

République Algérienne Démocratique et Populaire

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



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة والحياة

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MER ET DE L'AQUACULTURE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

KHELAFI FATIMA ZOHRA

Et

SENOUCI ZOUBIR

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 *Paracentrotus lividus* (Lamarck ,1816)
au niveau de la cote de Mostaganem (salamandre)**

Soutenue publiquement le 16 /09/2019

DEVANT LE JURY

Président	M. BOUZAZA Zoheir	MCB	U. Mostaganem
Encadreur	Mme SOUALILI Dina Lila	PR	U. Mostaganem
Examineurs	OULHIZ Aicha	MCB	U. Mostaganem
Co-encadreur	ELAKKERMI Mohammed		U. Mostaganem

Dédicaces

JE DEDIE MON MEMOIRE

A mes parents Ma mère et Mon père rabi yerhamo

A mes sœurs : Nadia, Safia, Laila, Aicha, Fatma

A mon frère : Youcef

A mes fidèles Amies : Keira et Faiza,

A tous mes amis de la PROMO du Master 2

Bioressources Marines

Et particulièrement à Benali Chérif

Fatima Zahra

Dédicaces

JE DEDIE MON MEMOIRE

A mes parents, que le tout puissant, les protèges

A mes sœurs : Khawela, Nada Insaf, Fatima

A mon frère : Hakim

A mes Amies : chérif, Cherif, Nasreddine

ET tous mes amis du Parcours bioressources marines

Zoubir

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.*

*Nos remerciements les plus sincères sont adressés à tous les membres du jury et particulièrement le Dr **Bouzaza Zoheir** de nous avoir fait l'honneur d'accepter la présidence du jury*

*Nos vifs remerciements au Dr **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 aidé de près ou de loin pour que nous puissions finaliser ce travail.

Enfin, on remercie nos familles et nos amis (es) qui ont su nous soutenir, nous encourager, nous aider et nous supporter tout au long des années.

Résumé

Les travaux sur domaine écologique sont très abondants, ils utilisent des bioindicateurs pour évaluer la qualité de milieu marin. Pour notre étude nous avons choisi une espèce benthique et bio-indicatrice du milieu marin, l'échinidé l'oursin *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) Ceci afin de déterminer l'activité trophique de cette espèce vivant sur substrat rocheux riche en algues au niveau de la cote de Salamandre au littoral de Mostaganem.

Notre étude s'étale sur trois mois (février, mars, avril) d'échantillonnage, les analyses sont basées sur deux axes ; le premier axe d'étude vise l'évaluation des paramètres physiologiques (indice de réplétion IRm et l'indice gonadique IGm) où la relation entre paramètre biométrique, la variation moyenne des indices IRm va permettre de connaître la relation entre les apports trophiques et la croissance de l'individu. Et le deuxième axe concerne l'analyse des contenus digestifs par la méthode des contacts de JONES (1968). Les résultats ont montré des fluctuations de la valeur de l'IGm en fonction des mois et que la période de la ponte chez cette espèce se déroule en plein saison printanière.

Quant à l'analyse du comportement alimentaire de *P. lividus*, cette dernière a montré un comportement sélectif de cette espèce, avec une préférence alimentaire pour les algues brunes.

Mots clés : *Paracentrotus lividus*, Salamandre, indices physiologiques, IGm, IRm, Jones (1968), contenus digestifs, algues brunes.

Abstract

In the ecological field, there are many studies on the use of bioindicators to determine the quality of seawater. In our study, we chose the indicator of benthic zone, the echinacea sea urchin, *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816), to determine the trophic activity of the Salamander biotope in the Mostaganem littoral.

The thesis takes three months in February and up to April from station sampling, with the analyst's result being present on average and in standard deviation.

Our result takes two axes: classification of the first axis with physiological parameter (IRm index repletion, IGm index gonad) and relation between biometric parameter, the means of variation of the IRm index makes it possible to detect the relationship between the trophic contributions and the growth of the individual, according to our study, month-by-month fluctuations in the IGm index indicate the spawning period for the bioindicator species that, according to our results, was expected to be in the peak of the spring season.

The second axis is the analysis of the digestive content by the contact method of JONES (1968).

This method revealed that the livid sea urchin had a selective feeding behavior, with a preference for brown algae.

Key word:

Paracentrotus lividus, Salamander, physiologies index, IGm, IRm, Jones (1968), digestive contents, Brown algae.

المخلص

البيئة البحرية مجال واسع يتم من خلاله استعانة بمؤشرات بيولوجية من أجل تحديد نوعية التلوث في البيئة البحرية، ومن خلاله دراستنا التي تتضمن تحديد النمط الغذائي، قمنا باختيار مؤشر من شوحيات الجلد لامارك، (1816) من موقع قنفة البحر *P. lividus* (سلامندر لساحل مدينة مستغانم).

الدراسة استغرقت 3 أشهر (من فيفري حتى افريل) من اخذ العينات من موقع ويتم تحليل هذه العينات وفقا لمحورين، كما قمنا بعرض نتائج بحثنا من خلال المتوسط وانحراف المعياري.

المحور لأول يتمثل في مقياس فسيولوجية من خلال (مقياس تخمة IRm، معيار الغدد التناسلية IGM) ومقياس البيومترية، متوسط مؤشر IRm يسمح لنا بمعرفة علاقة بين إسهام الغذائي وتطور النمو لدى قنفة البحر، كما انا تغيرات الشهرية لمتوسط IGM يمكننا من معرفة وقت التفريخ وكذلك موسم التكاثر الذي صدف في فصل الربيع.

المحور الثاني هو تحليل محتويات الجهاز الهضمي عن طريق طريقة الاتصال الهضمي بطريقة جونز (1968). كشفت هذه الطريقة لنا أن قنفة البحر لديه سلوك تغذية انتقائي، مع تفضيل الطحالب البنية.

الكلمات المفتاحية

P. lividus قنفة البحر، سلامندر، مقياس فسيولوجية، IGM، IRm، جونز (1968)، محتويات الجهاز الهضمي، للطحالب البنية.

Liste des figures

Figure 01	Individus <i>P.lividus</i> dans leur milieu	03
Figure 02	Distribution géographique (trait rouge) de l'oursin livide <i>P. lividus</i>	04
Figure 03	Photos montrant la morphologie externe de l'oursin <i>Paracentrotus lividus</i> .	05
Figure 04	Morphologie générale d'un oursin actuel du genre Echinides (À droite : vue du côté de l'anus (dessus de l'animal), à gauche : vue du côté de la bouche (dessous).	06
Figure 05	Les principaux organes internes de l'oursin livide.	07
Figure 06	Les Cinq dents visibles qui font partie d'un appareil masticateur complexe, La lanterne d'Aristote.	07
Figure 7	Disposition penta-radiale chez gondes d'oursin <i>P. lividus</i> .	08
Figure 08	Chronologie du cycle de vie de l'oursin <i>Paracentrotus lividus</i> Carte montrant Site de Salamandre.	09
Figure 09	Localisation de la zone d'échantillonnage au niveau de la station de la Salamandre (extérieur du port) (Google Earth modifié, 2019).	12
Figure 10	Diversifié des peuplements d'algues photophiles du site de Salamandre	13
Figure 11	Point d'échantillonnage à l'extérieur du port de Salamandre.	14
Figure 12	Mensurations biométriques et pondérales des oursins.	16
Figure 13	Les étapes études de continu stomacal d'oursin <i>P.lividus</i> (1 : Dépôt du continu digestif sur boite pétri ,2 : étalement du continu stomacal sur la lame, 3 : observations microscopiques).	20

Figure 14	Variations mensuelles des indices physiologiques (IGM et IRM) Moyens de la population de <i>P.lividus</i> au niveau de Salamandre.	25
Figure 15	Evolution mensuel de l'indice gonadique moyen (IGM) en fonction de la taille des oursins chez <i>P.lividus</i> de la Salamandre.	26
Figure 16	Evolution mensuel de l'indice de réplétion moyen (IGM) en fonction de la taille des oursins chez <i>P.lividus</i> de la Salamandre.	27
Figure 17	Variations saisonnières des indices physiologiques (IGM et IRM) moyens de la population de <i>P. lividus</i> de la salamandre.	28
Figure 18	Pourcentages mensuels des mâles et des femelles chez <i>P.lividus</i> au niveau de la Salamandre.	30
Figure 19	Relation allométrique entre le diamètre (D) et la hauteur (H) du test sans piquants des oursins <i>P.lividus</i> sur site Salamandre.	32
Figure 20	Relation allométrique entre la hauteur de la lanterne d'Aristote (mm) et le diamètre de la lanterne d'Aristote (mm) des oursins livides de la Salamandre.	33
Figure 21	Relation allométrique entre le diamètre du test sans piquants (mm) et le diamètre de la lanterne d'Aristote (mm) des oursins livides de la Salamandre.	37
Figure 22	Relation allométrique entre le diamètre du test sans piquants (mm) et le poids humides (mg) des oursins livides de la Salamandre.	38
Figure23	Variation mensuelle de la contribution moyenne (en pourcentage) d'items des contenus digestifs chez oursins <i>P.lividus</i> dans le site de Salamandre avec A : Algues ; Cyano : Cyanophycées ; D.ORG: Débris organique.	39

Liste des tableaux

Tableau 01	Evolution des indices physiologiques moyens globale (IGM et IRM) exprimés en mg/cm ³ (\pm écart type) de <i>P.lividus</i> de Salamandre.	23
Tableau 02	Evolution des indices physiologiques moyens (IGM et IRM) exprimés en mg/cm ³ (\pm écart type) des différentes Classes de taille de <i>P.lividus</i> de Salamandre.	25
Tableau 03	Moyennes \pm écart type des indices physiologiques Exprimés en mg/cm ³ par saisons de <i>P.lividus</i> de Salamandre.	27
Tableau 04	Pourcentages des deux sexes de la population de <i>P.lividus</i> Dans le site de Salamandre.	29
Tableau 05	Pourcentages et Sex-ratio mensuels des populations d'oursins livides du site de Salamandre.	30
Tableau 06	Equations liant la hauteur (H), le diamètre (D) du test sans les piquants, (d) le diamètre de la lanterne d'Aristote, (h) la hauteur de la lanterne d'Aristote et (PH) le poids humide chez <i>Paracentrotus lividus</i> dans le site de Salamandre. r = coefficient de corrélation et n = taille de l'échantillon.	31
Tableau 07	Variation de la contribution moyenne (en pourcentage) d'items des contenus digestifs des oursins <i>P. lividus</i> dans le site de Salamandre durant les trois mois d'étude avec A : Algue ; Cyano : Cyanophycées ; D.O: Débris organiques.	39

Sommaire

Aucu Introduction générale.....	01
--	----

Chapitre I

Généralités sur oursin *P. lividus*

1.. Présentation d'espèce <i>Paracentrotus lividus</i>	03
1.1. Systématique	04
1.2. Distribution géographique <i>Paracentrotus lividus</i>	04
1.3. Écologie.....	05
1.4. Description et caractères distinctifs.....	05
1.4.1. Morphologie externe	05
1.4.2. Morphologie interne	06
1.5. Biologie et écologie de <i>Paracentrotus lividus</i>	08
1.5.1. Habitat et alimentation... ..	08
1.5.2. Respiration et circulation.....	08
1.5.3. La Reproduction	08
1.5.4. Mortalité et prédation... ..	09

Chapitre II

Matériel et méthodes

1. Présentation de la zone d'étude	11
1.1. Données générales sur la wilaya de Mostaganem	11
1.2. Caractéristiques hydrologiques et hydrodynamiques... ..	11
1.3. Température et salinité	11
2.Choix de la station d'étude	12
2.1. Le site de Salamandre.....	12
2.1.1. les coordonnées géographique de salamandre.....	13
3. Choix et intérêt du matériel biologique	14
3.1 Choix des indices biologique	14
3.1.1. Indice physiologique	14
3.1.2. Indice biométrique.....	15
4.Méthodes d'échantillonnage.....	15
4.1. Prélèvement... ..	15
4.2. Traitement au laboratoire	15

5. Etude des indices physiologiques.....	16
5.1. Indice gonadique	16
5.2. Indice de réplétion	17
5.3. Sexe Ratio	17
5.4. Relations allométriques.....	17
6. Analyse des contenus digestifs.....	19
6.1. La méthode des contacts.....	20
6.2 Contributions des items	21
6.3 Indice de similarité	21

Chapitre III

Résultats et discussion

1.Indices physiologique.....	23
1.1. Evolution mensuel des indices physiologiques des oursins de la population <i>P. lividus</i> de la Salamandre	23
1.2. Evolution mensuel des indices physiologiques des oursins de la population <i>P. lividus</i> de la Salamandre en fonction de la taille	25
1.3. Evolution saisonnière des indices physiologiques des oursins de la population <i>P. lividus</i> de la Salamandre	27
2. Sex-ratio.....	29
2.1. Sex-ratio global.....	29
2.2. Sex-ratio mensuel.....	30
3.Relations biométriques.....	31
3.1. Relation entre le diamètre (D) et la hauteur (H) du test sans piquants des oursins	31
3.2. Relation entre le diamètre (d) et la hauteur (h) de la lanterne d'Aristote.....	33
3.3. Relation entre le diamètre (D) du test sans piquants et le diamètre (d) de la lanterne d'Aristote.....	37
3.4. Relation entre le diamètre (D) du test sans piquants et le poids (PH) humide de l'oursin.....	37
3.5. Relation entre la hauteur (H) du test sans piquants et le poids humide (PH) De l'oursin.....	38

4. Etude le contenu stomacal de <i>P. lividus</i>	39
4.1. Analyse des contenus digestifs	39
4.2. Identification des échantillons de la couverture végétale associée aux Oursins étudiés	41
Conclusion générale	49
Références bibliographiques	51
Annexes	59

Liste des abréviations

D : Diamètre
DA : Diamètre de la Lanterne d'Aristote
H : Hauteur
HA : Hauteur de la Lanterne d'Aristote
IG : indice gonadique
IGm : indice gonadique moyen
IR : indice de réplétion
IRm : indice de réplétion moyen
Lmk : Lamarck
PA : Poids de la Lanterne d'Aristote
Pf : Poids frais de l'oursin
ET : écart type

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 impacts sur l'établissement et la structure des biocénoses (Kitching et Ebling 1961 ; Kempf, 1962).

L'oursin livide *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) fait partie des oursins les plus abondants dans les habitats rocheux peu profonds de la Méditerranée.

Il est retrouvé dans au sein des peuplements d'algues photophiles de la roche superficielle (Kempf, 1962 ; Pérès et Picard, 1964), les anfractuosités, des dessus de blocs, mais aussi dans les herbiers à *Posidonia oceanica* (Nedec et al, 1981 ; Azzolina, 1988 ; Boudouresque et al, 1989).

Paracentrotus lividus coexiste avec *Arbacia lixula* 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).

L'oursin *P.lividus* est un élément fondamental des écosystèmes littoraux (Fernandez, 1996) ; Il a fait l'objet d'un grand nombre de travaux dont les plus importants concernent sa biologie, son éthologie et sa croissance (Fenaux, 1968 ; Régis, 1978 ; Harmelin, 1981; Nedelec, 1982 ; Semroud et Kada, 1987 Sadoud, 1988 Soualili, 2008 ; Sahnoun, 2009).

En raison de son importance économique et écologique connues et en suivant la même conduite, le présent travail a pour objectif principal de décrire certains aspects biologiques et écologiques de l'espèce *Paracentrotus lividus*, afin de réaliser une contribution supplémentaire sur cet échinidé des cotes de Mostaganem.

Le travail est réalisé sur des échantillons d'oursins livides récoltés dans le site de Salamandre, marqué par un substrat 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). Le régime alimentaire a été traité en analysant les contenus digestifs en adoptant la méthode des contacts de Jones (1968). Aussi, dans cette étude l'aspect croissance a été abordé en analysant les relations allométriques entre les différents paramètres morphologiques mesurés chez cet oursin.

Ce travail constitue un apport à la connaissance de *Paracentrotus lividus* 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
Paracentratus lividus

1 Présentation d'espèce *Paracentrotus lividus* :

L'oursin commun, *Paracentrotus lividus*, est un échinoderme de la classe des échinides réguliers au corps globuleux hérissé de piquants. L'espèce est largement distribuée en Méditerranée et en Atlantique Nord-est, de l'Écosse au Sud du Maroc, ainsi qu'aux îles Canaries et aux Açores (San Martin, 1995). Cet invertébré marin est présent dès la zone intertidale jusqu'à - 80 m. Sa densité décroît avec la profondeur et les plus fortes densités sont observées entre 0 et 10m (Lecchini et al, 2002). Dans ces zones intertidales, *Paracentrotus lividus* vit souvent dans des cavités qu'il creuse lui-même dans les roches à l'aide de ses piquants et de ses dents (Verlaque et Nedelec ,1983).

Il a fait l'objet d'un grand nombre de travaux dont les plus importants concernent sa biologie, son éthologie et sa croissance (Fenaux (1968) ; Regis (1979) ; Nedelec (1982) ; Semroud et Kada (1987) ; Sadoud (1988) ; Soualili (2008) ; Couvray (2014))

L'espèce vit dans deux écosystèmes différents : elle peut occuper les rochers littoraux recouverts de peuplements d'algues photophiles. Cet oursin est un élément fondamental des écosystèmes littoraux [Fernandez, 1996]. Mais s'accommode également de l'herbier à *Posidonia oceanica*.

L'oursin livide comestible *Paracentrotus lividus* (Lamarck ,1816) de la famille (Echinidae), représentée dans la nature par différents couleurs ; violet, brun et verte *P.lividus* est connu sous de nombreuses appellations telles que oursin commun, oursin violet, oursin comestible, châtaigne de mer.... La taille moyenne du test (hors piquants) des individus en milieu naturel est généralement comprise entre 5 et 8 cm. Il s'agit d'un oursin régulier, le test est peu élevé, arrondi et aplati sur sa face ventrale. Il présente des piquants mobiles, relativement longs, pouvant atteindre 3 cm.



Figure1 : Individus *P.lividus* dans leur milieu (Casamajor et al ., 2014)

1.1 Systématique

Selon (Tortonese et Vadon, 1987), La position systématique de l'oursin *P.lividus* est la suivante :

Embranchement :	Echinodermata
Sous Embranchement :	Echinozoa
Classe :	Echinoidea
Sous Classe :	Regularia
Ordre :	Camarodonta
Sous Ordre :	Echinidea
Famille :	Parechinidae
Genre :	<i>Paracentrotus</i>
Espèce :	<i>Paracentrotus lividus</i> . (Lamarck 1816)

1.2 Distribution géographique Paracentrotus lividus

P. lividus est bien connu en Méditerranée occidentale (Figure 2) où il est abondant. D'importants peuplements existent aussi en mer Adriatique, mais ceux-ci se réduisent en Méditerranée orientale (Allain, 1975).

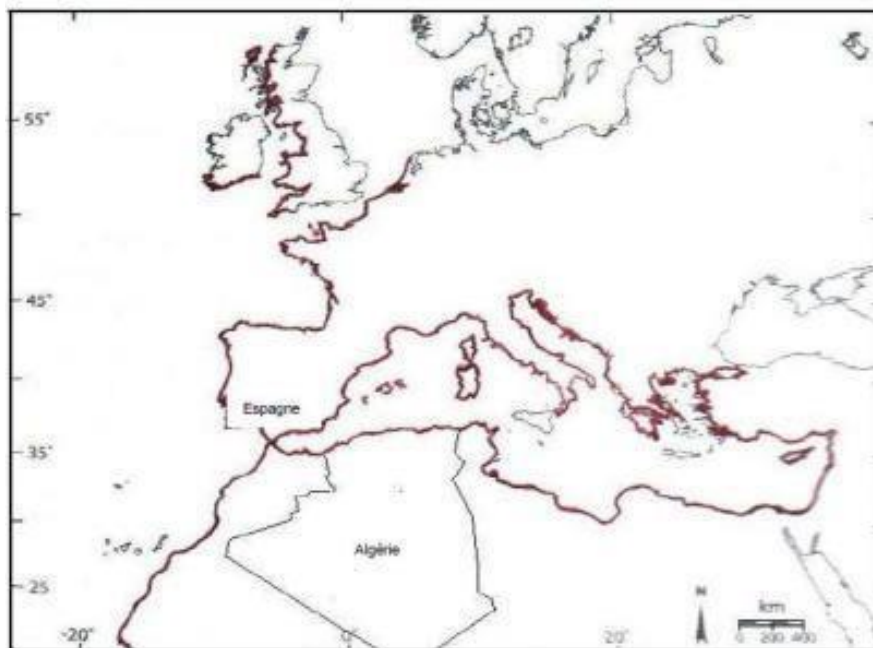


Figure 2 : Distribution géographique (trait rouge) de l'oursin livide *P. lividus* (Fredjg,2002).

1.3 Ecologie

Les populations d'oursins de *Paracentrotus lividus* sont installés sur des substrats rocheux infralittoral dans le Nord-Ouest de la méditerranée. Le comportement alimentaire de l'oursin commun est principalement herbivore et nocturne. Il est qualifié de « brouteur » opportuniste et s'adapte aux disponibilités trophiques y compris sur d'autres compartiments biologiques : matière organique, éponges... (Bald et *al.*, 2007 ; Grosjean, 2001).

P. lividus consomme de nombreuses espèces d'algues y compris les algues calcaires de l'ordre des Corallinales (Casamajor et *al.*, 2014). Ainsi *P. lividus* consomme toutes les parties de *Posidonia oceanica*: feuilles vivant avec ou sans épiphytes, feuilles mortes, feuilles de la litière, et même des parties du rhizome ainsi que les racines (Boudodouresque et Verlaque, 2001).

En Méditerranée, *P. lividus* partage les habitats rocheux avec une autre espèce d'oursin *Arbacia lixula*. Bien que les niches écologiques des deux espèces soient distinctes, *P. lividus* préférant les algues dressées et pouvant se nourrir du matériel en suspension tandis que *A. lixula* est un brouteur d'algues encroûtantes (coralligènes), lorsque la ressource est limitée et les algues dressées absentes, la niche écologique de *P. lividus* change et se superpose à celle d'*A. lixula* (Kempf, 1962 ; Régis, 1978 ; Verlaque et Nedelec, 1983a).

1.4 Description et caractères distinctifs

1.4.1 Morphologie externe



Figure 03 : Photos montrant la morphologie externe de l'oursin *P.lividus*.

Elle possède une symétrie pentamère (figure 3), un corps à forme sphérique plus ou moins aplati à ses deux pôles (Fischer *et al.*, 1987). D'après Grosjean (2001) le pôle inférieur (oral) dirigé vers le substrat comprend la bouche qui est entourée d'une membrane, le péristome, tandis que le pôle supérieur (aboral) comprend l'anus entouré d'une membrane, la périprocte formée de 10 plaques intradermiques calcifiées, étroitement juxtaposées.

Selon Demnard (2007) l'air inter ambulacraires : elles comportent des plaques moins nombreuses que sur les aires ambulacraires mais plus grandes ainsi que des radioles.

Et aires ambulacraires elles comportent : des plaques percées de petits orifices (pores) livrant passage à des expansions érectiles du système aquifère : les podia, Les radioles.

Les podia (pieds) : petits tentacules ambulacraires.

Les pédicellaires : petits appendices avec une pince préhensile.

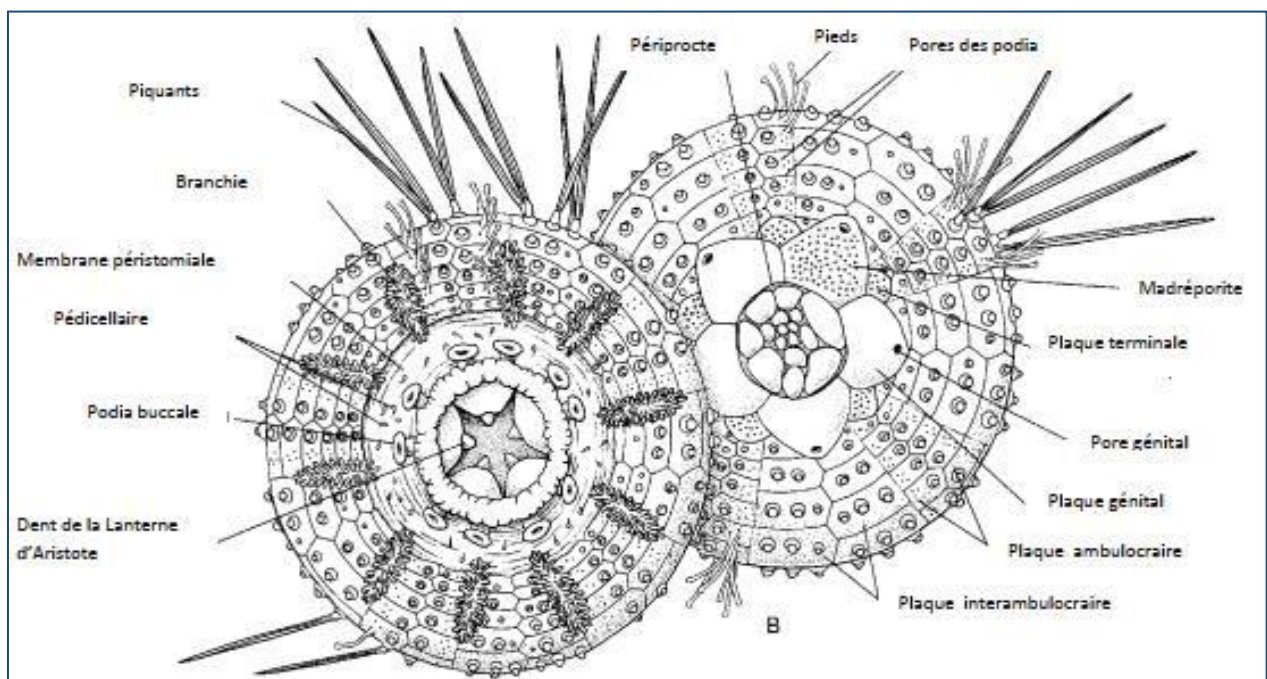


Figure 04 : Morphologie générale d'un oursin actuel du genre Echinides (à droite : vue du côté de l'anus (dessus de l'animal), à gauche : vue du côté de la bouche (dessous)).

1.4.2 Morphologie interne

1.4.2.1 Le tube digestif

Le tube digestif commence par la bouche qui se trouve sur la face orale et s'ouvre sur le péristome, suivi de l'œsophage entouré d'un puissant appareil masticateur en forme de pyramide pentagonale appelé la lanterne d'Aristote, formé de cinq ensembles complexes ou

mâchoires en forme de crochet. Les dents sont alternées avec une pièce squelettique, le compas qui assure la souplesse de l'ensemble. Les mâchoires sont articulées par des rotules.

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

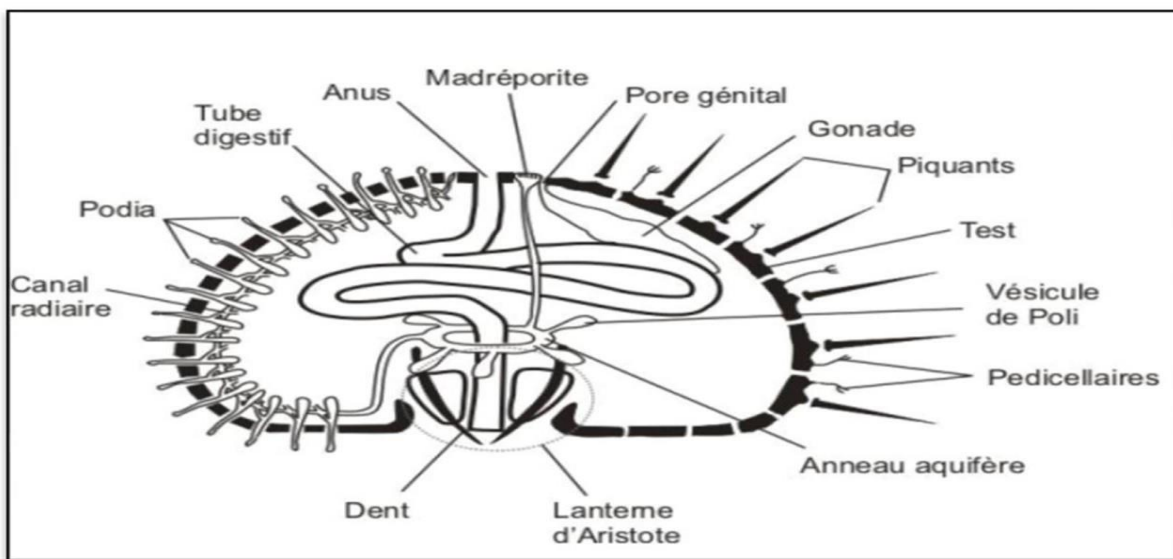


Figure05 : Les principaux organes internes de l'oursin livide



Figure 06 : Photo de la lanterne d'Aristote montrant les cinq dents visibles du *P. lividus*

1.4.3 Système ambulacraire

Une autre caractéristique des échinodermes est le système aquifère. C'est un réseau complexe de canaux remplis d'un liquide aqueux, de composition proche de celle de l'eau de mer,

Communiquant avec l'extérieur par la madréporite, plaque criblée située à la surface du corps ou dans la cavité cœlomique ; la madréporite est connectée par le canal madréporique à l'anneau ambulacraire périoésophagien ; ce dernier donne en général naissance à 5 canaux radiaires situés sous chaque zone radiaire. Les canaux radiaires envoient, à intervalles réguliers, des couples de petits canaux aboutissant à de petits diverticules ou ampoules communiquant avec les podia et les tentacules. Ces doubles rangés d'ampoules peuvent être fortement dilatées ou contractées. Le système aquifère joue un triple rôle au niveau de l'alimentation, de la respiration et de la locomotion.

1.5 Biologie et écologie de *Paracentrotus lividus*

1.5.1 Habitat et alimentation

En Méditerranée, *Paracentrotus lividus* se rencontre surtout dans l'étage infralittoral (Mortensen, 1927). Il se retrouve surtout dans des habitats de substrat dur (roche ou gravier avec peuplement d'algues photophiles) et dans l'herbier à *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile, Préférant les peuplements d'algues denses dont il se nourrit, il est souvent localisé dans des fissures (Kempf, 1962), les dessous des blocs rocheux et les pentes douces, parfois exposées à l'hydrodynamisme (Kempf, 1962 ; Régis, 1978 ; Azzolina, 1988).

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

1.5.2 Respiration et circulation :

La respiration des échinodermes est cutanée. L'épiderme, portant des branchies dermiques ciliées, permet une plus grande diffusion. Les pieds ambulacraires forment également une surface d'échanges respiratoires (Guermazi ,2018).

1.5.3 La Reproduction

Les oursins sont gonochoriques, sans qu'il existe un dimorphisme sexuel, 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 07 : Disposition penta-radiale des gonades d'oursins de *P. lividus*. (Tekouk et Hama ,2018)

Chez les oursins, la fécondation est externe. Pour l'espèce *Paracentrotus lividus* les individus reproducteurs se rassemblent en agrégats reproductifs pour émettre les œufs et le sperme dont la rencontre est aléatoire. Une femelle *P. lividus* peut pondre plus Le d'un million d'œufs féconds par acte de ponte (Luis et *al.*, 2005).

Nombre de zygotes produits est bien moindre car le succès de fertilisation est très variable et soumis à plusieurs paramètres individuels, populationnels et environnementaux (Levitan et *al.*, 1992 ; Palumbi, 1994 ; Palumbi,2009).

L'œuf se segmente pour produire une larve pélagique à symétrie bilatéral (figure 07). Après différents stades successifs, elle rejoint le fond pour se métamorphoser en oursin (Grosjean, 2001).

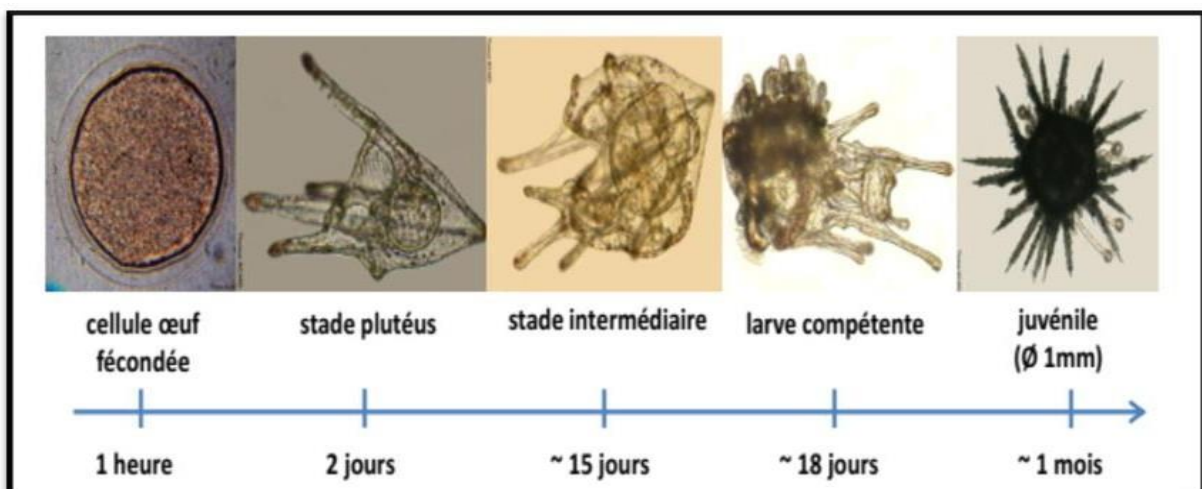


Figure 08 : Chronologie du cycle de vie de l'oursin *Paracentrotus lividus* (Miard et Couvray, 2014).

Les juvéniles devront croître pour atteindre la taille correspondant à leur maturité sexuelle et recommencer le cycle. La disponibilité en nourriture influence plus le taux de croissance que la densité des populations (Himmelman, 1986 ; Fernandez, 1996 ; Boudouresque et Verlaque, 2007).

L'oursin comestible *P. lividus* atteindra une taille commercialisable au bout de 4 à 5 ans, soit 5 cm de diamètre hors piquants (Ouréns et *al.* 2013).

1.5.4 Mortalité et prédation

En Méditerranée, l'essentiel de la prédation de *P. lividus* attribué aux poissons labridae et sparidae, mais aussi à l'étoile de mer : *M.glacialis* (Savy, 1987).

Pour l'espèce *P. lividus*, l'épisode de maladie dit de « l'oursin chauve » qui a eu lieu en Méditerranée nord-occidentale (Espagne, France, Italie, Croatie), entre la fin des années 1970 et le début des années 1980 a provoqué des mortalités massives en certains endroits où les densités d'oursins étaient très importantes (Azzolina 1987 ; Boudouresque et *al.*, 1980).

Selon Jangoux (1987) La plupart des maladies induites par des agents biotiques ne sont pas mortelles. Toutefois, certaines maladies peuvent provoquer des évènements de mortalités massives chez certaines espèces d'échinodermes.

Chapitre II

Matériel et méthode

1. Présentation de la zone d'étude :

1.1 Données générales sur la wilaya de Mostaganem :

Mostaganem est une ville portuaire de la méditerranée située à l'ouest de sa wilaya à 363 Km à l'ouest d'Alger à 89 Km à l'est d'Oran, à 48 Km d'Arzew et à 81 Km au nord de Mascara (ONS, 2008). Le climat de Mostaganem se caractérise par une température douce à moyenne étant de 24 °C, se définit par une alternance quasi quotidienne des brises de mer et de terre et par un climat semi-aride à été chaude sur l'étroite bande côtière et à hiver tempéré.

Les précipitations étant faibles et irrégulières et varient entre 350 mm sur les piémonts de Dahra. Le territoire de Mostaganem s'étend sur une superficie de 2,269 Km² avec 124 Km de côtes et la wilaya dispose d'un large littoral avec de merveilleuses plages et diverses potentialités touristiques.

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

1.2 Caractéristiques hydrologiques et hydrodynamiques :

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

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

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

1.3 Température et salinité :

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

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

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

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

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

2. Choix de la station d'étude :

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



Figure 09 : Localisation de la zone d'échantillonnage au niveau de la station de la Salamandre (extérieur du port) (Google Earth modifié, 2019).

2.1. Le site de Salamandre :

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

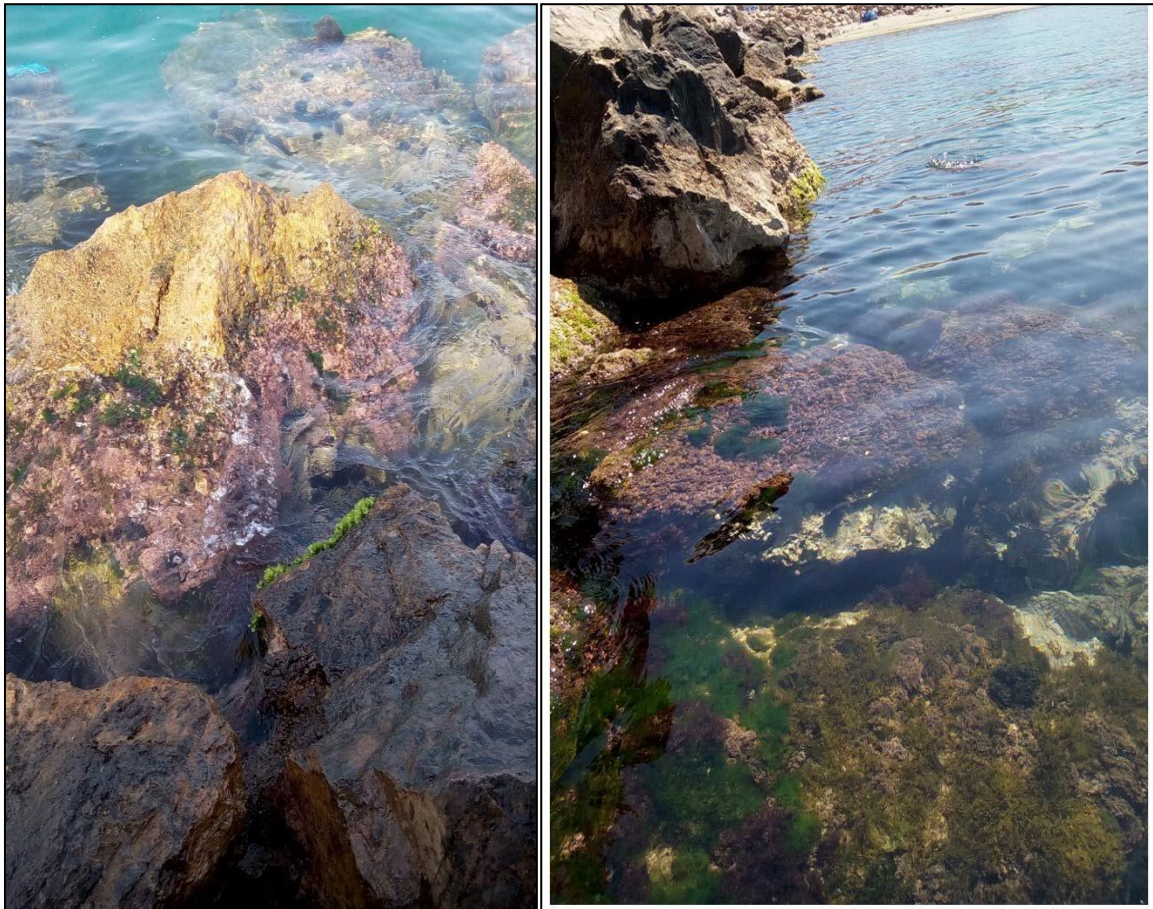


Figure10 : Diversifié des peuplements d'algues photophiles du site de Salamandre.

2.1.1. Les coordonnées géographiques de salamandre :

Sont résumé comme suit.

Latitude :	35°55'30''
Longitude :	0°3'38''

Selon Kherraz (2015), le port de Mostaganem est protégé par une jetée orientée vers le Nord d'une longueur de 1830 mètres.

Le secteur de la pêche dispose pour son activité d'une seule partie du bassin Sud - Ouest où sont installées les infrastructures de pêche. Elle comporte un quai de 250m et un appontement d'une longueur de 92m linéaire destinés à l'accostage de petits métiers (Entreprise portuaire de Mostaganem).

D'après Belbachir (2018) ce site est caractérisé par un herbier à *Posidonia oceanica* installé sur substrat rocheux et espèces d'échinides *Paracentrotus lividus* et *Arbacia lixula* sont les plus abondantes.

Ainsi, plusieurs chercheurs s'intéressent à ce site, on peut citer (Dermeche et al., 2009 ; Bachir-Boudjra et al., 2010 ; Boukhelef, 2012 ; Belbachir, 2018 ; Korichi et Djellali, 2018 ; Ameur et Belkhira, 2018).

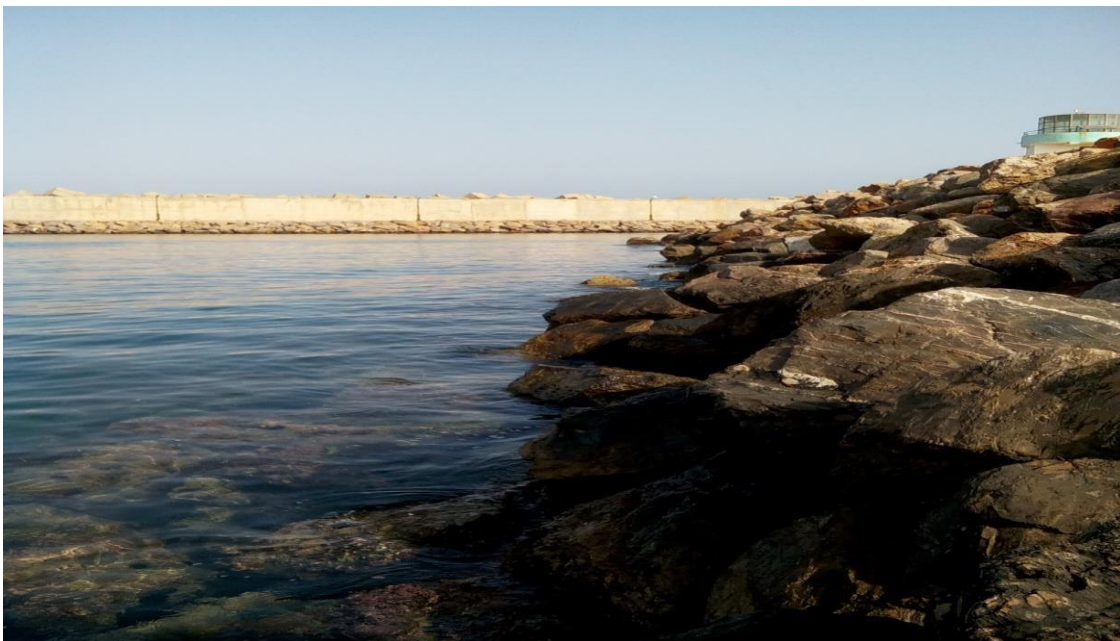


Figure11 : Point d'échantillonnage à l'extérieur du port de Salamandre.

3.Choix et intérêt du matériel biologique :

Notre choix s'est porté sur l'oursin commun *Paracentrotus lividus* (Lmck, 1816), espèce d'Echinoderme la plus répandue sur le littoral occidental.

Cet oursin est considéré comme un modèle biologique très utilisé en biosurveillance marine, il est très abondant, sédentaires, sessiles, ubiquistes, de collecte facile, Transplantables, ainsi il est utilisé comme un Bioindicateurs de pollution marine.

3.1 Choix des indices biologiques :

L'étude des différents paramètres biométrique et physiologique de l'oursin *P. lividus* nous permettent d'évaluer leur évolution dans le temps en fonction des conditions de l'environnement marin Parmi ces indices nous citons :

3.1.1 Indices physiologiques :

- Indice de Réplétion moyen.
- Indice Gonadique moyen.

3.1.2. Indice biométrique :

Les mensurations suivantes ont été réalisées à l'aide d'un pied à coulisse : Le diamètre (D) du test sans piquants, la hauteur (H) du test sans piquants, la hauteur (h) de la lanterne d'Aristote et le diamètre (d) de la lanterne d'Aristote.

Au niveau du test, le diamètre a été évalué à l'ambitus et la hauteur dans le plan perpendiculaire, le long de l'axe oral-aboral. Pour la lanterne d'Aristote, nous avons mesurés le diamètre le plus large et la hauteur la plus grande dans le plan perpendiculaire jusqu'à l'extrémité des pyramides (à l'exclusion des dents).

4. Méthodes d'échantillonnage :

4.1. Prélèvement

Une cueillette mensuelle d'une quinzaine individus (15) a été réalisée en apnée, durant les mois février, mars et avril 2019, en zone intertidale, et à une profondeur comprise entre 1 et 5 mètres de profondeur. Des spécimens mesurant entre 30 et 60 mm de diamètre, ont été transportés au laboratoire.

Une prospection du milieu, a été réalisée avec prélèvement des températures de l'eau, conditions météorologiques, conditions trophiques et état de la mer suivie de prises de photos aériennes et sous-marines.

4.2. Traitement au laboratoire

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

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

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

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

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

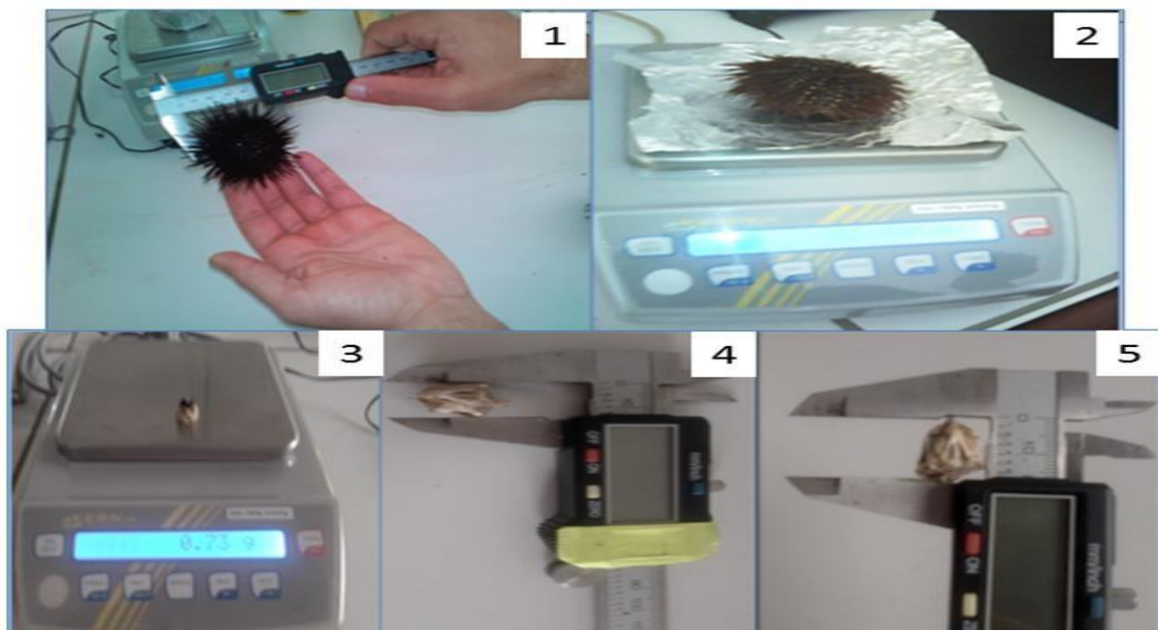


Figure 12 : Mensurations biométriques et pondérales des oursins.

5. Etude des indices physiologiques

5.1. Indice gonadique :

Selon Fenaux (1968), cet indice est utilisé pour déterminer les périodes de reproduction et les diverses étapes du cycle de reproduction de l'espèce.

Le calcul de l'indice gonadique est 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 (Calow, 1981). De plus, l'indice gonadique permet un suivi temporel du poids ou du volume relatif des gonades et permet de distinguer les phases d'évolution du cycle de reproduction en mettant en évidence la croissance gonadique (augmentation de l'indice) et la ponte (diminution de l'indice) (Fenaux, 1981). L'indice gonadique s'évalue par le rapport du poids frais de la gonade sur celui corps.

En travaillant sur des poids secs, nous avons donc éliminé ces sources d'erreurs. En plus nous avons jugé plus aisé de remplacer le poids du corps par le diamètre du test au cube paramètre testé chez les oursins par (Nédélec, 1983 et utilisé par Régis, 1979, Semroud et Kada, 1987 ; San Martin, 1990 ; Soualili, 2008,

L'indice gonadique s'exprime par rapport suivant :

$$IG = \frac{\text{Poids sec de la gonade (mg)}}{\text{diamètre horizontal du test }^3(\text{cm})^3}$$

5.2. Indice de réplétion :

Selon Regis (1978), l'indice de réplétion (IR) est un rapport qui permet de déterminer l'état physiologique de la cavité gastrique de l'oursin. Il s'exprime sur le rapport suivant :

$$IR = \frac{\text{Poids frais du tube digestif (mg)}}{\text{diamètre horizontal }^3(\text{cm})^3}$$

5.3. Sexe Ratio :

Cet indice, représente l'abondance d'un sexe par rapport à l'autre d'une population d'une espèce donnée. La valeur du sexe -ratio est donnée par plusieurs formes.

Le taux de féminité :

$$F = \frac{\text{Effective des femelles}}{\text{Effective des femelles} + \text{effective des males}} * 100$$

Le taux masculinité :

$$M = \frac{\text{Effective des males}}{\text{Effective des males} + \text{effective des femelles}} * 100$$

5.4 Relations allométriques :

L'étude des relations allométriques chez *Paracentrotus lividus* se réfère aux relations qui existent entre les différents paramètres suivants :

Le diamètre (D) du test et la hauteur (H) du test, le diamètre (d) de la lanterne d'Aristote et la hauteur (h) de la lanterne d'Aristote, Le diamètre (D) du test et le diamètre (d) de la lanterne d'Aristote, Le diamètre (D) du test et le poids (PH) humide de l'oursin, la hauteur (H) du test et le poids (PH) humide de l'oursin.

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 lorsqu'il s'agit d'une allométrie simple (variables de même dimensions comme la hauteur, le diamètre), et elle est égale à 3 lorsqu'il s'agit d'une allométrie cubique (les variables sont de dimension différente tels que poids frais, hauteur).

Si la pente est significativement de 1 ou 3, on dit que la croissance est isométrique, ça veut dire que les deux variances croissent proportionnellement au même rythme.

Si la pente est significativement > 1 ou 3, la croissance est majorante, c'est-à-dire que l'une des variables croît plus vite que la variable de référence.

Si la pente est significativement < 1 ou 3, la croissance est minorant, c'est-à-dire que l'une des variables croît proportionnellement moins vite que la variable de référence.

5.4.1 Relation entre le diamètre (D) et la hauteur (H) du test de l'oursin

Afin de caractériser, d'un point de vue biométrique, la population de *P.lividus* des deux sites, nous avons établi la relation biométrique entre le diamètre et la hauteur sans piquants. Nous avons corrélé ces variables au moyen du modèle puissance (Scherrer ,1984) :

$$H = a D^b$$

D : diamètre du test sans piquants (mm).

H : hauteur sans piquants du test (mm).

a : coefficient de corrélation.

b : coefficient de régression.

5.4.2 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.

5.4.3 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.

5.4.4 Relation entre le diamètre sans piquants et le poids humide de l'oursin

L'équation s'exprime comme suit :

$$P = a D^b$$

P : poids frais ou humide de l'oursin (mg)

D : diamètre du test sans piquants (mm).

a : coefficient de corrélation.

b : coefficient de régression.

5.4.5 Relation entre le poids et la hauteur du test de l'oursin

L'équation s'exprime comme suit :

$$P = aH^b$$

H : hauteur du test sans piquants (mm).

a : coefficient de corrélation.

P : poids frais ou humide de l'oursin (mg).

b : coefficient de régression.

6. Analyse des contenus digestifs :

Un prélèvement de Cinq spécimens supplémentaire dont contenu de chaque individu destiné à l'analyse est conservé dans de l'eau de mer formolée à 10%.

Les oursins sont ouverts selon l'ambitus (cercle équatorial). 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

6.1 La méthode des contacts

Pour une étude qualitative qui ne nécessite que l'identification des items présents, sans descripteur particulier, on a opté pour la méthode des contacts de Jones (1968), modifié par Nedelec (1982), Verlaque et Nedelec (1983) et Verlaque (1987).

Dix lames comportant 15 à 20 boulettes prélevées au hasard sont préparées pour chaque contenu digestif. Les pelotes alimentaires sont étalées entre lame et lamelle, et cette préparation, est placée sous l'objectif du microscope (figure 13) 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.

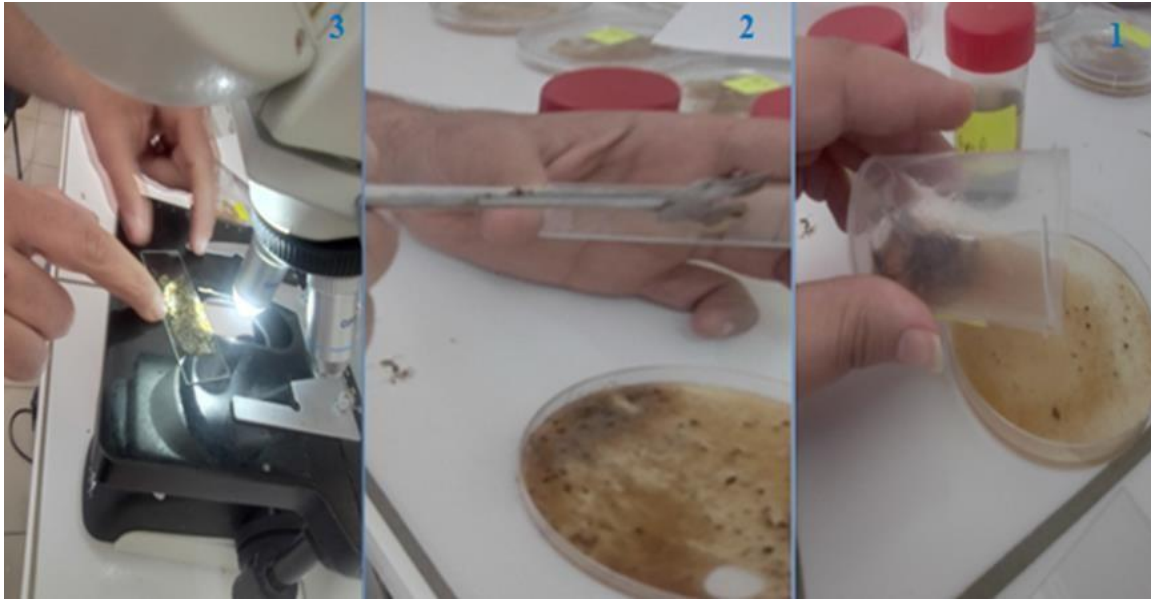


Figure 13 : Les étapes études de contenu stomacal d'oursin *P.lividus* (1 : Dépôt du contenu digestif sur boîte pétri ,2 : étalement du contenu stomacal sur la lame, 3 : observations microscopiques).

6.2 Contributions des items :

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

$$CCi = \frac{Ci}{Ct} * 100$$

CCi : contact contribution d'un item.

Ci : le nombre de contact obtenu avec cet item.

Ct : le nombre du contact total qui réaliser dans le continue digestif.

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

6.3. Indice de similarité

L'homogénéité des contenus digestifs des oursins dans un même biotope a été analysée grâce au coefficient de similarité de Steinhaus, souvent nommée également « de Czekanowski » (Goodall, 1978), compris entre 0 et 1 :

$$\beta = 2c / (S1 + S2),$$

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

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

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

Chapitre III
Résultats et discussion

1. **Indices physiologiques**

Pour estimer l'activité trophique et les modalités de la reproduction chez *Paracentrotus lividus* vivant 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 livides, pendant les 3 mois (Février, Mars et Avril) 2019, 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 violets du site de la Salamandre.

1.1 **Evolution mensuel des indices physiologiques des oursins de la population *P.lividus* de la Salamandre**

Tableau 1. Evolution des indices physiologiques moyens globale (IGM et IRM)

Exprimés en mg/cm³ (\pm écart type) de *P.lividus* de Salamandre.

	IGM	ET	IRM	ET
Février	3,38	1,54	6,98	2,77
Mars	2,85	1,59	4,96	1,56
Avril	3,72	5,06	4,15	2,23
Moyenne	3.32	2.73	5.37	2.19

L'analyse de la figure 14 et le tableau 1 montre que l'indice gonadique moyen (IGM) de la Salamandre durant les trois mois d'étude suit un schéma qui diffère d'un mois à l'autre.

Des valeurs élevées de l'indice gonadique ont été relevées durant les mois de février et avril, cependant la valeur maximale enregistrée est celle mesurée au mois d'Avril

Avec une valeur de $3.72 \pm 5.06 \text{ mg/cm}^3$ (figure 14) mg/cm^3 . Quant à la valeur la plus faible, elle se situe au mois de mars avec une valeur de $2.85 \pm 1.59 \text{ mg/cm}^3$.

En ce qui concerne l'indice de réplétion moyen (IRM), et selon le tableau 01 et la figure 14, les valeurs de cet indice diminuent du mois de février au mois d'avril. Par ailleurs, l'IRM le plus élevé a été obtenu au mois de février avec une valeur de $6.98 \pm 2.77 \text{ mg/cm}^3$, et la valeur la plus basse de l'IRM a été obtenue en avril avec $4.15 \pm 2.23 \text{ mg/cm}^3$.

La valeur élevée de l'IGM $3.72 \pm 5.06 \text{ mg/cm}^3$ enregistrée durant la saison Printanière et plus précisément durant le mois d'avril coïncide bien avec celle trouvée par d'autres auteurs dans d'autres régions (Guettaf 1987, Benghali, 2006, Soualili 2008) ; L'accroissement des gonades exprime la phase finale de la maturation gonadique qui sera sans doute suivie par une ponte.

Des résultats comparables, à Alger plage, ont été retrouvés par Soualili (2004) où la période de reproduction chez *P. lividus* se déroule du début de printemps et se continue jusqu'au début d'automne. De même Sahnoune (2009), au niveau du littoral Mostaganémois a signalé que la période de reproduction débuté bien avant le mois de février. Quant à Boukhelf en 2012, toujours au niveau de salamandre, cette dernière a enregistré plusieurs périodes de pontes durant toute l'année. Cependant, des résultats similaires aux notre ont été signalés par Rouane (2013) et Tekouk et Hama en 2018 pour cette espèce.

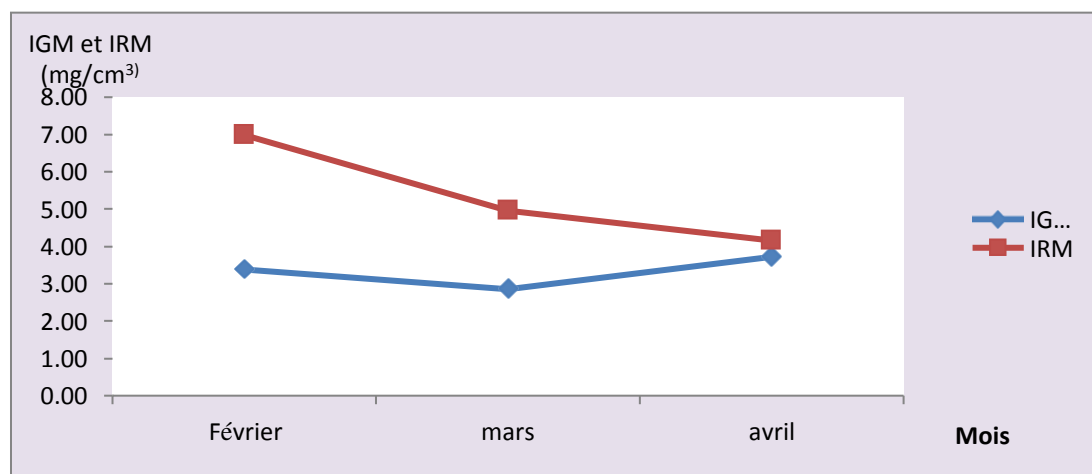


Figure 14 : Variations mensuelles des indices physiologiques (IGM et IRM) moyens de la population de *P. lividus* au niveau de Salamandre.

12. Evolution mensuel des indices physiologiques des oursins de la population *P.lividus* de la Salamandre en fonction de la taille

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

Mois	[40-45[mm				[45-50[mm				[50-55[mm				[55-60[mm			
	IGM	ET	IRM	ET	IGM	ET	IRM	ET	IGM	ET	IRM	ET	IGM	ET	IRM	ET
F	3,86	2,24	9,07	3,08	3,02	1,11	5,39	0,85	2,76	0,62	5,84	1,09	3,04	0,96	4,25	0,68
M	2,47	0,33	4,90	1,01	1,14	0,19	3,91	2,44	3,45	1,92	5,31	1,75	2,98	-	4,52	-
A	-	-	-	-	1,07	0,47	3,75	1,50	4,45	6,17	5,24	2,35	5,00	5,40	2,04	0,91

Le suivi mensuel de l'indice gonadique selon la taille des oursins et d'après l'analyse du tableau 02 et la figure 15 affiche une évolution continue pour les classes de taille supérieures [50-55[mm et [55-60[mm dès le mois de février jusqu'à atteindre les Valeurs maximums en mois de d'avril avec les valeurs $4,45 \pm 6,17 \text{ mg}/\text{cm}^3$ pour la Classe [50-55[mm et $5,00 \pm 5,40 \text{ mg}/\text{cm}^3$ pour la classe [55-60[mm

Par contre pour les classes de tailles inférieurs de [40-45[mm et [45-50[mm l'évolution d'indice gonadique a enregistré des valeurs décroissantes dès le début du mois de février.

Notons que la classe de taille [40-45[mm est absente durant le mois d'avril.

D'après ces résultats les valeurs les plus importantes de l'IGM sont attribués aux oursins des classe de taille supérieures. Les valeurs de l'IGM augmentent avec l'augmentation de la taille des oursins.

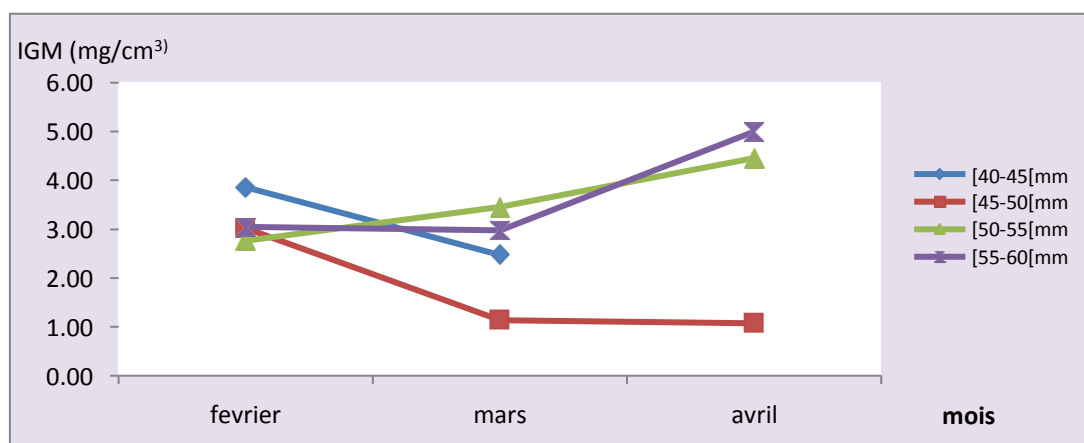


Figure 15 : Evolution mensuelle de l'indice gonadique moyen (IGM) en fonction de la taille des oursins chez *P.lividus* de la Salamandre.

L'évolution de l'indice de réplétion est similaire pour les différentes classes de taille et durant tous les mois de notre étude (figure 16). En effet, dans l'ensemble cet indice affiche des valeurs faibles pour toutes les classes de taille.

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'affaiblit puisque les oursins ne sont plus en phase de croissance ; le pouvoir reproducteur est néanmoins maintenu chez ces individus (Fernandez, 1996).

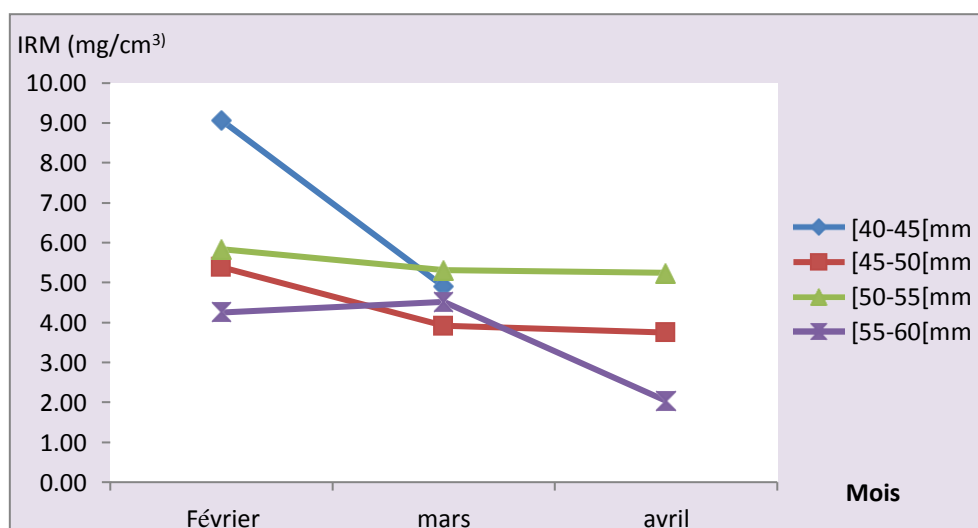


Figure 16. Evolution mensuelle de l'indice de réplétion moyen (IGM) en fonction de la taille des oursins chez *P. lividus* de la Salamandre.

13. Evolution saisonnière des indices physiologiques des oursins de la population *P. lividus* de la Salamandre

Tableau 3. Moyennes \pm écart type des indices physiologiques exprimés en mg/cm^3 par saisons de *P. lividus* de Salamandre.

Saisons	IGM	ET	IRM	ET
Hiver	3,38	1,54	6,98	2,77
Printemps	3,29	3,33	4,56	1,89

D'après l'analyse du tableau 3 et la figure 17, l'étude du comportement trophique et la croissance gonadique de l'oursin 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 $6,98 \pm 2,77 \text{ mg/cm}^3$ correspondant à une croissance gonadique légèrement supérieur en hiver avec la valeur de $3,38 \pm 1,54 \text{ mg/cm}^3$.

Ce résultat traduit légèrement la relation entre les deux indices physiologiques, à mesure que l'IGM augmente et l'IRM diminue.

D'après **Leighton (1968)**, le développement des gonades provoque une diminution physique de l'espace de la cavité coelomique, donc l'espace disponible est insuffisant pour le tube digestif et son contenu d'où baisse de l'indice de réplétion.

Chez les Échinoïdes, le taux d'alimentation est bas, lorsque les gonades sont très développées (**Lawrence, 1975 ; Buckle et al, 1980**).

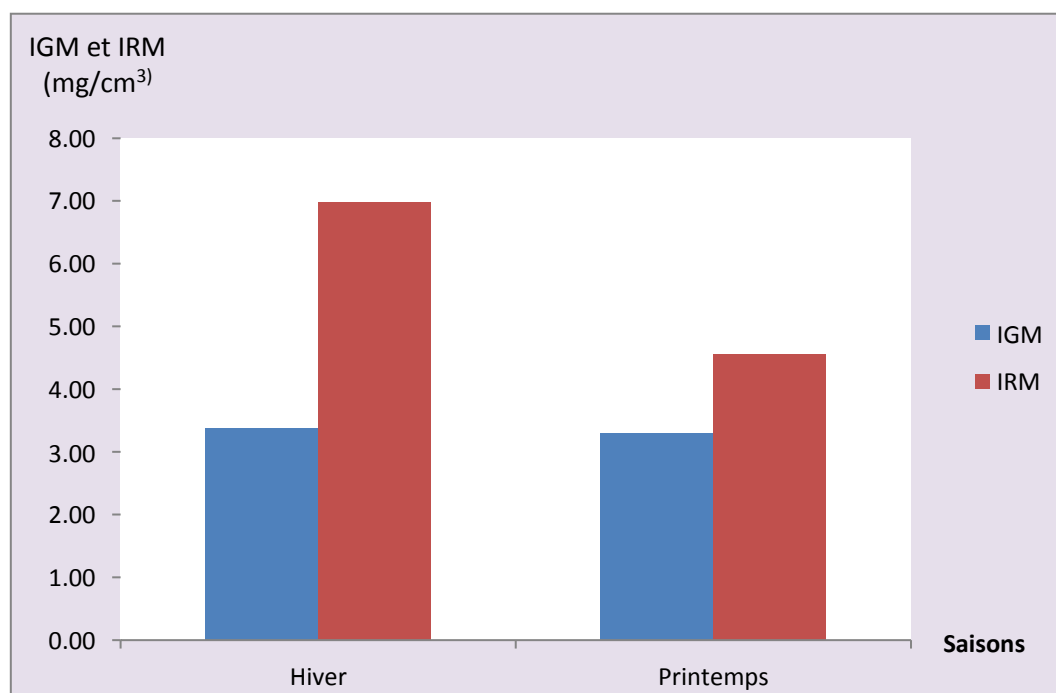


Figure 17 : Variations saisonnières des indices physiologiques (IGM et IRM) moyens de la population de *P. lividus* de la salamandre.

2. Sex-ratio

2.1. Sex-ratio globale

La sex-ratio a été déterminée sur une cueillette de **45** oursins livide récoltés du site de Salamandre. La répartition des sexes de la population de *P.lividus* est mentionnée sur le tableau 04.

Tableau 04. Pourcentages des deux sexes de la population de *P.lividus* dans le site de Salamandre.

	Sexe	
	M	F
Effectifs	27	18
Total	45	
Pourcentage %	60	40
Intervalle de Confiance (IC)	14.31	
Sex-ratio global (rapport M/F)	1.50	

Le taux de féminité total dans le site de Salamandre est de 40%, tandis que le taux de masculinité est de 60%. Les mâles sont donc plus nombreux que les femelles. Nos résultats ne coïncident pas vraiment avec ceux mentionnés chez la même espèce et au niveau du site de salamandre. En effet les travaux de Boukhelf (2012) dans lequel le taux de féminité a été plus élevé que le taux de masculinité. D'autres travaux dans différentes régions de la côte algérienne notamment ceux de Soualili (2008), Sahnoun (2009), Belkhedim (2009), Dermeche (2010), Kouadri Mostefai (2014), ont signalé un nombre plus important des femelles par rapport aux mâles.

L'explication se résume par l'effectif restreint que nous avons utilisé et la courte période d'échantillonnage.

2.2. Sex-ratio mensuelle

Tableau 05. Pourcentages et Sex-ratio mensuels des populations d'oursins livides du site de Salamandre.

Mois	Sexe		Pourcentage		Sex-ratio mensuel
	M	F	Males	Femelles	
Mars	8	7	38,10	33,33	1,14
Avril	10	5	27,03	13,51	2,00
Mai	9	6	30,00	20,00	1,50

La sex-ratio mensuelle présente une légère différence entre les taux de féminité et de masculinité (**tableau 5**).

En effet, à la Salamandre le taux de masculinité est élevé durant les trois mois d'étude (février, mars et avril) avec des valeurs respectives de **38.10 %**, **27.03** et **30.00 %** par rapport aux taux de masculinité, (**tableau 5**, **figure 18**).

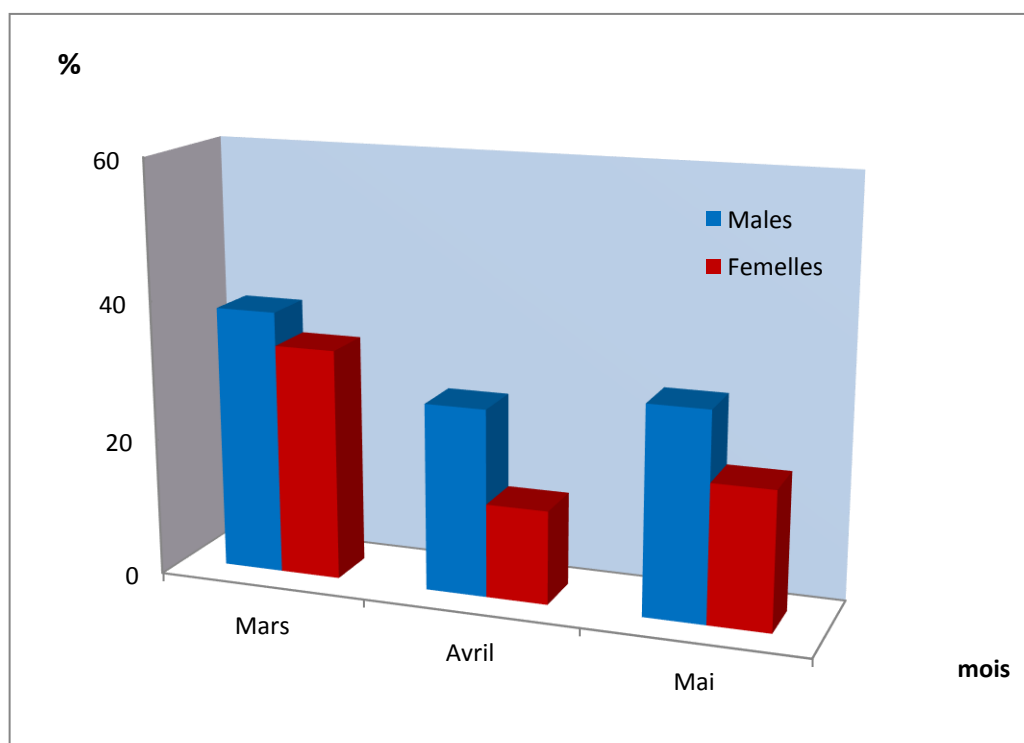


Figure 18. Pourcentages mensuels des mâles et des femelles chez *P. lividus* au niveau de la Salamandre.

3. Relations biométriques

La relation entre le diamètre du test(D), le poids total (PH) et la hauteur du test(H) et diamètre de lanterne d'Aristote (DLA) décrit les variations de la forme du corps durant la croissance de l'oursin livide. Pour l'ensemble de la population de *P.lividus* ces mensurations ont été utilisées pour étudier les relations entre les différents paramètres mesurés. Ces données ont été ajustées à la courbe de puissance et représentées par le tableau 6.

Tableau 6 : Equations liant la hauteur (**H**), le diamètre (**D**) du test sans les piquants, (**d**) le diamètre de la lanterne d'Aristote, (**h**) la hauteur de la lanterne d'Aristote et (**PH**) le poids humide chez *Paracentrotus lividus* dans le site de Salamandre. **r**= coefficient de corrélation et **n** = taille de l'échantillon.

X	Y	R	A	B	N	Observation
H	D	0.65	0.84	1.05	45	Croissance Minorants
h	d	0,42	0.92	4.09	45	Croissance Minorants
D	d	0.065	0.062	10.22	45	Croissance Minorants
D	PH	0.35	1.76	0.77	45	Croissance Minorants
H	PH	0.12	0.21	18.04	45	Croissance Minorants

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

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 19).

$$H = bD^a$$

Où, **H** est la hauteur du test et **D** le diamètre du test. Les paramètres (**a** et **b**) ont été estimés.

La relation entre la hauteur et le diamètre du test sans piquants pour les oursins de Salamandre affiche une valeur moyennement élevée de **r** qui est égale à **0,65** montrant une forte **corrélation** entre les deux variables. Le coefficient de régression **a** égale à **0.84** est inférieur à 1, pour la population de Salamandre ; la croissance présente une **Allométrie minorante** ou négative entre ces deux variables.

Ainsi la hauteur et le diamètre du test croissent à une vitesse différente (Figures 20). L'ensemble des oursins de la salamandre présente une croissance plus rapide du diamètre par rapport à la hauteur du test.

Nos résultats concordent parfaitement avec ceux trouvés chez la même espèce dans le même site de Salamandre tels les travaux de Dermeche (2010) et Boukhelf (2012) qui ont trouvés que la croissance des oursins en diamètre était plus importante que celle de la hauteur chez cette espèce.

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

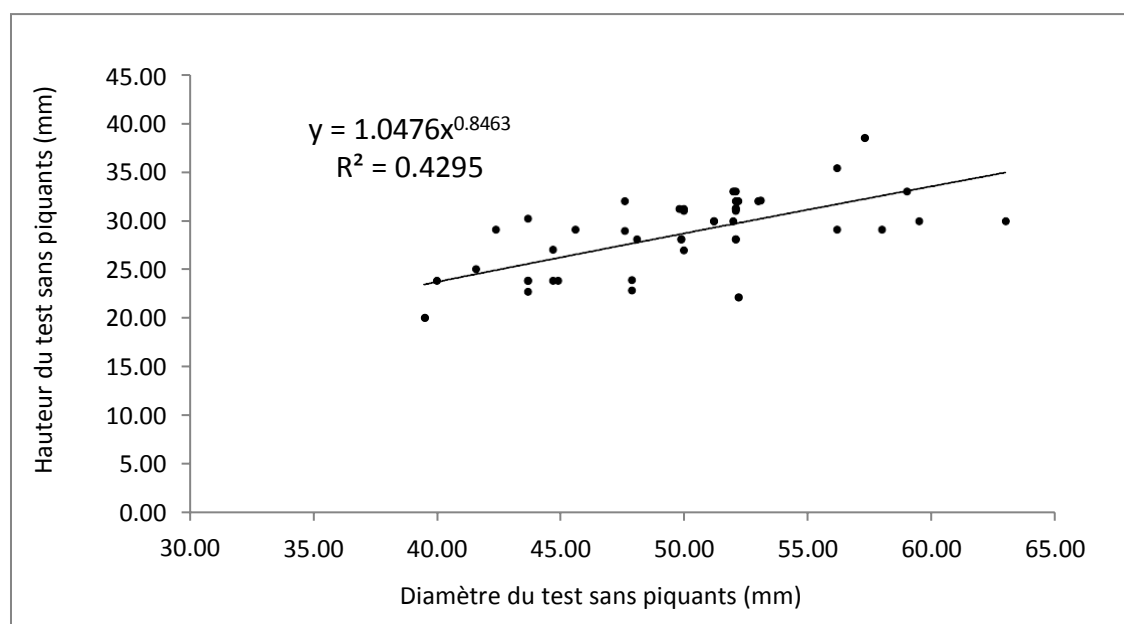


Figure 19 : Relation allométrique entre le diamètre (D) et la hauteur (H) du test sans piquants des oursins *P.lividus* sur site Salamandre.

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

Les données du diamètre (**d**)-hauteur (**h**) ont été ajustées aux courbes de puissance pour étudier la croissance relative de cet organe (Figure 20).

La relation entre **d** et **h** affiche des valeurs de **r** faible avec la valeur **0.42**, et le coefficient de régression de **0.92** légèrement inférieur à 1, met en évidence une relation d'allométrie minorant entre les deux variables **h** et **d** pour l'ensemble de la population. La vitesse de croissance de la hauteur de la lanterne d'Aristote est inférieure à celle du diamètre pour tous les individus étudiés. Selon (Hughes et *al.* 2012) les oursins sont dotés d'une flexibilité phénotypique modifiant la lanterne d'Aristote en fonction des conditions trophiques de leur milieu.

L'ensemble des oursins du site de Salamandre présente un léger aplatissement de la mâchoire. Le même constat a été noté chez la même espèce par les travaux de Boukhelf en 2012 dans le port de Salamandre de Mostaganem.

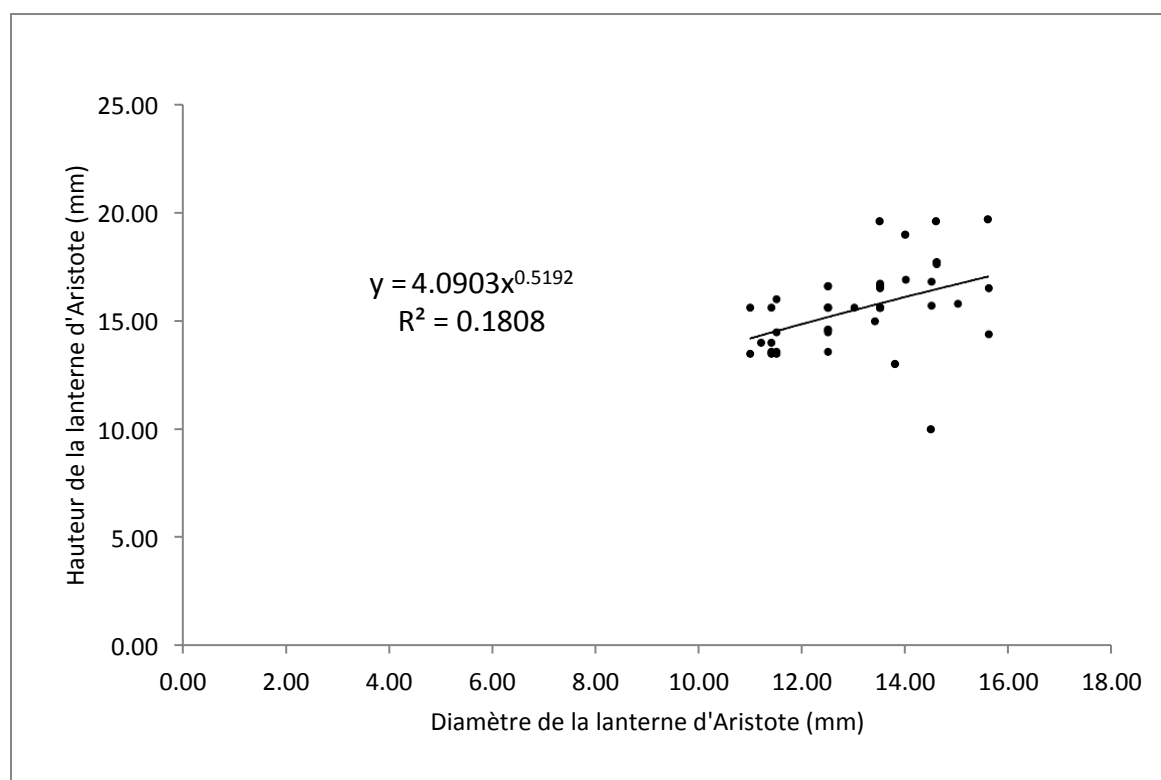


Figure 20 : Relation allométrique entre la hauteur de la lanterne d'Aristote (mm) et le diamètre de la lanterne d'Aristote (mm) des oursins livides de la Salamandre.

3.3. 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 violets ont été ajustées aux courbes de puissance (Figure 21).

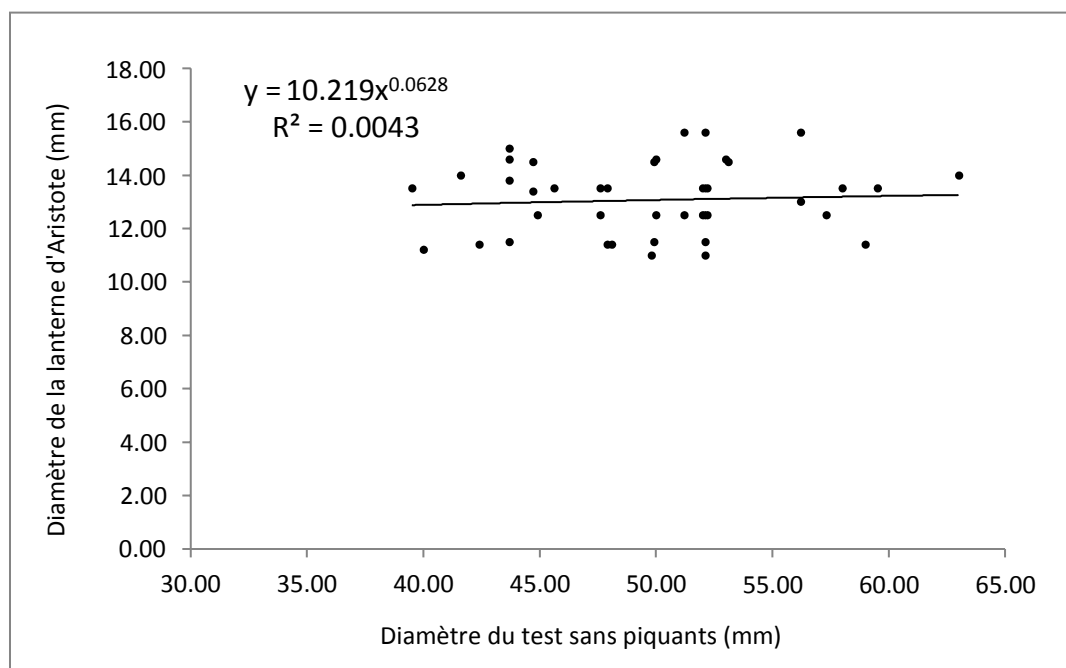


Figure 21 : Relation allométrique entre le diamètre du test sans piquants (mm) et le diamètre de la lanterne d'Aristote (mm) des oursins livides de la Salamandre.

Le coefficient de régression **a** (**0.062**) est hautement significatif inférieur à 1, met en évidence une relation d'allométrie minorant entre **d** et **D**. Aussi la relation entre les deux variables **d** et **D** est très faible (**r=0.065**).

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

3.4. 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 22).

Le coefficient de régression **a** < à 3 et la lecture des courbes aux puissances met en évidence une relation d'allométrie minorant 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 livide *P.lividus* de la Salamandre.

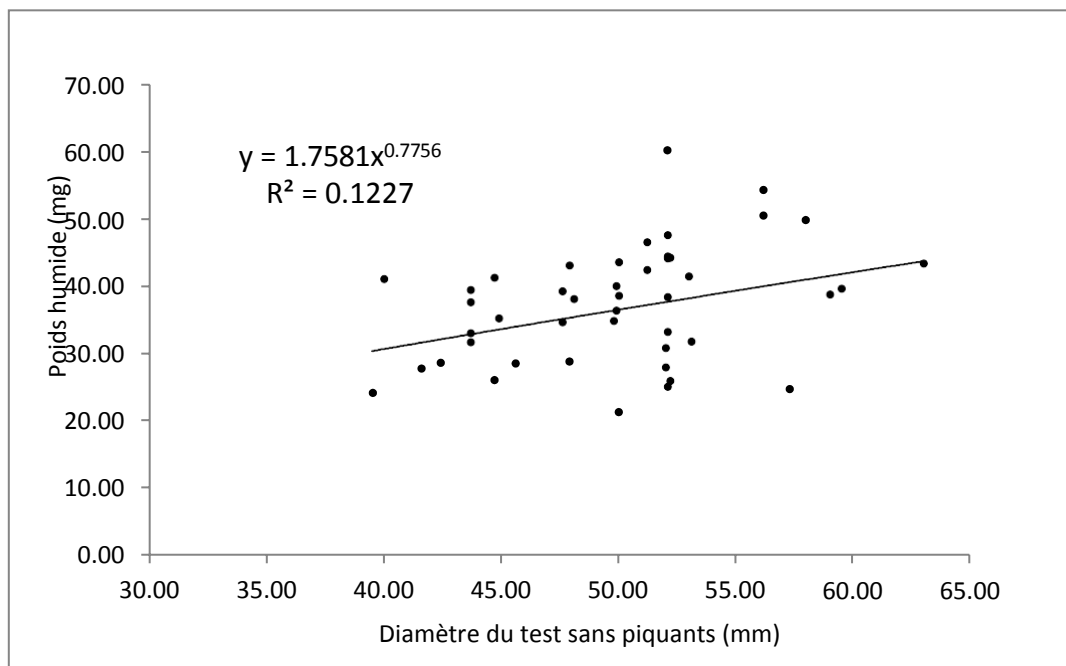


Figure 22. Relation allométrique entre le diamètre du test sans piquants (mm) et le poids humides (mg) des oursins livides de la Salamandre.

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

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.

Le coefficient de régression a significativement inférieur à 3 met en évidence une relation d'allométrie minorant entre PH et H dans le site de Salamandre. *P.lividus* présente donc une vitesse de croissance pondérale plus faible que celle de la hauteur du test.

Des résultats similaires sur la même espèce étudiée à Mostaganem (Salamandre et Sidi Lakhdar) obtenus, et à Arzew (Cap Carbon). Ces résultats ont affirmé que l'espèce se caractérise par une croissance pondérale importante par rapport à la hauteur (Boukhelf, 2012 ; Kouadri Mostefai, 2014).

4. Etude le contenu stomacal de *P.lividus*

L'étude du comportement alimentaire a concerné l'échinidé *P.lividus*, considéré parmi les principales espèces d'oursins de l'infralittoral superficiel de la côte de Mostaganem. Notre étude est illustrée comme suit :

4.1. Analyse des contenus digestifs

Tableau 7. Variation de la contribution moyenne (en pourcentage) d'items des contenus digestifs des oursins *P. lividus* dans le site de Salamandre durant les trois mois d'étude avec

A : Algue ; Cyano : Cyanophycées ; D.O: Débris organique

	A. Vertes	A. Brune	A. Rouge	Cyano	Posidonie	Sable	D.O
Février	19,00	25,00	27,00	11,00	5,00	8,00	5,00
Mars	21,00	24,00	21,00	20,00	7,00	4,00	3,00
Avril	27,00	25,00	15,00	10,00	15,00	5,00	3,00
Moyenne	22,33	24,67	21,00	13,67	9,00	5,67	3,67

Les résultats qualitatifs des contenus stomacaux de *P. Lividus* sont illustrés (figure 23) et représentés en pourcentage moyenne en fonction des mois.

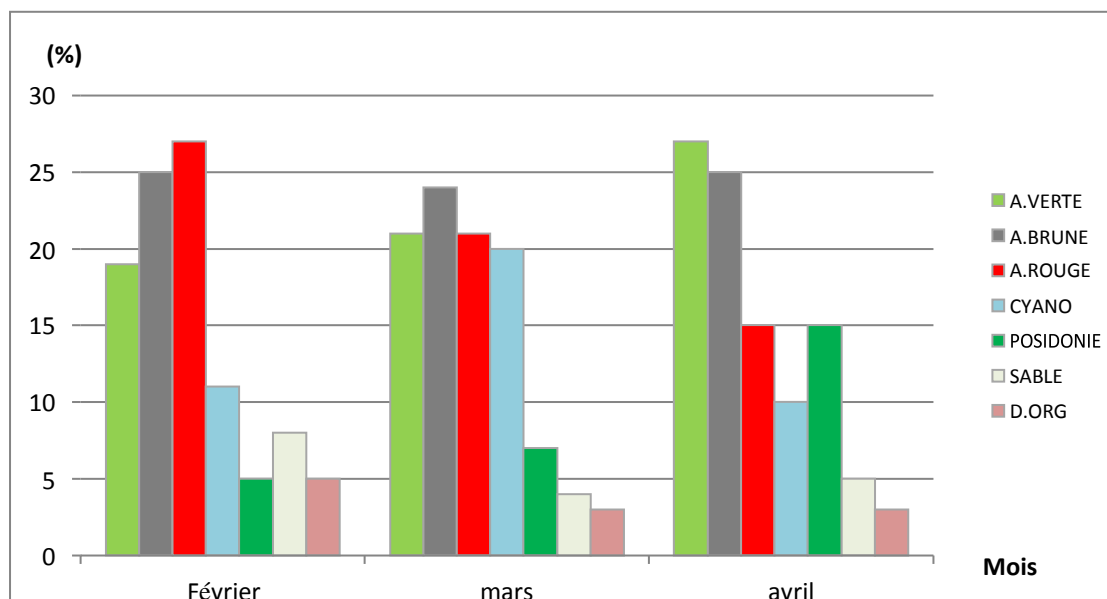


Figure23 : Variation mensuelle de la contribution moyenne (en pourcentage) d'items des contenus digestifs chez oursins *P. lividus* dans le site de Salamandre avec A : Algue ; Cyano : Cyanophycées ; D.ORG : Débris organique.

D'après l'analyse du tableau 7 et de la figure 23 et d'une façon générale, l'oursin livide se nourrit de façon diversifiée dans le site de Salamandre durant les trois mois d'études. Le régime alimentaire de l'oursin *P. lividus* dans ce site est très varié, avec des proportions assez variables. L'alimentation essentielle de cet oursin se compose de forte proportion de flore algale, suivi des fractions cyanophycées, la posidonie, le sable et en fin les débris organiques en dernier lieux.

D'une façon général le comportement alimentaire des oursins livides est herbivore, en effet les algues macrophytes arrivent première position durant les trois d'étude.

Au mois de **février** le classement des items les plus consommés par *P. lividus* est représenté par les algues rouges avec 27%, puis les algues brunes avec 25% de présence. Ensuite on remarque la contribution des algues vertes avec 19% et en dernier on retrouve les Cyanophycées avec 11%. Les aliments les moins consommés durant ce mois sont le sable avec 8% et la Posidonie et en dernier les Débris organique par 5% de contribution (voir annexe II).

Le mois de **mars** a été caractérisé par la dominance des algues brunes 24%, ensuite les algues vertes, les Cyanophycées et les algues rouges avec des contributions similaires ($\approx 21\%$). Les aliments moins présents en ce mois sont la Posidonie (7%), le sable avec 4% et les Débris organique par 3%.

Pour le mois d'**avril**, l'item le plus dominant parmi les algues macrophytes trouvés dans les intestins des oursins *P. lividus* c'est les algues vertes avec 27% de contribution. Ensuite arrivent les algues brunes par 25% ensuite Posidonie et les algues rouges par des contributions semblables avec 15%. Les items les moins fréquents en ce mois sont le sable avec 5% et dernier les Débris organique par 3% de présence.

En récapitulant, les algues brunes prennent le dessus dans le contenu digestif des oursins livides avec 24.67%, ensuite les algues vertes 22.33%, puis les algues rouges par 21%. Les Cyanophycées par 13.67%, la posidonie à 9%, le sables à 5.67% et enfin les débris organiques avec 3.67%. Nos résultats sont généralement comparables avec ceux de **Ziani et Mouzaoui (2018)** chez la même espèce indiquant une préférence par l'oursin livide des algues brunes avec 57%, ensuite les algues rouges 53%, les algues vertes 49% puis les Cyanophycées avec 34%.

P. lividus est beaucoup plus actif la nuit que le jour (Shepherd et Boudouresque, 1979 ; Dance, 1987). C'est un animal brouteur à régime généraliste mais essentiellement herbivore dans son milieu naturel. Il peut cependant dans certaines conditions, être omnivore (Neill et Pastor, 1973 ; Regis, 1978).

Les causes les plus suspects qui ont fait que *P. lividus* a des aliments moins présents dans son contenu digestifs (avec des contributions de Posidonie 17% et sable 13 % et débris organiques 9%) est celle proposé par Belbachir (2018) qui a énoncé que le site de Salamandre présente quelques signes de dégradation, à savoir sa biodiversité réduite et surtout son herbier de posidonie qui est en très mauvaise état.

En plus et d'après Bachir- Bouiadjra (2012) la plage de la Salamandre avec les aménagements littoraux opérés ces dernières années, est devenue un site vulnérable. Il est à surveiller de près afin d'éviter l'érosion de sa richesse algale.

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

:

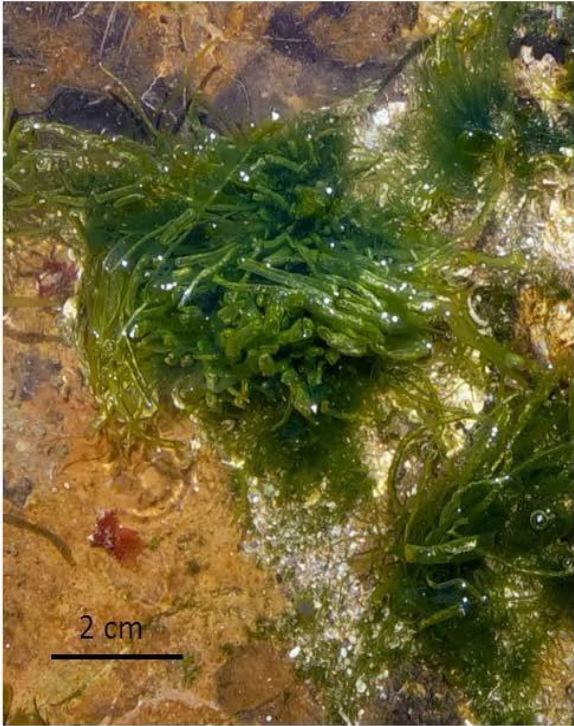
- Algues vertes.



Caulerpa racemosa



Codium sp



Ulva sp



Colpomenia sp



Caulerpa sp

• Algues brunes



Cystoceira sp



Laminaria sp

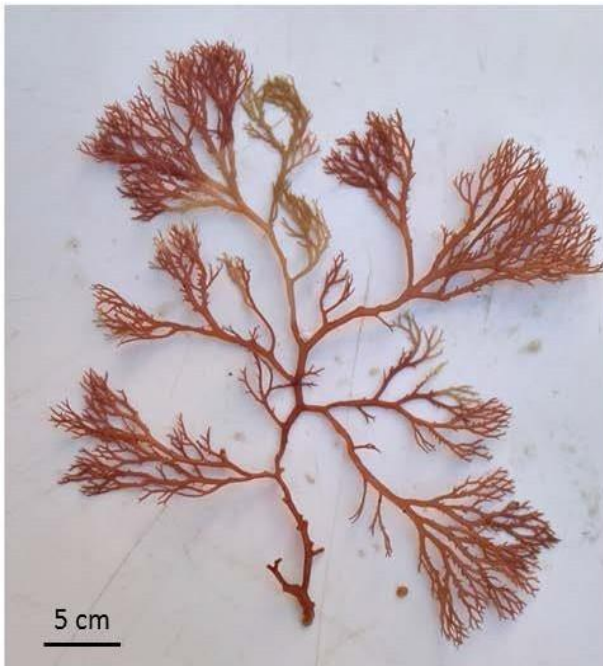


Dichtyota sp



Padina sp

• Algues rouges



Sphaerococcus coronopifolius



Coralina elongata



Gelidium sp



Jania rubens



Lithiphylum sp

• Plantes à fleurs



Posidonia oceanica



Zostera sp

4.3. Observations microscopiques

Les différents fragments digérés (végétaux, animaux ou inorganique à la fois) par les oursins sont analysés au microscope (x 100).

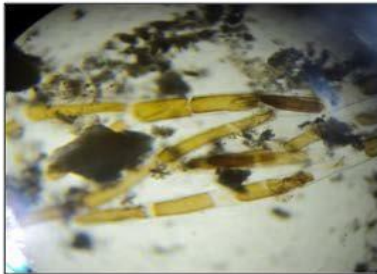
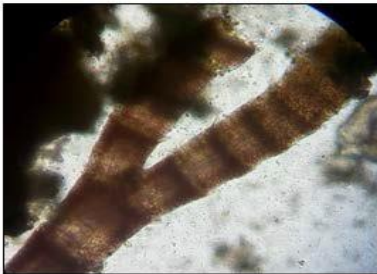
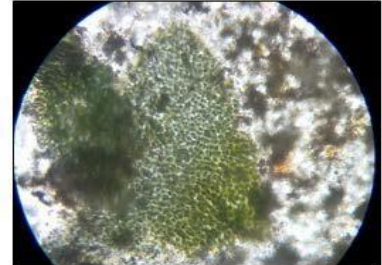
Algues rouges



Algues brunes



Algues vertes



Débris organiques



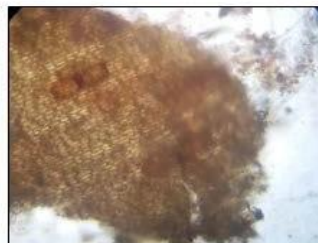
Cyanophycées



Posidonie vivante



Posidonie morte



Sable



Conclusion

La présente étude visée l'analyse des paramètres physiologiques de la population d'oursins livides du site de Salamandre du littoral de Mostaganem. Ce site se caractérise par un substrat rocheux, riche en algues photophiles mais perturbé par la pollution (rejets urbains et industriels) et une forte activité portuaire.

Durant les trois mois de cette étude allant de février à avril 2019, le suivi de l'évolution des **indices physiologiques** (indice gonadique et indice de réplétion), a bien traduit la saisonnalité de l'activité gonadique de *P. lividus* au niveau du site de Salamandre et nous permis de voir que la saison printanière correspond à la période de reproduction chez cette espèce.

Le suivi des indices physiologiques en fonction de la taille des oursins nous a permis de conclure aussi que la croissance gonadique et l'activité trophique diminuent avec la taille des oursins. Les jeunes individus ont une spécificité trophique supérieure.

L'étude que nous avons réalisé étaient d'une part une connaissance de la biologie par étude les **indices physiologique** (indice de réplétion IR, indice gonadique IG) et relation entre paramètre biométrique de *P. lividus* vivant dans un biotope (salamandre), et d'autre part évaluer la contribution de régime alimentaire des spécimens d'oursins au biotope.

Concernant le sex-ratio pour l'espèce *P. lividus* s'est avéré en faveur des **males par rapport des femelles au niveau du biotope rocheux de la salamandre.**

Pour ce qui est l'aspect trophique, l'étude des contenus digestifs réalisée par la méthode de contacts Jones (1968), nous a permis de confirmé que le régime alimentaire d'oursin livide *P. lividus* est principalement herbivore durant les mois de l'étude. Les algues brunes occupent la première place en ce qui concerne le choix alimentaire. On a aussi remarqué que les algues brunes et rouges sont fréquemment broutées par cet oursin durant les mois février et mars.

L'étude des **relations allométriques** entre les différents paramètres morphologiques démontre l'existence d'une relation allométrique plus que moyenne entre ces différents paramètres de croissance et témoignent de l'aplatissement de l'oursin livide considéré comme une forme d'ajustement à son milieu.

Et enfin, l'oursin comestible *P. lividus* reste parmi les espèces les plus utilisés comme bioindicateur par son caractère sédentaire, adaptation avec des conditions extrêmes, plasticité dans son régime alimentaire vis à vis le manque de ressources. Cette espèce est largement sollicité dans plusieurs domaines : écologique, biologique, bio-surveillance, physiologique, biotechnologique pour détecter et renseigner la qualité milieu marin.

Références bibliographiques

A

Allain, J.Y., 1975. Structure des populations de *Paracentrotus lividus* (Lmk) (Echinodermata, Echinoidea) soumises à la pêche sur les côtes Nord de Bretagne. Rev. Trav. Inst. Pêches marine., Fr., 39,2 : 171-172.

Allain, J.Y., 1978. Age et croissance de *Paracentrotus lividus*(Lmk) et de *Psammechinus miliaris*(Gmelin) des côtes Nord de Bretagne (Echinoidea). Cah.Biol.Mar., Fr., 19,1 : 11-21.

Ameur. A et belkhira.M,2018. Étude morphométrique basée sur les points homologues du crabe marbré *Pachygrabsus marmoratus* (Fabricius, 1787) au niveau de la côte de Mostaganem, thèse master, option bioressources marines p89.

A.N.D.I., 2013. Agence Nationale de Développement de l'Investissement wilaya de Mostaganem p22.

ANDI., 2014. Agence Nationale de Développement de l'Investissement Entretien avec Monsieur Ahmed MAABED, Wali de Mostaganem.

Azzolina, J.-F., 1987.-Evolution à long terme des populations de l'oursin comestible *Paracentrotus lividus* dans la baie de Port-Cros (Var, France), in : Colloque International Sur *Paracentrotus Lividus* et Les Oursins Comestibles. GIS Posidonie publ., Marseille, France, pp. 257–269.30p.

B

Bald J., Borja A., Garmendia J.M., Rodríguez J.G., Galparsoro I., 2007. Evaluation de-là biomassasubmareal de erizo y anémona entre el municipio de Elantxobe y el Cabo de Santa Catalina (Bizkaia, País Vasco): un análisis para su futura explotación y gestión. 351BI20070011. Informe inédito para la dirección de Pesca y Acuicultura del Gobierno Vasco, 102 p.

Boudouresque C.F., Verlaque M., 2001. Ecology of *Pracentrotus lividus*. In. Lawrence J.M., (Ed), Edible sea urchins: Biology and ecology, Amsterdam: Elsevier Sciences, 177-216.

Boudouresque, C.-F., Nedelec, H., Shepherd, S.A., 1980. - The decline of a population of the sea urchin *Paracentrotus lividus* in the bay of Port-Cros (Var, France). Trav Sci Parc Nation Port-Cros Fr 6, 243–251.30p.

Boudouresque, C.-F., Verlaque, M., 2007. Ecology of *Paracentrotus lividus*, in: Edible Sea Urchins: Biology and Ecology. John Miller Lawrence, pp. 243–285.29 ;30p.

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), thèse de magister science de la mer Option : Biologie et pollution marines 183p.

Bachir –Bouiadjra.B., 2012.L'étude de la flore algale benthique et les impacts de ses espèces invasives devant la côte Mostaganemoise thèse doctorat, option algologie p182 université Mostaganem.

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.

Buckle L.E., Alveal.K. Tarifeno.E., Guisado.C., Cordoba. L., Serrano. C., Valenzuela.J., 1980. Biological studies on the chile an sea urchin *Loxechinusalbus*(Molina) (Echinodermata: Echinoidea).Food analysis and seasonal feeding rate. An. Centro Cienc.Mar.Limnol.Univ.Nat.Auton.Mexico, 7:149-158.

Bachir-Bouidjra.B, Belbachir.N, Benkada.M.Y, Maarouf.A, Riadi .H.,2010.- sur la presence de l'algue *Caulerpa Racemosa* (forsskal)J. agardh (caulerpales , chlorophyta) devant la cote Mostaganem (oust Algeria) p05.

Belbachir. N, Soualili. D.L, Mezali. K ,2017. Place de la Posidonie dans le régime alimentaire des holothuries aspidochirotés (Holothuroidea : Echinodermata) de la frange côtière de Mostaganem (Algérie), Journées Scientifiques de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie p7.

Belbachir.N, 2018. Rôle des Holothuries aspidochirotés dans le fonctionnement

Du réseau trophique de l'écosystème à *Posidonia oceanica*(L.) Delile (1813) de la frange côtière de Mostaganem thèse doctorat option Ecologie marine p 196.

Bellaouel F.Z et Mouri. Y, 2018. 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), thèse master, option Bioressources marines p 79.

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), thèse de magister science de la mer Option : Biologie et pollution marines 183p.

Bowen. S.H, 1983. Quantitative description of the diet. In Fisheries Techniques, L.A. NIELSEN et D.L. JOHNSON ed.: 325-336- American Fisheries Soc, Maryland, U.S.A. communities, WHITTAKER R. ed., Junk publ., The Hague, Netherl. 99-149.

C

Casamajor.M.N., Mahia. (J., Bru. N., Caill-Milly. N.2014.Analyse des ressources et des caractéristiques individuelles du stock d'oursin *Paracentrotus lividus*(Lamarck, 1816) du territoire64p63.

Chapman P.M., SwarzR.C.,Roddie B., Phelps H.L. Van den Hurk P., Buter R., 1992 . An international comparison of sediment toxicity tests In the North Sea. *Mar Ecol. Prog Ser.*,91 :253-264.

Cellario. C., Fenaux.L. 1990. *Paracentrotus lividus*(Lmk) in culture (Larvea and Benthic phases): Parameters of growth observed during two years following metamorphosis.*Aquaculture*,84 : 173-188.

D

Dermeche. S, F. Chahrour, Z. Boutiba, 2009.**Contribution** à L'étude Des variations Des Indices Physiologiques (Indice de Réplétion-Indice Gonadique et Sex Ratio) Chez la Population D'oursins Comestibles *Paracentrotus Lividus* (Lamarck 1816) Du Littoral Occidental Algérien p12.

Dromard.C, Bouchon-Navaro.Y, Mireille Harmelin.V, BOUCHON.C, 2013. Partage des ressources alimentaires entre les espèces de poissons chirurgiens (Acanthuridae), parc national de la gaude loupe 12p.

Dance C. 1987. Patterns of activity or sea urchin *Paracentrotus lividus* in the Bay of Port- Gros (Var. France. Méditerranéen). *Mar. Ecol.*, 8(2) : 231-142.

Dermech.S.,2010. Indices physiologiques, métaux lourds et bio-essais chez l'oursin commun *Paracentrotus lividus*(Lmck,1816) de la côte oranaise (Algérie Ouest), thèse doctorat, option Biologie et Pollution Marines p161.

Demnard. F.,2007. Bulletin du Club Cristal Ammonite, N°29 p 19 **Dermeche S., 2010.**Indices physiologiques, métaux lourds et bio essais chez l'oursin commun *Paracentrotus lividus* (Lmck ,1816) de la côte oranaise (Algérie Ouest). Doctorat en pollution marin. Uni Oran. P6-23-38.

DCSMM, 2012.Directive cadre stratégie pour le milieu marin, écologique Dubon état pour les sous-régions marines françaises. P48.

E

EPA (Environmental Protection Agency), 1988. sea urchin (*Arbacia punctulata*) fertilization test Method 1008. In Weber C.I., Horning II W.B., Klemm. D.J., Kessler F.A., (eds), Short-Term methods of effluents and receiving organism, Report, EPA/600/4-87/028, Cincinnati, 239-272.

Fenaux L., 1968.Maturation des gonades et cycle saisonnier des larves chez *A.lixula*, *P.lividus* et *Psammechinus microtuberculatus*(Echinides) à Ville franche -sur -Mer .*Vie et milieu*, 19(1-A) ,1-52.

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

Edwards P.B. et Ebert T.A. 1991. Plastic responses to limited food availability and spine damage in the sea urchin *Strongylocentrotus purpuratus* (Stimpson). J Exp Mar Biol Ecol, 145(2) 205-220.

F

Fernandez.C., 1996. Croissance et nutrition de l'oursin *Paracentrotus lividus* dans le cadre d'un projet aquacole avec alimentation artificielle. Thèse. Doct., Oceanol, Univ. Corse, Corse, France., 1-200

Fischer W., Schneider M., Bauchot M.L. (1987). - Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et Mer Noire. Zone de pêche37. Révision I.Vol. I. Végétaux et invertébrés. 760p.23 p.

Fredig, G., 2002 –*Paracentrotus lividus*. MEDIFAUNE.

Fenaux L., 1968. Maturation des gonades et cycle saisonnier des larves chez *A.lixula*, *P.lividus* et *Psammechinusmicrotuberculatus* (Echinides) à Villefranche- sur- Mer.Vie et milieu, 19(1- A) ,1-52.

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

G

Grosjean F., (2001). Growth models of the reared sea urchin *Paracentrorus lividus*(Lamarck, 1816) these PhD. U.L.B., Belgique. **23;26 p.**

Guendouzi Y, Boulahdid Mostefa, Boudjenoun Meriem, Mezali Karim, Soualili,D.L, .2017. Seasonal variation in bioavailability of trace metals in the echinoid *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) from Algerian coastal waters: Effect of physiological indices Regional Studies in Marine Science 112–117p.

Guermazi W., 2018. BIOLOGIE ET MODELES ANIMAUX Les Echinodermes UNIVERSITE DE GABES p33.

Goodall D.W. 1978. Sample similarity and species correlation. In Ordination of plant

Googel,2019- version7.3.1 Satellite landsat.

Guyomarch J.P ; le foll.F., 2011. Milieu côtier ressources marine et société, région Bretagne, conseil économique et sociale p294.

H

Harmelin.J.C., Bouchon.C., et Hong., J.S., 1981. Impact de la pollution sur la distribution des échinodermes des substrats durs en Provence (Méditerranée nord occidentale). *Téthys*, 10(1): 13-36.

Himmelman, J.H., 1986 - Population biology of green sea urchins on rocky barrens. *Mar.Ecol. Prog. Ser.* 33, 295–306.

Haddouche. S et Bainine. A, 2017. Contribution à l'étude du régime alimentaire de l'oursin *Arbacialixula* (Linnaeus, 1758) de la région de Mostaganem, thèse master, option ressource halieutique et exploitation p67.

J

Jangoux, M., 1987d. - Diseases of Echinodermata. IV. Structural abnormalities and general considerations on biotic diseases. *Dis. Aqua. Organ.* 3, 221–229.30 p.

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

K

Kempf M., 1962. Recherche d'écologie comparée sur *Paracentrotus lividus* (Lamarck.) et *Arbacia lixula* (L.). *Rec... Trav. Stnmar Endoume.Fr.*25 (39).47-116.

Kartas F., Quignard J.P., 1984. La fécondité des poissons Téléostéens. Masson. Ed., Paris. 117p.

Kherraz. A, 2015. Biologie et dynamique de la population exploitée du rouget de roche *Mullus surmuletus* (Linné, 1758) pêché dans la région de Mostaganem, thèse doctorat option Évaluation et Gestion des Ressources Halieutiques p153.

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

Korichi.F et Djellali. F.Z ,2018. Etude des paramètres physico-chimique et bactériologique de deux sites (salamandre et crique de stidia) de littoral de Mostaganem, thèse mates option bioressources marines p130.

L

Levitan, D.R., Sewell, A., Chia, F.S., 1992. - How distribution and abundance influence fertilization success in the sea urchin *Strongylocentrotus Franciscans*. *Ecology* 73, 148–254.29p.

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.

Lawrence.J.M., 1975.On the relationships between marine plants and sea urchins. Ocean. Mar. Biol. Annu. Rev., 13/213-286.

Leighton.D.P., 1968.A comparative study of food selection and nutritio in the abalone *Haliotis rufescens*(Swainson) and the sea urchin *Strongylocentrotus purpuratus*(Stimpson).Ph. D. Thesis. Univ. California, SanDiego.197pp.

M

Mezali- Soualili D.L., Semroud R., Guillou M., 2010.variabilité de croissance d'oursin *paracentrotus lividus* (LMK) de la région d'Alger (Alegria).

Miard.T., Couvray. S.,2014 - Affinage d'oursins : synthèse bibliographique. Comité Local des Pêches Maritimes et des Elevages Marins du Var / Fonds Européen pour la pêche – Institut Océanographique Paul Ricard. 19 pp.

N

Nedelec. H,1982. Ethologie alimentaire de *Paracentrotus lividus* dans la baie de Galéria (Corse) et son impact sur les peuplements phytobenthiques. Thèse Doct. 3eme Cycle océanogr. Boil., Univ. Paris 6, Fr. : 1-175

O

Ouréns, R., Flores, L., Fernández, L., Freire, J., 2013b.- Habitat and density-dependent growth of the sea urchin *Paracentrotus lividus* in Galicia (NW Spain). J. Sea Res. 76, 50–60.

P

Palumbi, S.R., 1994.- Genetic divergence, reproductive isolation, and marine speciation. Annu Rev Ecol Syst 25, 547–572.29p.

Palumbi, S.R., 2009. - Speciation and the evolution of gamete recognition genes: pattern and process. Heredity 102, 66–76.29p.

R

Regis, M. B., 1978 -Croissance de deux Echinoïdes du Golfe de Marseille (*Paracentrotus lividus* (Lmck) et *Arbacia lixula*, L) Aspects écologiques de la microstructure du squelette et de l'évolution des indices physiologiques. Thèse de Doctorat d'état, Univ. Aix-Marseille III, Marseille Fr., : 221 p+I-VI+12 pl.h.t.

Rouane O.H., 2013. Biosurveillance de la qualité des eaux côtières du littoral occidental algérien, par le suivi des indices biologiques, de la biodisponibilité et la bioaccumulation des métaux lourds (Zn, Cu, Pb et Cd) chez la moule *Mytilus galloprovincialis* et l'oursin *Paracentrotus lividus* obtention du diplôme de Doctorat université d'Oran.

Regis, M. B., 1981-Aspects morphométriques de la croissance de deux Echinoïdes du golfe de Marseille, *P.lividus*(Lmk) et *Arbacia lixula*(L)Cah. Biol. Mar.fr., 22,3 :349-370 **Regis, M. B., 1978**.Croissance de deux Echinoïdes du Golfe de Marseille (*Paracentrotus lividus*(Lmk) et *Arbacia lixula*,L) Aspects écologiques de la microstructure du squelette et de l'évolution des indices physiologiques. Thèse de Doctorat d'état, Univ. Aix-Marseille III, Marseille Fr., : 221 p+I-VI+12 pl.h.t.

S

Savy S., 1987. Les prédateurs de *P. lividus* (Echnodermata). Colloque international sur *P.*

lividus et les oursins comestibles.

Sadoud. L., 1988.**Contribution** à l'étude de la biologie de l'oursin *Paracentrotus lividus* des régions d'Ain Chorb et du port d'Alger. Memo. D.E.S. Biol. Mar. U.S.T.H. B. Alger., 1-74.

Soualili D.L., 2008. Les populations naturelles d'oursins : un outil évaluateur de l'état de santé de l'Algérie. These Doct, Ocean. Univ. U. S. T. H. B. 147p.

Scherrer.B., 1984.Biostatistique. Ed. Morin., Canada :850pp.

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.

Semroud R. 1993. Contribution à la connaissance de l'écosystème à *Posidonia oceanica* (L). Delile dans la région d'Alger (Algérie) : Etude de quelques compartiments. Thèse de Doctorat Sciences en écologie marine. Université des Sciences et Technologie Houari Boumediene (USTHB), Alger, 129p.

Shepherd S.A. et Boudouresque C.F. 1979.A preliminary note on the movement of the sea urchin *Paracentrotus lividus*. Trav. SCI. Parc nation. Port-Cros., 5 : 15

Sahnouni, F., 2004. Surveillance de la qualité des eaux marines du littoral oranais cas des baies de Cap Falcon, des Andalouses et de Maddagh. Mém. 144 p. Magister. Biologie et pollution marines. Univ. Oran. Algérie.01p.

T

Tekouk KH et Hama A, 2018.étude de la qualité du milieu marin à travers deux bio indicateurs la moule « *mytilus galloprovincialis* » et l'oursin « *paracentrotus lividus* » au niveau de deux sites du littoral de Mostaganem thèse master p121.

Tortonese E. 1965. Echinodermata. Fauna d'Italia vol. VI. Calderini, Bologna.

Tortonese E., Vadon C. (1987). - Oursin et Holothuries (Echinoderme) in fiche FAO didification des espèces pour les besoins de pêche Révision I, Méditerranée, Mer noire zone de pêche 37 vols I, végétaux et invertébrés : pp715-739. 22p.

V

Verlaque M., et Nedelec H., 1983a -Biologie de *Paracentrotus lividus*(Lmk) sur substrat rocheux en Corse Alimentation des adultes. Symbioses, 15(4) :221-222.

W

Windell J. T et Bowen S.H, 1978.methods of study of fish diets based on analysis of stomach contents in methods for assessment of fish production in French water.

Z

Ziani Kh et Mouzaoui H, 2016. Contribution à l'étude du régime alimentaire de l'oursin *Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758) de la région de Mostaganem, thèse master, option exploitation et protection des ressources marines vivantes p76.

Site web

[1] (<http://www.snv.jussieu.fr>).

[2]. dz.geoview.info.

Annexe

Annexe I

Tableau 01 : des rapports indices physiologiques IRm, IGm et de oursin *P.lividus* représenter en Moyenne ± écart type (- indique manque des spécimen).

Les indices physiologiques	[40-45 [mm	[45-50 [mm	[50-55 [mm	[55-60 [mm	Les mois
IRm	7.78±3.95	4.17±2.30	4.18±1.24	3.07±0.99	Février
IGm	3.41±2.40	2.46±1.60	2.18±1.44	2.45±1.79	
IRm	4.32±2.02	4.38±2.39	3.87±2.38	-	Mars
IGm	2.04±1.00	2.27±1.33	2.96±2.70	-	
IRm	-	3.23±2.28	4.78±2.48	1.89±1.29	Avril
IGm	-	0.73±0.37	2.33±1.33	2.14±0.74	

Annexe II

Tableau 02 : Variation mensuelle de la contribution moyenne (en pourcentage) d'items des contenus digestifs chez oursins *P.lividus* dans le site de Salamandre avec A : Algue ;
D. Débris organique

Mois Item (%)	Février	Mars	Avril
A. Verte	19	21	27
A. Rouge	27	21	15
A. Brun	25	24	25
Posidonie	5	7	15
Cyanophycées	11	20	10
Sable	8	4	5
D. organique	5	3	3

