcus coronopifolius



Coralina elongata



Gelidium sp



Jania rubens



Lithiphylum sp

- Algues brunes



Cystoceira sp



Laminaria sp



Dichtyota sp



Padina sp

3.3. Items trouvés

Principaux items retrouvés dans les contenus digestifs des oursins noirs (x 100) :

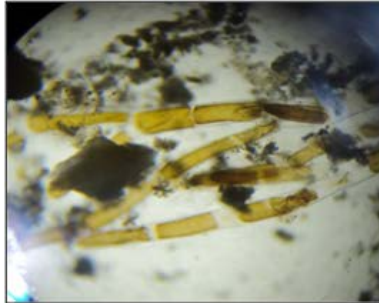
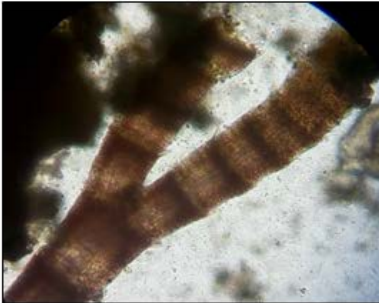
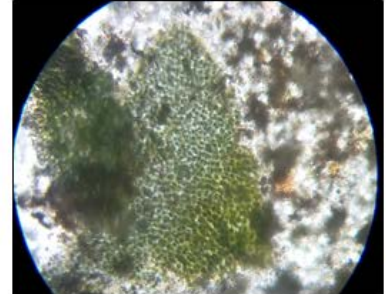
Algues rouges



Algues brunes



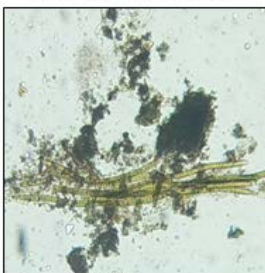
Algues vertes



Débris organiques



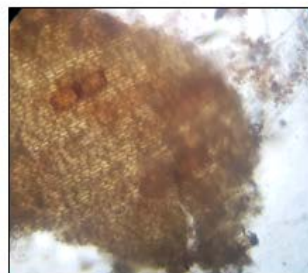
Cyanophycées



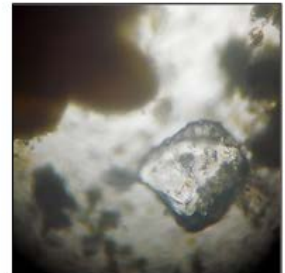
Posidonie vivante



Posidonie morte



Sable



4. Relations biométriques

4.1. Relation entre le diamètre (D) et la hauteur (H) du test sans piquants des oursins noirs

La relation entre le diamètre (D) et la hauteur (H) du test, appelées aussi taux d'aplatissement décrit les variations de la forme du corps durant la croissance (Figure 23).

$H = bD^a$ où, H est la hauteur du test et D le diamètre du test. Les paramètres (a et b) ont été estimés.

$H = b D^a$	a	b	r	Allure allométrie
$H = 0.11 D^{1.43}$	1.43	0.11	0.48	Majorante

La relation entre la hauteur et le diamètre du test sans piquants pour les oursins de Salamandre affiche une modeste valeur de r qui est égale à **0,48** montrant une **corrélation moyenne** entre les deux variables. Le coefficient de régression a égale à **1.43** est significativement supérieur à 1, pour la population de Salamandre; la croissance présente une **allométrie majorante** ou positif entre ces deux variables.

Ainsi la hauteur et le diamètre croissent à une vitesse différente (Figures 23). L'ensemble des oursins de la salamandre à présenter une croissance plus rapide de la hauteur du test par rapport au diamètre.

Nos résultats ne concordent pas avec ceux trouvés par les travaux d'Elakkermi (2015) sur la même espèce ou ces oursins présentaient une croissance plus importante du diamètre par rapport à la hauteur.

Probablement par ce que l'effectif des oursins était très réduit qui est de 45 individus.

Les oursins de la salamandre sont confrontés à un effet d'hydrodynamique important. Ces espèces pour assurer leurs maintien sur ce biotope rocheux adaptent leur croissance de tel façon que leurs forme du test soit le plus aplati possible c'est-à-dire que le diamètre de leur test croit plus vite que la hauteur.

D'autres travaux sur l'oursin *Paracentrotus lividus* dans le même site de Salamandre tel que ceux de Dermeche (2010) et Boukhelf (2012) ont montré que la croissance des oursins en diamètre soit plus importante que celle de la hauteur.

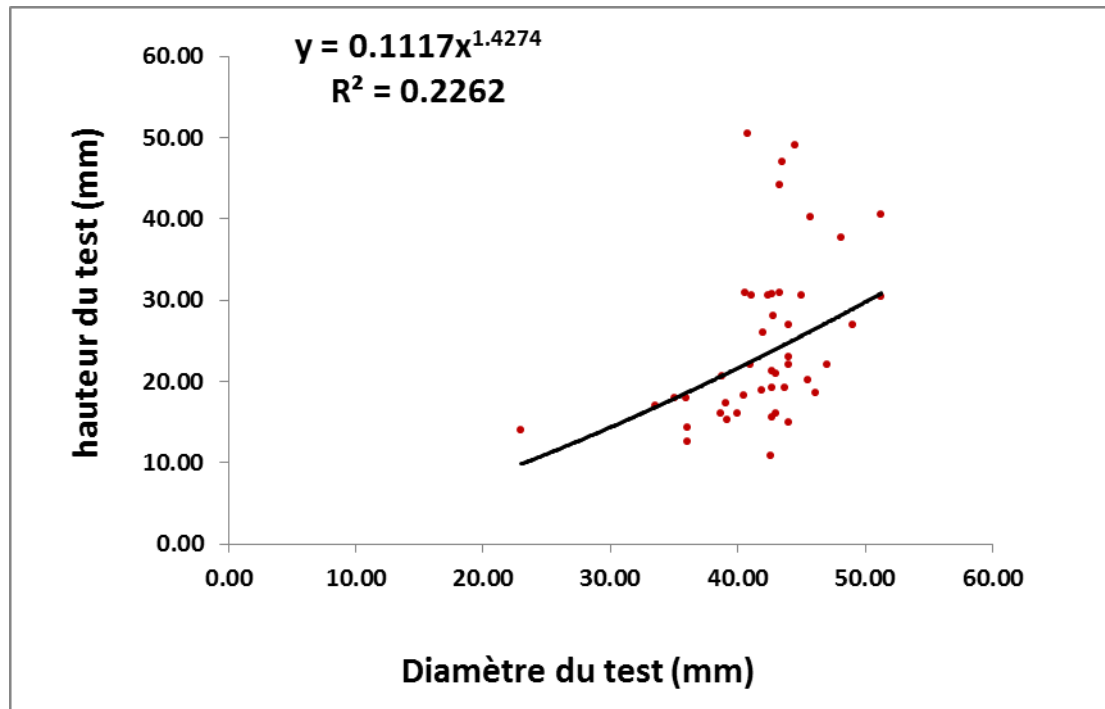


Figure 23. Relation allométrique entre la hauteur (mm) et le diamètre (mm) du test sans piquants des oursins noirs de la Salamandre.

4.2. Relation entre le diamètre (d) et la hauteur (h) de la lanterne d'Aristote

Les données de diamètre (d)-hauteur (h) ont été ajustées aux courbes de puissance pour étudier la croissance relative de cet organe (Figure 24).

$h = b d^a$	a	b	r	Allure allométrie
$h = 1.69 d^{0.84}$	0.84	1.69	0.71	Minorante

La relation entre **d** et **h** affiche des valeurs de **r** assez bonnes avec la valeur **0.71**, et le coefficient de régression de **0.84** inférieur à 1, met en évidence une relation d'allométrie minorante entre les deux variables **h** et **d** pour l'ensemble de la population. Ce qui signifie que la vitesse de croissance de la hauteur de la lanterne d'Aristote est inférieure à celle du diamètre pour tous les individus étudiés. 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 à 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).

L'ensemble des oursins du site de Salamandre à présenter un léger aplatissement de la mâchoire. Le même constat a été noté chez la même espèce par les travaux d'Elakkermi (2015) dans le site de Salamandre et Stidia, et aussi Chez l'espèce *Paracentrotus lividus* du port de Salamandre de Mostaganem par les travaux de Boukhelf (2012).

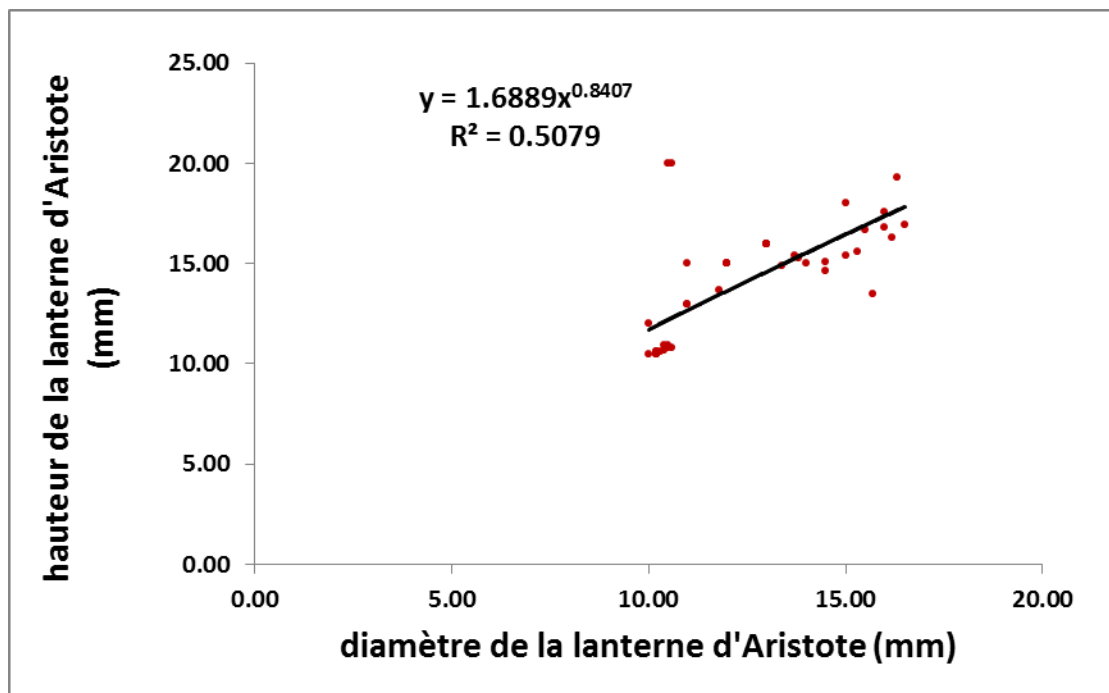


Figure 24. Relation allométrique entre la hauteur de la lanterne d'Aristote (mm) et le diamètre de la lanterne d'Aristote (mm) des oursins noirs de la Salamandre.

4.3. Relation entre le diamètre (D) du test sans piquants et le diamètre (d) de la lanterne d'Aristote

Les données correspondant à la relation entre le diamètre (d) de la lanterne d'Aristote et le diamètre (D) du test sans piquants des oursins noirs ont été ajustées aux courbes de puissance (Figure 25).

$d = b D^a$	a	b	r	Allure allométrie
$d = 8.31 D^{0.11}$	0.11	8.31	0.08	Minorante

Le coefficient de régression **a (0.11)** est hautement significatif inférieur à 1, met en évidence une relation d'allométrie minorante entre **d** et **D**. Aussi la relation entre les deux variable d et D est très faible 0.08.

L'espèce *A.lixula* présente une vitesse de croissance du diamètre de la lanterne d'Aristote plus lente que celle du diamètre du test sans piquants.

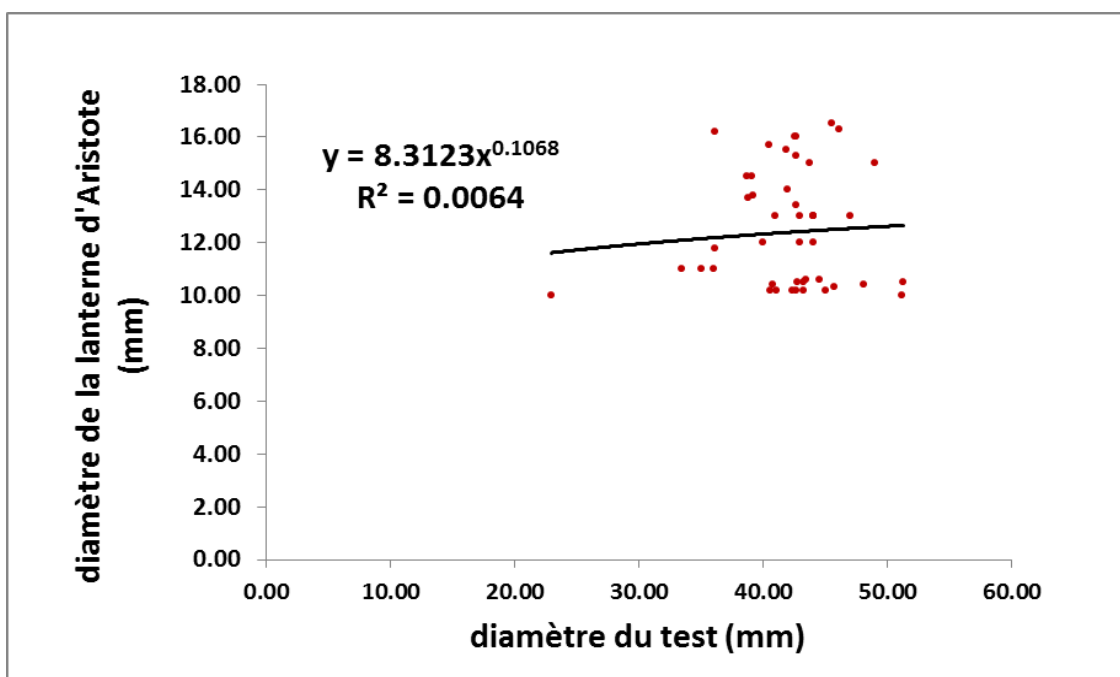


Figure 25. Relation allométrique entre le diamètre du test sans piquants (mm) et le diamètre de la lanterne d'Aristote (mm) des oursins noirs.

4.4. Relation entre le diamètre (D) du test sans piquants et le poids (PH) humide de l'oursin

Les données correspondant à la relation entre le poids humide de l'oursin (PH) et diamètre (D) du test sans piquants ont été ajustées aux courbes de puissance (Figure 26).

$PH = b D^a$	a	b	r	Allure allométrie
$PH = 1030.3 D^{0.94}$	0.94	1030.3	0.43	Minorante

Le coefficient de régression $a < 3$ et la lecture des courbes aux puissances met en évidence une relation d'allométrie minorante entre les deux variables D et PH pour l'ensemble de la population d'oursins. Le poids croît moins vite que le diamètre du test sans piquants chez l'oursin noir *Arbacia lixula* de la Salamandre.

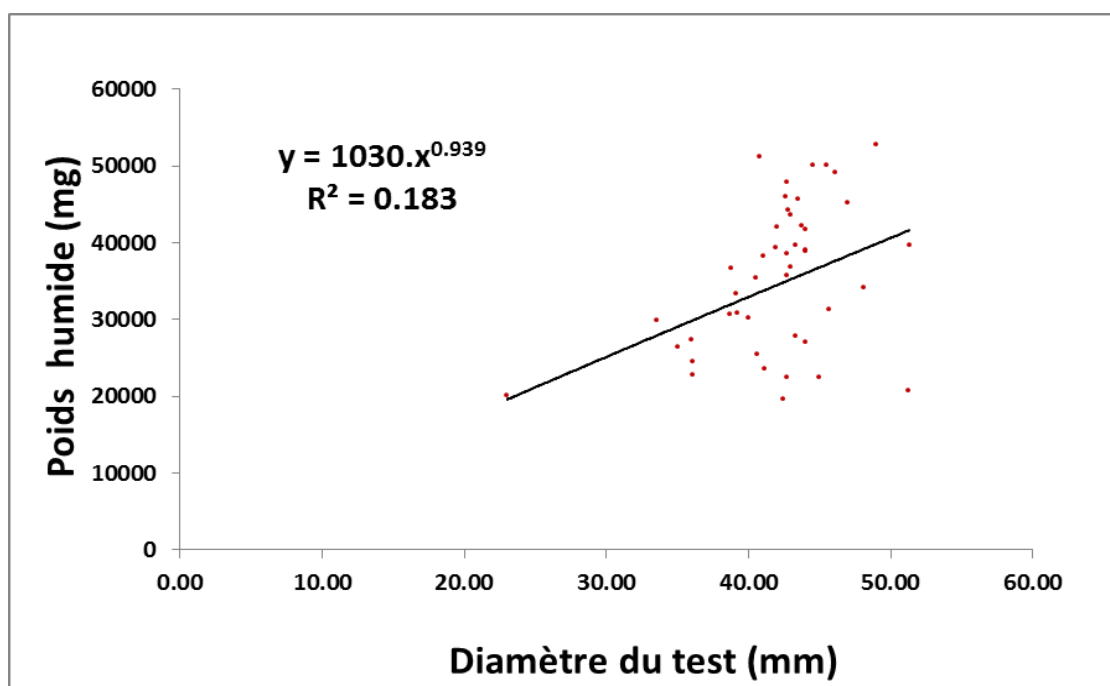


Figure 26. Relation allométrique entre le diamètre du test sans piquants (mm) et le poids humide (mg) des oursins noirs de la Salamandre.

4.5. Relation entre la hauteur (H) du test sans piquants et le poids humide (PH) de l'oursin noir

Les données correspondant à la relation entre le poids (PH) humide de l'oursin et la hauteur (H) du test sans piquants ont été ajustées aux courbes de puissance (Figure 27).

$PH = b H^a$	a	b	r	Allure allométrie
$PH = 23662 H^{0.12}$	0.12	23662	0.16	Minorante

Le coefficient de régression **a** significativement inférieur à 3 met en évidence une relation d'allométrie minorante entre **PH** et **H** dans le site de salamandre. *A.lixula* présente donc une vitesse de croissance pondérale moins vite que celle de la hauteur du test.

Même constat évoqué par les travaux d'Elakkermi (2015) ou la croissance de la hauteur chez l'oursin noir *Arbacia lixula* du même site devancé la croissance pondérale.

Au contraire, pour *P.lividus* étudiée à Mostaganem (Salamandre et Sidi Lakhdar) et à Arzew (Cap Carbon), l'espèce se caractérise par une croissance pondérale importante par rapport à la hauteur (Boukhelf, 2012 ; Kouadri Mostefai, 2014).

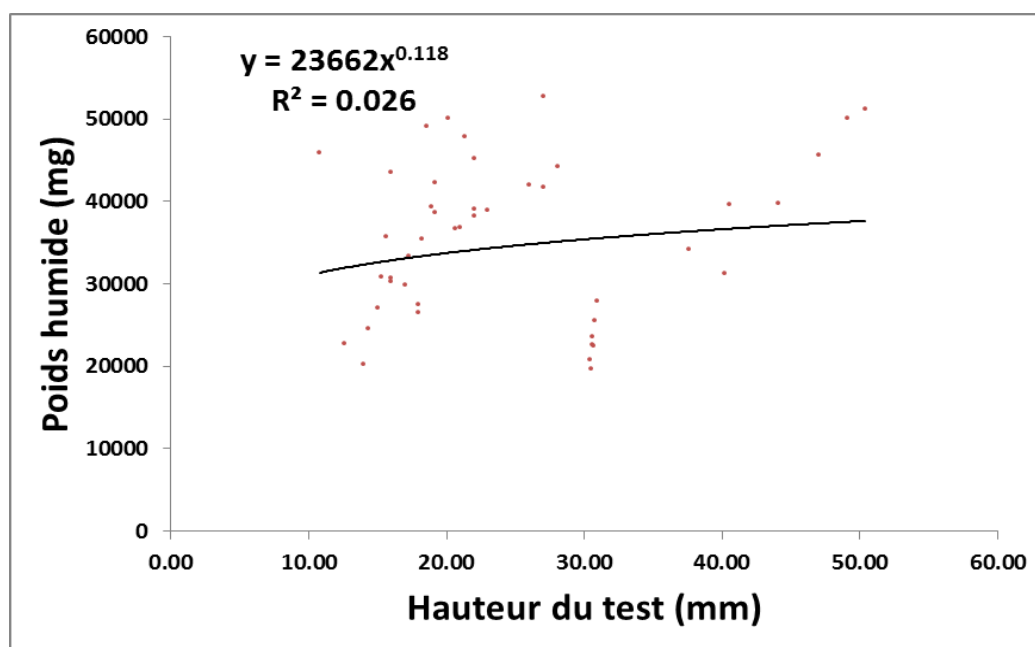


Figure 27. Relation allométrique entre la hauteur du test sans piquants (mm) et le poids humide (mg) des oursins de la Salamandre

Conclusion

Conclusion

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

Notre travail s'est réalisé sur des populations d'oursins noirs du site de Salamandre du littoral de Mostaganem, ce dernier caractérisé par un substrat rocheux, riche en algues photophiles mais perturbé par la pollution (rejets urbains et industriels) et une forte activité portuaire.

Notre étude s'est étalé sur 3 mois de travail (févriers, mars et avril 2018), a renfermé l'examen de plusieurs aspects biologiques et écologiques.

Le suivi de l'évolution des **indices physiologiques** (indice gonadique et indice de réplétion) a bien traduit la saisonnalité de l'activité gonadique d'*Arbacia lixula* au niveau du site de Salamandre et démontrent le positionnement de la période de ponte à la saison printanière.

Le suivi de ces indices nous a aussi permis d'observer que la croissance gonadique et l'activité trophique diminuent avec l'âge des oursins. Le taux d'alimentation est élevé chez les jeunes individus.

Le **sex ratio**, dans le biotope rocheux de la salamandre est légèrement en faveur des femelles.

L'aspect trophique est soigné par le suivi du **comportement alimentaire**, 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, avec une nette préférence pour les algues rouges durant toute la période de l'expérience. Il présente un comportement de racleur, et ces préférences alimentaire sont pour les algues corallines encroutantes (Frantzis et *al.*, 1988; Bulleri et *al.*, 1999; Boudouresque et Verlaque, 2001; Privitera et *al.*, 2008).

Les relations allométriques entre les différents paramètres morphologiques, diamètre et hauteur du test sans piquants, hauteur et diamètre de la lanterne d'Aristote, diamètre du test sans piquants et diamètre de lanterne d'Aristote, diamètre du test sans piquants et poids humide, hauteur du test sans piquants et poids humide, démontrent l'existence d'une relation allométrique plus que moyenne entre ces différents paramètres de croissance et témoignent de l'aplatissement de l'oursin noir *A. lixula* pouvant être considéré comme une forme d'adaptation à son milieu.

Pour une meilleure compréhension de la biologie de cette espèce en Algérie, et pour dégager son rôle écologique et une possible d'utilisation biotechnologique, ce travail mérite d'être poursuivi

et mené sur plusieurs mois avec un effectif plus élevé et représentatif. D'autres travaux futurs sur *Arbacia lixula* sont nécessaires, à savoir :

- Les différents paramètres influençant les conditions de vie de cet oursin.
- La dynamique des populations sur une période étalée et à une plus large échelle bathymétrique.
- 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.

Référence
bibliographique

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.

Allain J.Y. 1972. La pêche aux oursins dans le monde. *Pêche Marit*, 74: 625-630.

Allain J.Y. 1975. Structure des populations de *Paracentrotus lividus* (Lamarck) (Echinodermata, Echinoidea) soumises à la pêche sur la côte Nord de Bretagne. *Rev Trav Inst Pêches Marit*, 39: 171-209.

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.

Benedetti-Cecchi L., Bulleri F. et Cinelli F. 1998. Density dependent foraging of sea urchins in shallow subtidal reefs on the west coast of Italy (western Mediterranean). *Mar Ecol Prog Ser*, 163: 203-211.

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

Benzohra M. et Millot C. 1995. Characteristics and circulation of the surface and intermediate water masses of the Algerian coast. *Deep-Sea Research*, 42: 1803- 1830.

Bergbauer M. et Humberg B. 2000. La vie sous-marine en méditerranée, Guide Vigot, ed. Vigot, 318p.

Black R., Codd C., Hebbert D., Vink S. et Burt J. 1984. The functional significance of the relative size of Aristotle's lantern in the sea urchin *Echinometra mathaei*. *J Exp Mar Biol Ecol*, 77: 81-97.

Black R., Johnson M.S. et Trendall J.T. 1982. Relative size of Aristotle's lantern in *Echinometra mathaei* occurring at different densities. *Mar Biol*, 71: 101-106.
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.

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.

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.

D'Arzew. Contribution à l'étude de la pollution. *Mémoire de Technicien supérieur en Biologie des pêches* .I.S.M.A.L. (Alger) pp.266.

Dafni J. 1980. Abnormal growth patterns in the sea urchin *Tripneustes CT. Gratilla (L.)* under pollution (Echinodermata, Echinoidea). *J Exp Mar Biol Ecol*, 47: 259-279.

Dafni J. 1983. Aboral depressions in the tests of the sea urchin *Tripneustes cf. gratilla (L.)* in the Gulf of Eilat, Red Sea. *J Exp Mar Biol Ecol*, 67: 1-15.

De Ridder C. et Lawrence J.M. 1982. Food and feeding mechanisms: Echinoidea. In Jangoux M., Lawrence J.M., (eds), *Echinoderm nutrition*, Balkema publ, Rotterdam, 57-116.

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.

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

Ebert T.A. 1980. Relative growth of sea urchin jaws: an example of plastic resource allocation. *Bull Mar Sci*, 30: 467-474.

Ebert T.A. 1988. Calibration of natural growth lines in ossicles of two sea urchins, *Strongylocentrotus purpuratus* and *Echinometra mathaei*, using tetracycline. In, Burke R.D., Mladenov P.V., Lambert P., Parsley R.L., (eds), *Echinoderm biology*. Balkema, Rotterdam, 435-443.

Ebert T.A., Hernández J.C. et Clemente S. 2014. Annual reversible plasticity of feeding structures: cyclical changes of jaw allometry in a sea urchin. *Proc Biol Sci*, 281(1779):2013-2284.

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.

Fernandez C. 1996. *Croissance et nutrition de Paracentrotus lividus dans le cadre d'un projet aquacole avec alimentation artificielle*. Thèse de Doctorat. Université de Corse. Faculté des Sciences et Techniques. 277p.

Frantzis A., Berthon J.F. et Maggiore F. 1988. Relation trophique entre les oursins *Arbacia lixula* et *Paracentrotus lividus* (Echinoidea regularia) et le phytobenthos infralittoral superficiel de la baie de Port-Cros (Var, France). *Sci Rep Port-Cros Natl Park Fr*, 14: 81-140.

Gianguzza P. et Bonaviri C. 2013. *Arbacia*. In *Sea Urchins: Biology and Ecology*, chap

Grasse P. 1948. Traité de zoologie : Anatomie, Systématique, Biologie. T. XI. Echinodermes – Stomocordés- Procordés. Edit. Masson, Paris, 1077p. Ter 19, Developments in Aquaculture and Fisheries Science, 38: 275-283.

Hagström B.E. et Lonning S. 1973. The sea urchin egg as testing object in toxicology. Acta Pharmacol Toxicol, 13: 7-49.

Hereu B., Linares C., Diaz D., Teixidor N. et Zabala M. 2005. Diversité d'échinodermes dans les fonds marins de Porquerolles. Parc national de Port-cros – Contrat n° 05-018. Inventaire et densité des échinodermes de Porquerolles, avec taille moyenne de l'oursin *Paracentrotus lividus* dans les secteurs clés.

Hernández J.C et Russell M.P. 2010. Substratum cavities affect growth-plasticity, allometry, movement and feeding rates in the sea urchin *Strongylocentrotus purpuratus*. J Exp Biol, 213(3): 520-525.

Hughes A.D., Brunner L., Cook E.J., Kelly M.S. et Wilson B. 2012. Echinoderms display morphological and behavioural phenotypic plasticity in response to their trophic environment. PLoS One, 7(8): e41243.

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

Jones R.S. 1968. A suggested method for quantifying gut contents in herbivorous fishes. *icronesica*, 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.

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

Kouadri Mostefai S. 2014. Contribution à l'étude de la biologie de l'oursin comestible *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) de la côte algérienne occidentale (Cap Carbon et Ain Franin). Mémoire de Magister en Sciences de l'Environnement, option : Ecologie Marine, 90p, Université d'Oran.

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.

LASCARTOS A. 1998. La Méditerranée : un Océan miniature fascinant : 7 – 9. (in PAM., 1998).

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

- 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.
- Levitan 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.
- Marcus N.H. 1980.** Genetics of morphological variation in geographically distant populations of the sea urchin, *Arbacia punctulata*. *J Exp Mar Biol Ecol*, 43:121-130.
- Marcus N.H. 1983.** Phenotypic variability in echinoderms. In, Jangoux M., Lawrence J.M., (eds), *Echinoderm Studies. Vol 1.* Balkema A.A., Rotterdam, 19-38.
- Millot C. 1987.** Circulation in the Western Mediterranean Sea. *Oceanologica Acta*, 10 (2): 143-149.
- Moore H.B. 1935.** A comparison of the biology of *Echinus esculentus* in different habitats. Part II. *J Mar Biol Ass UK*, 20: 109-128.
- 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., Verlaque M. et Dallot S. 1983.** Note préliminaire sur les fluctuations de l'activité trophique de *Paracentrotus lividus* dans l'herbier de Posidonies. *R.C. Int. Explo. Mer Médit.*, 28: 153-155.
- 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.
- Privitera D., Chiantore M., Mangialajo L., Glavic N., Kozul W. et Cattaneo-Vietti R. 2008.** Inter- and intra-specific competition between *Paracentrotus lividus* and *Arbacia lixula* in resource limited barren areas. *Journal of Sea Research*, 60: 184-192.
- Régis M.B. 1978.** Croissance de deux échinides du golfe de Marseille (*Paracentrotus lividus* (Lmk.) et *Arbacia lixula* L.). Aspects écologiques de la microstructure du squelette et de l'évolution des indices physiologiques. Thèse de doctorat d'Etat en Sciences Naturelles, Université Saint Jérôme, Aix-Marseille III, France, 221 p.
- Régis M.B. 1980.** Etude des possibilités d'élevage des oursins réguliers en fonction de la valeur de certains indices physiologiques. *Oceanologica Acta*, 3: 7-15.
- Régis M.B. 1981.** Aspects morphométriques de la croissance de deux échinoides du Golfe de Marseille, *Paracentrotus lividus* (Lmk.) et *Arbacia lixula* (L.). *Cah. Biol. Mar.*, 22: 349-370.

Russell M.P. 1987. Life history traits and resource allocation in the purple sea urchin *Strongylocentrotus purpuratus* (Stimpson). *J Exp Mar Biol Ecol*, 108:199-216.

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

San Martin G.A. 1990. 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

Sellem F. 1995a. Croissance linéaire relative d'*Arbacia lixula* (Linnaeus) dans le golfe de Tunis. Rapp. Comm. int. Mer Medit, 34.

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. **Swan E.F. 1966.** Growth, autotomy and regeneration. In Boolootian R.A., (ed), *Physiology of Echinodermata*. Wiley, NewYork, 397-434.

Telford M. 1985. Domes arches and urchins the skeletal architecture of echinoids (Echinodermata). *Zoomorphology*, 105:114-124.

Thompson D.A. 1917. On growth and form. Cambridge Univ. press, Cambridge.

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.

Verlaque M. 1984. Biologie des juvéniles de l'oursin herbivore *Paracentrotus lividus* (Lamarck): sélectivité du broutage et impact de l'espèce sur les communautés algales de substrat rocheux en Corse (Méditerranée, France). *Botanica Marina*, 27: 401-424.

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

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

Site internet:

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

Données d'Observations pour la Reconnaissance et l'Identification de la faune et de la flore Subaquatiques (DORIS). 2018. *Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758). En ligne <http://doris.ffesm.fr/Especies/Arbacia-lixula-Oursin-noir-1025>

FUTURA SCIENCES. 2018. Les échinodermes, de l'étoile de mer aux oursins. En ligne <http://www.futura-sciences.com/magazines/nature/infos/dossiers/d/zoologieechinodermes-etoile-mer-oursins-330/>, consulté le 10 mai 2018.

Le system canadien d'information sur la biodiversité (SCIB). 2018. *Arbacia lixula*. En ligne <http://www.cbif.gc.ca/acp/fra/siti/regarder?tsn=157908>, Consulté le 04 mai 2018.

Le system canadien d'information sur la biodiversité (SCIB).2018. *Arbacia lixula*. En ligne <http://www.cbif.gc.ca/acp/fra/siti/regarder?tsn=15790>.

Universal Biological Indexer and Organizer (uBio). 2018. *Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758). En ligne <http://www.ubio.org/browser/details.php?namebankID=7187545>, consulté le 04 septembre 2017.

WIKIPEDIA. 2018. *Arbacia lixula*. En ligne http://fr.wikipedia.org/wiki/Arbacia_lixula, consulté le 07 mai 2018.

Annexe

Fiche Régime Alimentaire

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