

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



DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MER ET DE L'AQUACULTURE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

KALLECHE Kamel

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER

EN HYDROBIOLOGIE MARINE ET CONTINENTALE

Spécialité : Ressources Halieutiques

THÈME

**Evaluation de la qualité des eaux côtières de Mostaganem
A travers les bioindicateurs de la macrofaune benthique**

Soutenu publiquement le 16/09/2019

Devant le jury

President	M^{me}. Ait M^{ed} Amer. L.	MCB	Université de Mostaganem
Encadreur	M^{me}. SOUALILI. D.L	Professeur	Université de Mostaganem
Examineurs	M^{er}. BELBACHIR. N	MCB	Université de Mostaganem
Co-Encadreur	M^{elle}. OULHIZ. A	MCB	Université Mostaganem

Année universitaire : 2018/2019

Remerciement

Avant tout, je remercie Allah Tout-Puissant de m'avoir donné le courage, la volonté et la patience pour terminer ce travail.

Tout d'abord, je voudrais exprimer mes sincères gratitude à mon encadreur, Professeur Soualili Dina Lila pour nous avoir encadrées, nous la remercions pour son soutien, enseignement et sa confiance.

Un grand merci est également adressé à mon Co-encadreur mademoiselle Oulhiz Aicha qui m'a suivi tout au long de cette période et m'a conseillé, je ne peux pas exprimer à quel point je lui suis reconnaissant pour son aide, son soutien, son conseils et ses encouragements.

Je tient, aussi, à remercier M^{me}. Ait Mohamed AMER Lilia, maitre de conférences au département des sciences de la mer et l'aquaculture (FSNV/UMAB), d'avoir accepté de présider le jury.

Je remercie également M^{er}. BELBACHIR Nour-Eddine, maitre de conférences enseignant chercheur et chef du département des sciences de la mer et l'aquaculture (FSNV/UMAB), d'avoir aimablement accepté examiner et d'apporter ses remarques à ce modeste travail.

Je souhaite adresser mes remerciements au responsable du laboratoire pédagogique de l'halieutique qui m'a permis de mener à bien le protocole expérimental et m'a aidé au cours des expérimentations.

Mes remerciements vont également à tous les enseignants du département des sciences de la mer et de l'aquaculture, qui ont fait de leur mieux pour nous guider au cours de ces dernières années. Nous ne serons pas là sans vous.

Je tiens à remercier vivement tous ceux qui, de près ou de loin ont participé et aidés à ma formation dans cette filière.

Dédicace

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

A ma très chère mère qui ma soutenue et encouragé

Pour arriver à ce niveau universitaire

A mon frère Mohamed qui n'ont pas cessé de me soutenir et de m'encourager et pour m'avoir plus d'une fois remonté le moral.

A toute ma famille : kalleche

A tous mes amies : Mansour, Amine, Abd el Kader, charef, Mohamed

Je remercie vivement tous mes camarades de ma promotion RH et surtout avoir passé les trois belles années avec eux, une période qui compte dans ma vie.

Je vous adresse mes sincères remerciements et me sympathie à tous.

Kamel

Résumé :#

Les écosystèmes côtiers marins de Mostaganem comme ceux de toute la côte méditerranéenne, sont des espaces fragiles, vulnérables, limités et convoités. Ce sont des milieux de plus en plus affectés par les activités humaines, par l'augmentation de la densité urbaine au niveau des côtes, qui déversent ses rejets dans les eaux marines côtières, et qui causent une pression écologique intense sur ces milieux. A cet effet, plusieurs bioindicateurs issus de la macrofaune benthique sont largement utilisés dans l'évaluation et le suivi de la qualité de l'environnement marin afin de parvenir à contrer cette dégradation du milieu.

C'est dans ce contexte que s'inscrit cette présente étude. Elle est basée sur l'évaluation et l'identification de la macrofaune benthique des substrats rocheux de l'étage Médiolittoral de la zone côtière de la Wilaya de Mostaganem. Ainsi, trois sites ont été choisis à savoir : Stidia, Kharouba et Hadjadj. L'évaluation de la qualité écologique de ces différents sites a été réalisée en utilisant les indices biologiques tels que : les descripteurs statistiques (Richesse Spécifique (S) ; Abondance (A) ; Dominance) et les indices de diversité [Indice de Shannon Wiener (H') et indice d'équitabilité de Piéluou (J')]. Aussi nous avons choisi de tester la qualité du milieu de ces différents sites, en utilisant le test du développement larvaire de l'oursin *Paracentrotus lividus*, espèce largement utilisée pour ce type d'analyse.

L'analyse de la composition des peuplements benthiques ainsi que les tests de la qualité du développement larvaire de l'oursin *Paracentrotus lividus* ont révélé et confirmé un état général satisfaisant des trois sites étudiés. Cependant, le site de Kharouba, semble présenter un peuplement beaucoup plus caractérisé par une organisation en état d'équilibre par rapport aux sites de Stidia et Hadjadj.

Mots clefs : Peuplements benthiques, Indices écologiques, *Paracentrotus lividus*, Développement larvaire. Mostaganem.

Abstract :

The marine coastal ecosystems of Mostaganem, like those of the entire Mediterranean coast, are fragile, vulnerable, limited and coveted. These are environments increasingly affected by human activities, by the increase in urban density at the coast, which discharges its discharges into coastal marine waters, and which cause intense ecological pressure on these environments. To this end, several bioindicators derived from benthic macrofauna are widely used in the evaluation and monitoring of the quality of the marine environment in order to counter this degradation of the environment.

It is in this context that this study falls. It is based on the evaluation and identification of the benthic macrofauna of the rocky substrates of the Mediollittoral stage of the coastal zone of the Wilaya of Mostaganem. Thus, three sites were chosen to know: Stidia, Kharouba and Hadjadj. The assessment of the ecological quality of these different sites was carried out using biological indices such as: statistical descriptors (Specific Wealth (S), Abundance (A), Dominance) and diversity indices [Shannon Wiener Index (H') and equilibrium index of Piélou (J')]. So we chose to test the environmental quality of these different sites, using the larval development test of the sea urchin *Paracentrotus lividus*, a species widely used for this type of analysis.

The analysis of the composition of benthic settlements as well as the tests of the quality of the larval development of the sea urchin *Paracentrotus lividus* revealed and confirmed a satisfactory general state of the three sites studied. However, the site of Kharouba, seems to present a stand much more characterized by an organization in equilibrium compared to the sites of Stidia and Hadjadj.

Key words: Benthic populations, Ecological indices, *Paracentrotus lividus*, Larval development. Mostaganem.

ملخص

تعد الأنظمة البيئية الساحلية في مستغانم مثل تلك الموجودة في ساحل البحر الأبيض المتوسط بأكمله. من أنواع الكائنات الهشة والمحدودة والمطمعة. هذه بيئات تتأثر بشكل متزايد بالأنشطة البشرية. عن طريق زيادة الكثافة الحضرية في الساحل تصريفها في المياه البحرية الساحلية هذا يسبب ضغوطا بيئية شديدة على هذه البيئات. تحقيقا لهذه الغاية. تستخدم على نطاق واسع في العديد من المؤشرات الحيوية المستمدة من النباتات القاعية الكبيرة في تقييم ورصد نوعية البيئة البحرية من أجل مواجهة هذا التدهور في البيئة.

في هذا السياق ان هذه الدراسة. يعتمد على تقييم وتحديد الكائنات الضحلة القاعية للركائز الصخرية في المرحلة منتصف الساحل من المنطقة الساحلية لولاية مستغانم. لذلك تم اختيار ثلاثة مواقع للدراسة. ستيدية. خروبة. حجاج. تم اجراء تقييم للجودة البيئية لهذه المواقع المختلفة باستخدام مؤشرات بيولوجية مثل. وصفات إحصائية (ثروة محددة. وفرة. سيادة) ومؤشر). كما اخترنا اختبار جودة البيئة لهذه المواقع المختلفة. باستخدام اختبار تطوير اليرقات لقفذ البحر. الأنواع المستخدمة على نطاق واسع لهذا النوع من التحليل. (Shannon winer(H'). D'équitabilité de piélou(J'). النتائج التي تم الحصول عليها. تكشف عن موقف يتميز بالتنظيم المتوازن والتوازن على مستوى الموقعين ستيدية وحجاج. باستثناء موقع خروبة من يقدم العلامات الأولى في الاضطراب البيئي.

الكلمات المفتاحية: النظام البيئي الساحلي البحري. المستوطنات القاعية. المؤشرات البيئية. مستغانم تطور اليرقات

Paracentrotus lividus

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE	
I. SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA ZONE D'ETUDE.....	3
I.1. Marge continentale de la Méditerranée occidentale.....	3
I.1.2. Marge continentale algérienne.....	3
I.2. Généralité sur la biodiversité.....	5
I.2.1. Définition.....	5
I.2.2. L'écosystème méditerranéen et la biodiversité	5
I.2.1.1. Biodiversité marine en Algérie.....	6
I.3 Généralité sur les échinodermes.....	7
I.3.1 Description des échinodermes.....	7
I.3.2 Présentation de l'espèce <i>P. lividus</i>	7
I.3.3 La systématique.....	8
I.3.4 La morphologie générale de <i>P. lividus</i>	8
I.3.4.1. La morphologie externe.....	8
I.3.4.2 La Morphologie interne.....	9
I.3.4 Distribution géographique.....	10
I.3.5 Biologie et écologie de <i>Paracentrotus lividus</i>	11
I.3.5.1 Habitat.....	11
I.3.5.2 Alimentation.....	12
I.3.5.3 Reproduction.....	13
I.3.5.3.1 Développement larvaire chez les oursins.....	14

SOMMAIRE

CHAPITRE II. MATERIELES ET METHODES

II.1 Etude de la biodiversité.....	16
II.1.1 Les données générales sur la wilaya de Mostaganem.....	16
II.1.2 Choix des sites d'étude.....	16
II.1.2.1. Le site de stidia.....	17
II.1.2.2 Le site de Hadjadj.....	17
II.1.2.3 Le site de Kharouba (dite Sidi El Majdoub).....	18
II.1.3. Echantillonnage de la macrofaune de l'étage médiolittoral des sites étudiés	19
II.1.4. Traitement des échantillons	19
II.1.4.1. Prélèvement de la macrofaune benthique	19
II.2 Utilisation du test de la qualité du développement embryonnaire de l'oursin	20
II.2.1 Prélèvement d'oursin	20
II.2.2 Prélèvement du sédiment.....	20
II.2.3 Libération des gamètes.....	21
II.2.4 Test de la qualité du développement embryonnaire de <i>P.lividus</i>	22

CHAPITRE III. RESULTATS ET DISSCUSION

III.3.1. Détermination de la richesse spécifique des différents sites étudiés	25
III.3.1.1 Le site de Stidia	25
III.3.1.2. Le site de Kharouba	27
III.3.1.3. Le site de Hadjadj.....	29
III.3.2.Synthese des résultats de l'évaluation de la macrofaune benthique	31
III.3.3. Evaluation biologique de la qualite du milieu marin a travers le developpement larvaire de l'oursin <i>paracentrotus lividus</i>	33
Conclusion	36
Références bibliographiques	

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Vu général du bassin Méditerranéen.....	04
Figure 2. Distribution de la diversité biologique totale de la Méditerranée.....	06
Figure 3. L'Oursin régulier <i>Paracentrotus lividus</i> (Lamarck, 1816).....	08
Figure 4. Morphologie externe de l'oursin <i>Paracentrotus lividus</i>	09
Figure 5. Morphologie de l'oursin <i>Paracentrotus lividus</i> . (Universalis France).....	10
Figure 6. Carte géographique de répartition (en rouge) de l'oursin <i>P. lividus</i> (In Soualili, 2008).....	11
Figure 7. Représentation schématique du cycle de reproduction de <i>P. lividus</i>	14
Figure 8. Les différentes anomalies embryonnaires et larvaires chez <i>Paracentrotus lividus</i> (d'après Klockner et al, 1985).....	15
Figure 9. Carte de la côte de Mostaganem avec les trois sites d'étude choisis.....	16
Figure 10. Le site de Stidia.....	17
Figure 11. Le site de Hadjadj.....	18
Figure 12. Le site de Kharouba.....	18
Figure 13. Quadra de 50 cm ² utilisé pour l'étude de la macrofaune du substrat dur.....	19
Figure 14. Mode opérationnelle pour l'obtention des gamètes. a) injection par KCl, b) libération des gamètes (orange ♀ et blanc ♂), c) récupération des ovocytes.....	22
Figure 15. Application du test du développement larvaire de l'oursin.....	23
Figure 16. Observation microscopique des ovocytes (X10).....	23
Figure 17. Les stades de développement embryonnaire de l'oursin. De gauche à droite: œuf fécondée, blastula, gastrula et larve pluteus.....	24
Figure 18. Diversité zoologiques du macrofaune au niveau de la station 1 de Stidia....	25
Figure 19. Diversité zoologiques du macrofaune au niveau de la station 2 de Stidia....	26
Figure 20. Répartition spatiale de la richesse faunistique du site de Stidia.....	27
Figure 21. Diversité zoologiques du macrofaune au niveau de la station 1 de	28

LISTE DES FIGURES

Kharouba.....	
Figure 22.Diversité zoologique du macrofaune de la station 2 de Kharouba.....	28
Figure 23.Variabilité spatiale de la richesse spécifique du site de Kharouba.....	29
Figure 24.Diversité zoologique du macrofaune de station 1 de Hadjadj.....	30
Figure 25.Diversité zoologique du macrofaune de station 2 de Hadjadj.....	30
Figure 26. Variabilité spatiale de la richesse spécifique du site de Hadjadj.....	31
Figure 27.Les indices de diversité des trois sites étudiés.....	33
Figure 28.Pourcentages de larves normales (L.N) et anormales (L.AN) obtenus des embryons de populations naturelles de <i>Paracentrotuslividus</i> des différents sites.....	34

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Comparaison des valeurs des indices de diversité spécifique et de la richesse du peuplement obtenues dans les sites étudiés.....	31
Tableau 2. Etats des peuplements en fonction de l'indice d'équitabilité d'après Daget (1979).....	32
Tableau 3. Valeurs en pourcentage (l'écart type) d'œuf fécondé de chaque site.....	33
Tableau 4. Fréquences (moyennes et (<i>écart type</i>)) des différentes catégories de larves obtenues des embryons de <i>Paracentrotus lividus</i> des différents sites. L.N : larves normales ; L.AN : larves anormales ; L.B : Larves blastulas ; L.R : Larves retardé.....	34

Introduction

Les écosystèmes méditerranéens présentent un intérêt écologique majeur par rapport aux autres zones biogéographiques de la biosphère. Ils possèdent, en particulier, une richesse spécifique qui les place immédiatement après les écosystèmes tropicaux, en termes de biodiversité (Krakimel, 2003). Le bassin méditerranéen, zone marine à plus haute concentration des routes commerciales, connaît depuis fort longtemps de graves problèmes environnementaux (pollution, dégradation des ressources marines, des sols...) (Doglioli, 2010), ces polluants menacent la santé publique (Kebir, 1996).

Les écosystèmes marins côtiers sont des milieux de plus en plus affectés par cette activité humaine. L'industrialisation et le développement des villes et des sociétés humaines en zone côtière, sont les principales causes de l'augmentation de la pression écologique exercée sur ces milieux (Ghodbani et Semmoud, 2010).

Les oursins sont reconnus pour être très sensibles aux modifications des conditions environnementales. Leur plasticité face aux conditions du milieu et leur mode de vie en font de bons indicateurs biologiques de pollution marine (Augier, 1987 ; Kobayashi, 1971). D'ailleurs, depuis plus d'une vingtaine d'années, gamètes, embryons et larves d'oursins constituent un matériel de base dans les domaines de la pharmacologie, toxicologie ou éco toxicologie (Hagstrom et Lonning, 1974 ; Bougis, 1981 ; Dinnel *et al*, 1987 ; Pagano et Romafia, 1991). Leur sensibilité aux conditions du milieu se manifeste par des perturbations du cycle de reproduction, des baisses de fécondité ou des troubles du développement larvaire et les effets observés en zones perturbées sur les populations d'oursins ont été souvent décrits (Harmelin *et al*, 1981 ; Delmas & Régis, 1984).

Ces indications ont motivé le choix de *Paracentrotus lividus*, très commun dans la cote de Mostaganem, et dont la biologie est par ailleurs bien connue (Fenaux, 1972 ; Semroud, 1993 ; Guillou et Michel 1993 ; Soualili, 2008), comme bio indicateur de la qualité du milieu.

L'objectif principale de cette étude, se propose donc dans la région de Mostaganem, est de contribuer à évaluer la qualité des eaux côtière en établissant d'une part, un inventaire de la macrofaune du médiolittorale, et d'autre part d'estimer la qualité des eaux côtière à travers un bioindicateur : l'oursin *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) communément utilisé.

Ce travail est réparti en trois grandes parties : la première concerne la partie traitant de la recherche bibliographique, en présentant des caractéristiques de la zone côtière, des généralités sur la biodiversité, les caractéristiques écologiques des cotes Méditerranées et enfin l'intérêt d'utilisation de l'oursin comme bioindicateur de la qualité des milieux côtiers

marins. Et enfin, des généralités sur la biologie et écologie et développement embryonnaires chez l'espèce *paracentrotus lividus*.

Le deuxième chapitre décrit les prélèvements, le traitement des échantillons et les méthodes et techniques analytiques utilisées. Alors que le troisième chapitre de l'étude est consacré aux résultats analysés et discutés. Pour enfin une conclusion générale.

I. Situation géographique de la zone d'étude

I.1 Marge continentale de la Méditerranée occidentale

On règle générale, les terres émergées se prolongent en mer par une bordure sous-marine plus ou moins étendue, plus ou moins plate, appelée marge continentale ou pré continent (Bourcart, 1960). Selon Eriksson (1965) plusieurs bassins océaniques en Méditerranée occidentale sont distingués :

- Le bassin algéro-provençal.
- Le bassin valencien.
- La mer d'Alboran.

Le bassin algéro-provençal est formé de deux bassins distincts :

- Le bassin provençal entre l'île de Minorque et la Sardaigne.
- Le bassin algéro-baléares, qui est limité au nord par les îles Baléares et la Sardaigne (40°N), à l'Ouest par la mer d'Alboran (2°W), à l'est par le couloir sarde (9°E) et au sud, essentiellement, par la marge continentale algérienne.

La marge continentale algérienne constitue la bordure méridionale du bassin algéro-baléares sur plus de 1.000 km. Etroite et abrupte, elle surplombe la plaine abyssale de ce bassin en forme de chenal à fond plat (Caulet, 1972).

I.1.2 Marge continentale algérienne

La marge continentale algérienne se singularise par une faible étendue et une côte très escarpée, elle est l'une des plus étroites de la Méditerranée occidentale avec une largeur moyenne de 7 km. Dans certains cas, elle disparaît pratiquement ou se réduit à une corniche sous-marine de moins d'un kilomètre de large, où les fortes valeurs de la pente continentale la singularisent davantage avec une moyenne pour la côte algérienne de 10°.

Cette marge continentale se distingue, aussi, par la présence de vallées sous-marines et de canyons (canyon d'Arzew ; canyon de Mostaganem ; canyon de Khadara ; canyon de Guelta ; canyon de Tarzouf ; vallée des Dahra ; canyon de Zemmouri ; canyon de Béjaïa ; canyon de Skikda ; canyon de Annaba), qui coïncident avec le réseau hydrographique actuel ou ancien (Vanney & Genesseeux, 1979).

La côte algérienne est située au sud du bassin occidental méditerranéen, elle forme avec les côtes Baléares et Sardes : le bassin algérien (figure 1). Elle s'étend de Ain B'Har (frontière tunisienne) à l'oued Kiss (frontière marocaine) sur une longueur de 1.100 km à vol d'oiseau et 1.283 km en prenant en compte les différentes sinuosités de la côte. Cette différence minimale montre que la côte algérienne est rectiligne et peu découpée. De l'oued Kiss à Ras Ténès, elle présente une direction générale Sud-Ouest à Nord-Est ; par la suite et jusqu'à la frontière tunisienne, cette côte est sensiblement en ligne droite et a une direction Ouest à Est.



Figure 1 : Vu général du bassin Méditerranéen.

Le littoral algérien est bordé sur la plus grande partie de son étendue par des hautes falaises de formations géologiques variées, il présente des échancrures plus ou moins largement ouvertes vers le nord et qui forment d'Est en Ouest les baies et les golfes suivants : golfe de Annaba ; golfe de Skikda ; baie de Jijel ; golfe de Béjaïa ; baie de Zemmouri ; baie d'Alger ; baie de Bou-Ismaïl ; golfe d'Arzew ; golfe d'Oran ; baie de Béni Saf ; golfe de Ghazaouet.

Les baies et les golfes algériens sont généralement plus protégés à l'Ouest qu'à l'Est, par des pointes ou des promontoires rocheux faisant saillis vers le nord ou le nord-est. Ils forment des abris efficaces contre les vents d'Ouest et du nord-Ouest. C'est généralement derrière ces promontoires que la plupart des complexes portuaires algériens ont été établis. (Refes, 2011).

I.2 Généralité sur la biodiversité

I.2.1 Définition

Selon Lévêque (1997), Lévêque & Mounolou (2001), le terme « biodiversité », contraction de diversité biologique, a été introduit au milieu des années 1980 par des naturalistes qui s'inquiétaient de la destruction rapide des milieux naturels et de leurs espèces, réclamant que la société prenne des mesures pour protéger ce patrimoine. Le terme a ensuite été popularisé lors des discussions qui ont eu lieu autour de la signature de la convention sur la diversité biologique lors de la conférence de Rio de Janeiro en 1992 (Marty *et al.* 2005).

Selon l'article 2 de la convention de Rio (Doumbe-Bille & Kiss, 1992), on peut définir la biodiversité comme « la variabilité des organismes vivants de toutes origines, y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques, et les complexes écologiques, dont ils font partie. Cette définition inclut la diversité à l'intérieur des espèces, entre les espèces et la diversité des écosystèmes ».

Cette définition illustre que la biodiversité est composée de trois catégories et ces catégories montrent comment la biodiversité englobe des échelles différentes depuis le gène jusqu'à l'écosystème (Marty *et al.*, 2005) :

- La diversité génétique, qui est la variabilité ou la quantité d'informations génétiques des individus, des populations, des espèces, des assemblages ou des communautés.
- La diversité des espèces.
- La diversité des écosystèmes et des habitats.

I.2.2 L'écosystème méditerranéen et la biodiversité

La Méditerranée est une mer oligotrophe, présentant une très grande biodiversité : 7% de la faune mondiale est présente dans 1% de la surface mondiale des océans. La flore et la faune sont variées avec un taux d'endémisme particulièrement élevé (près de 30%). Une des richesses spécifiques de l'écosystème méditerranéen est l'herbier de *Posidonia oceanica*, espèce endémique méditerranéenne formant des prairies sous-marines (herbier), abritant une faune et une flore extrêmement riche et diversifiée (zone de frayère et nourricerie) (Kantin *et al.*, 2006).

La mer Méditerranée abrite 8 à 9 % de sa biodiversité. 10 000 à 12 000 espèces de végétaux et d'animaux ont été recensées en Méditerranée. 650 espèces de poissons dont les 3/4 vivent dans les 50 premiers mètres de profondeur. 25 à 30 % des espèces méditerranéennes sont endémiques (n'existent pas dans les autres mers), 2000 de crustacés, 1400 mollusques, 150 échinodermes, 450 méduses, 600 éponges et 1350 algues et plantes marines (Figure 2). A cela s'ajoutent 5 espèces de reptiles et 21 de mammifères (Coudre, 2002).

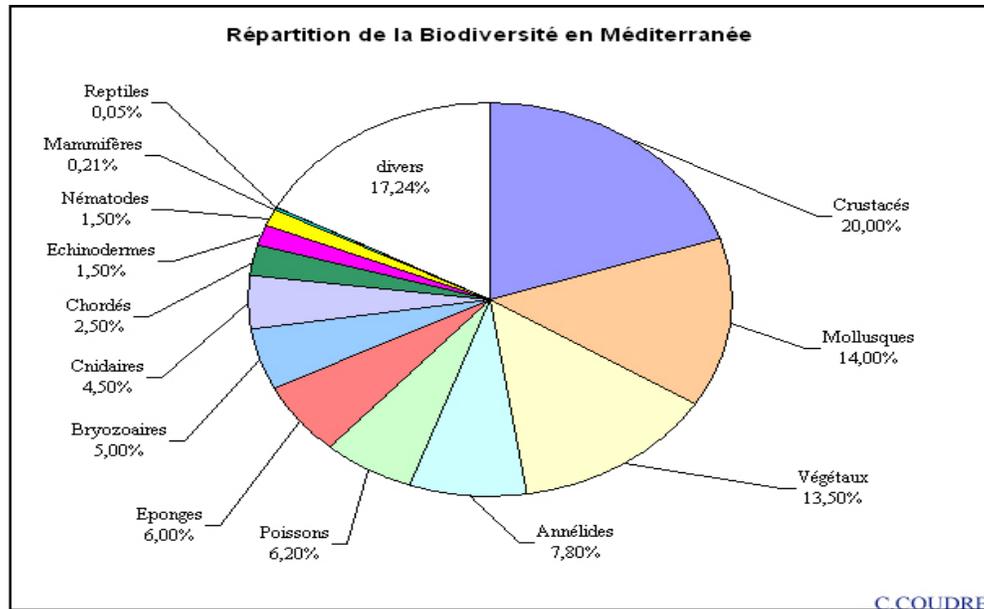


Figure 2 : Distribution de la diversité biologique totale de la Méditerranée. (Coudre, 2002).

I.2.1.1 Biodiversité marine en Algérie

La côte algérienne abrite une remarquable richesse spécifique en termes de végétaux, d'invertébrés et de poissons (DGE/ISMAL, 2000 ; PNT/ISMAL, 2003 ; PNG/ISMAL, 2003), dont les inventaires systématiques de la faune et de la flore sous-marines ne sont pas encore achevés. Elle présente comme pour l'ensemble du pourtour méditerranéen « un point chaud » de la biodiversité marine.

On recense 6.488 espèces marines sur la base de travaux réalisés depuis 1893 à nos jours (tableau 1.6.) sur l'ensemble de la côte algérienne. Cette valeur de la diversité spécifique en milieu marin algérien est supérieure aux compilations bibliographiques réalisées par PNUD-Algérie (2005), qui confirme la présence seulement de 3.793 espèces marines sur la côte algérienne.

I.3 Généralité sur les échinodermes

I.3.1 Description des échinodermes

Les échinides (ou oursins) sont apparues, il y a 450 millions d'années et vont coloniser toutes les mers du globe. L'apparition des oursins irréguliers dotés d'une symétrie pentaradiée, est plus tardifs que celle des oursins réguliers ; ces derniers ont apparues à partir du jurassique, il y a 180 millions d'années. Le mot Echinides vient du grec «ECHINOS» qui signifie hérisson. Les oursins et particulièrement *Paracentrotus lividus* et *Arbacia lixula* sont considérés comme les échinides les plus importants de Méditerranée (Soualili, 2008).

Les échinodermes sont des coelomates deutérostomiens (c'est à dire qu'au cours de leur développement, l'anus se forme en premier à partir du blastopore), ils possèdent un certain nombre de caractéristiques dans le monde animal dont les principales sont la symétrie radiale et le système aquifère; leur système nerveux est intimement associé à l'épiderme et en raison de l'absence de concentrations ganglionnaires. Cependant, leur pouvoir de régénération est assez limité (Wirth, Debelius, 2003). Les échinodermes comprennent 7000 espèces, toutes marines, ils regroupe 5 classes : la classe des Echinidés (oursins), classe des Astéridés (étoiles des mers), classe des Holothuridés (concombres des mers), classe des Ophiuridés (ophiures) et classe des Crinoïdes (lis des mers) (Grasse, 1948).

I.3.2 Présentation de l'espèce *P. lividus*

L'oursin régulier (Fig. 3) (*Paracentrotus lividus*) est un oursin de la famille des Parechinidae, que l'on trouve en Méditerranée. Il est surnommé aussi «Oursin Violet», de taille moyenne, atteignant jusqu'à 8cm de diamètre piquants compris. Il est le plus souvent de couleur sombre (Généralement violet, marron ou vert olive) mais jamais noir, ce qui permet de le distinguer de son cousin l'oursin noir (*Arbacia lixula*).



Figure 3 : L'Oursin régulier *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816).

I.3.3 La systématique :

La position systématique de l'oursin *Paracentrotus lividus* est la suivante (Tortonese, Vadon, 1987) :

Embranchement	Echinodermata
Sous embranchement	Echinozoa
Classe	Echinoidea
Sous classe	Regularia
Ordre	Diadematoidea
Sous ordre	Camarodonta
Famille	Echinidae
Genre	Paracentrotus
Espèce	<i>Paracentrotus lividus</i> (Lamarck, 1816)

I.3.4 La morphologie générale de *P. lividus*

I.3.4.1 La morphologie externe

Les échinidés sont caractérisés par une symétrie pentaradiaire : 5 régions ambulacraires portant les pieds ambulacraires et 5 régions inter ambulacraires, au niveau desquelles les piquants sont mis en place. Chacune de ces régions est formée d'une double rangée squelettique de nature calcaire. L'oursin *P. lividus* possède un squelette calcaire continu formé de plaques soudées, c'est le test d'oursin. Il est arrondi (contour circulaire), peu élevé, aplati en face ventrale, et hérissé

portant différents appendices soient ; les piquants, les podias et les pédicellaires. L'axe de symétrie du corps passe par la bouche et l'anus déterminant les pôles oraux ou se trouve l'appareil masticateur appelée Lanterne d'Aristote (Fischer *et al.*, 1987 ; Grosjean, 2001). (Fig. 4).

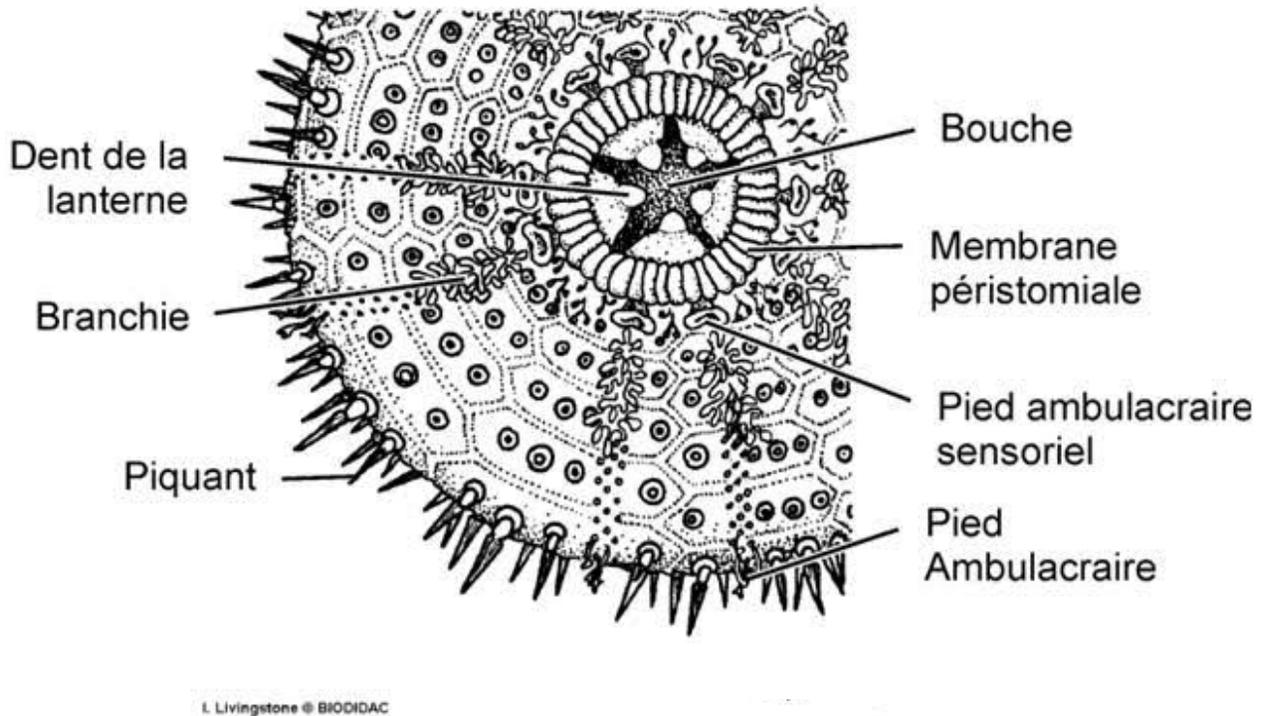


Figure 4. Morphologie externe de l'oursin *Paracentrotus lividus*.

I.3.4.2 Morphologie interne

Intérieurement, le tube digestif comprend la bouche au centre de la face inférieure du test, suivi de l'œsophage entouré d'un puissant appareil la lanterne d'Aristote formé de cinq ensembles complexes ou mâchoires. Chaque mâchoire comprend les dents, la rotule, le compas (Le Gll, 1987). La lanterne d'Aristote est attachée au corps par des fibres conjonctives et des muscles sur les auricules (Fig. 5). L'estomac doublé d'un siphon intestinal où la digestion et l'absorption se font au niveau de l'intestin et se termine par un anus dorsal (Beaumont et Cassier, 1978). L'organe reproducteur est constitué de cinq gonades en position inter radiaire chacune reliée

à l'extérieur par un conduit génital qui traverse le test au niveau des plaques génitales qui entourent l'anus (Boue et Chanton, 1978).

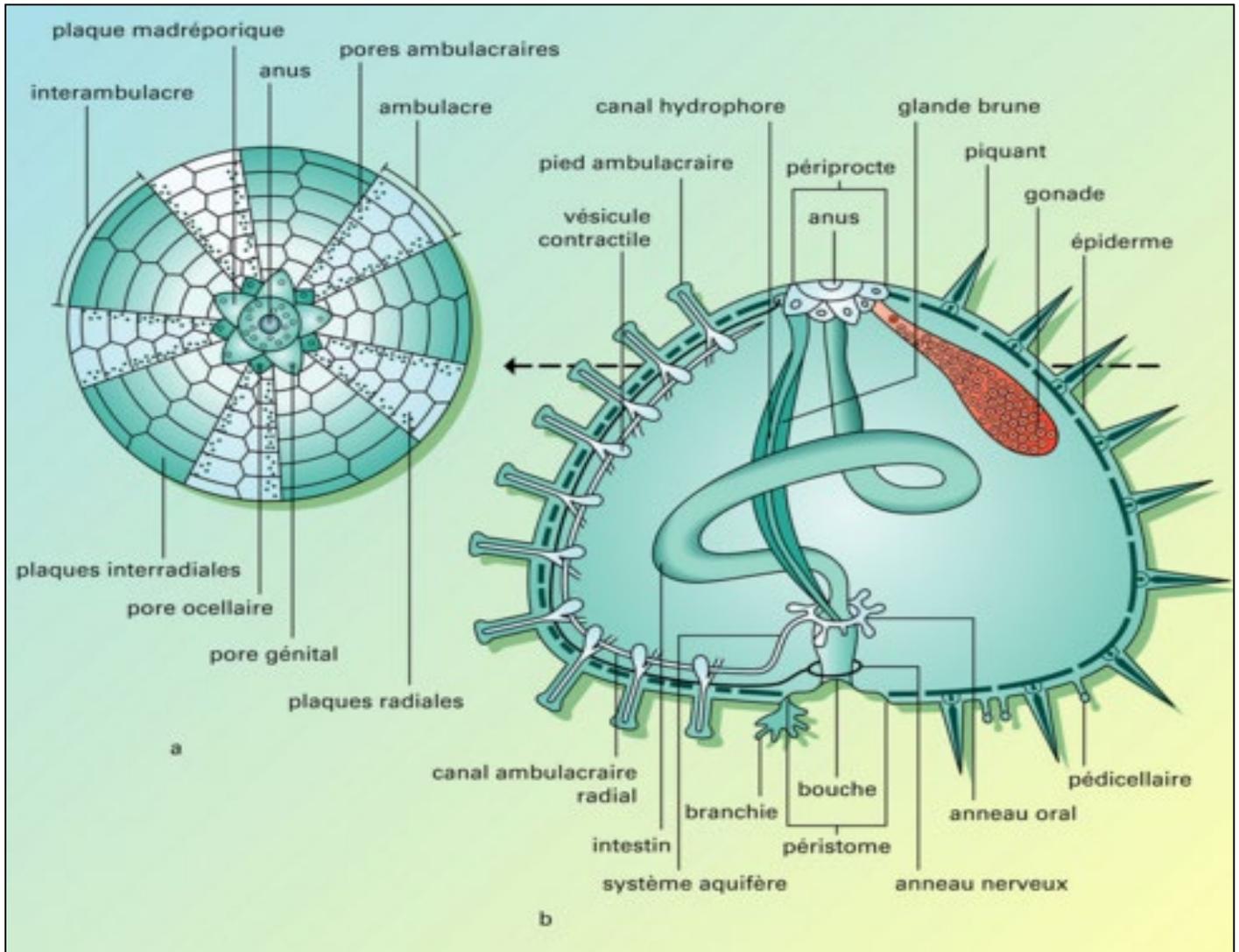


Figure 5. Morphologie de l'oursin *Paracentrotus lividus*. (Universalis France)

I.3.4 Distribution géographique

L'oursin *Paracentrotus lividus* est une espèce Atlantico-Méditerranéenne ; son aire de répartition englobe toute la Méditerranée, ainsi que l'Atlantique Est, des côtes d'Irlande et d'Écosse jusqu'au Maroc et au Sahara occidental (Acores inclus) (Koehler, 1921 ; Allain, 1975 ; Tortonese et Vadon, 1987). En Méditerranée occidentale cet oursin est très abondant ainsi qu'en mer

Adriatique ; il devient moins abondant dans la partie la plus orientale du bassin Méditerranéen (Fig. 6).

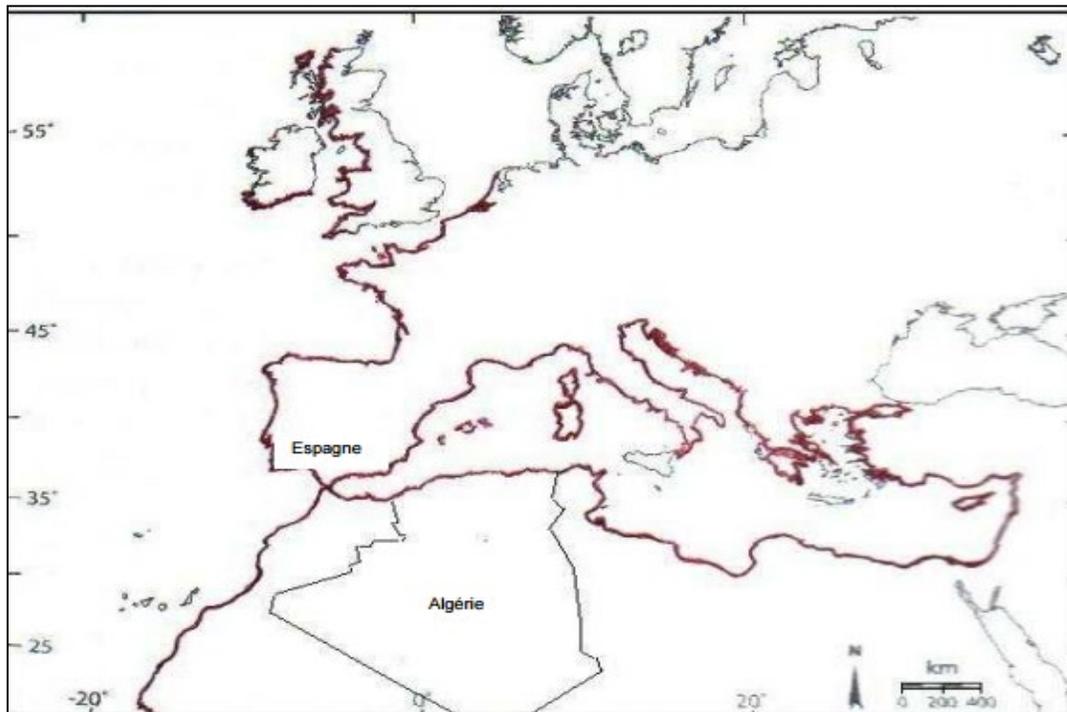


Figure 6 : Carte géographique de répartition (en rouge) de l'oursin *P. lividus* (In Soualili, 2008).

I.3.5 Biologie et écologie de *Paracentrotus lividus*

I.3.5.1 Habitat

L'oursin *P. lividus* se rencontre surtout dans l'étage infralittoral entre 0 m et 30 m de profondeur (Mortensen, 1927). Il a été signalé jusqu'à - 80 m (Tortonese, 1965, Fenaux 1968 ; Munar et Moreno, 1987). Il se trouve surtout dans des habitats de substrat dur (roche ou gravier avec peuplement d'algues photophiles) et dans l'herbier à *Posidonia Océanica*, par ailleurs, l'oursin a été signalé aussi sur des substrats meubles tels que le sable et les fonds détritiques (Zovodnik, 1987). L'intensité de l'hydrodynamisme et l'action des surfaces sont des facteurs qui conditionnent la distribution de *Paracentrotus lividus* sur le substrat (Soualili, 2008).

I.3.5.2 Alimentation

Le *Paracentrotus lividus* est une espèce essentiellement herbivore mais dans certaines conditions il peut être omnivore (Regis 1978). On peut trouver dans son contenu digestif en plus de fraction végétale, une fraction animale constituée de Foraminifères, des spongiaires et des bryozoaires, ainsi que des crustacés (Verlaque, 1987). L'analyse des contenus digestifs de cet oursin suggère que c'est un brouteur opportuniste comme le sont de nombreux Echinoïdes réguliers (DeRedder *et al.*, 1986).

Paracentrotus lividus consomme principalement des algues photophiles du genre *Podia pavonica* et *Cystoseira buliarica* (Regis, 1978). Il fait preuve d'une certaine sélectivité dans l'herbier à posidonie (Verlaque, 1987). Cette sélectivité dans l'alimentation varie avec sa taille. Ainsi, il passe de la consommation d'organismes de la strate encroûtante épiphyte des rhizomes et des feuilles (faune sessile) chez les juvéniles aux feuilles et à leurs épiphytes chez les individus de plus de 20 mm de diamètre sans les radioles (Verlaque, 1987), pour enfin consommer préférentiellement la partie la plus épiphyte de la feuille (Verlaque, Nedelec, 1983).

Chez *P. lividus* (Lamarck, 1816), il existe une alternance de phase de nutrition et de phase de repos alimentaire (Verlaque, Nedelec, 1983). Ces deux phases ont été signalées, chez la même espèce des côtes algériennes par Semroud et Kada (1987). En période active, la vitesse d'alimentation est constante pour tous les individus (Verlaque, Nedelec, 1983). Selon Zanoun, 1987 in Sahnoun, 2009, la période de jeûne ou la faible consommation serait liée à une maturation des gonades précédant la ponte.

Cet invertébré marin peut apparemment utiliser comme énergie, la matière organique très fine dissoute dans l'eau par ses piquants. Regis (1979) et Rico (1989) considèrent les mouvements des radioles liés au filtrage comme une activité alternative liée à l'alimentation. Ce mode de nutrition complémentaire devient important lorsque les macrophytes deviennent rares (Sahnoun, 2009).

L'importance de la ration alimentaire de *Paracentrotus lividus* et la sélectivité de son alimentation, en font un facteur déterminant dans la distribution et l'évolution des

peuplements superficiels des macrophytes benthiques en Méditerranée (Nedelec, 1982 ; Verlaque, Nedelec, 1983).

I.3.5.3 Reproduction

Les sexes sont séparés, mais l'oursin ne présente pas de dimorphisme sexuel. La maturité est atteinte vers 3 ans, soit pour un diamètre moyen hors piquant de 3 cm (Grosjean, 2001). Son cycle de reproduction est annuel, les gonades sont matures au printemps ; la gonade Mâle est alors de couleur blanchâtre alors que celle de la femelle est de couleur orangé.

Les individus mûres émettent simultanément leurs gamètes dans la colonne d'eau où se produit la fécondation. L'œuf se segmente pour produire une larve pélagique à symétrie bilatérale. Après différents stades successifs (temps évalué autour de 4 mois), elle rejoint le fond pour se métamorphoser en oursin (Lawrence, 2013 ; Grosjean, 2001).

L'ovogénèse se déroule au niveau des gonades, au moment de la reproduction, la lumière se remplit par des ovocytes mûres et des ovules qui sont libérés dans l'eau où la fécondation a lieu (Guettaf, 1997), (Fig. n°7)

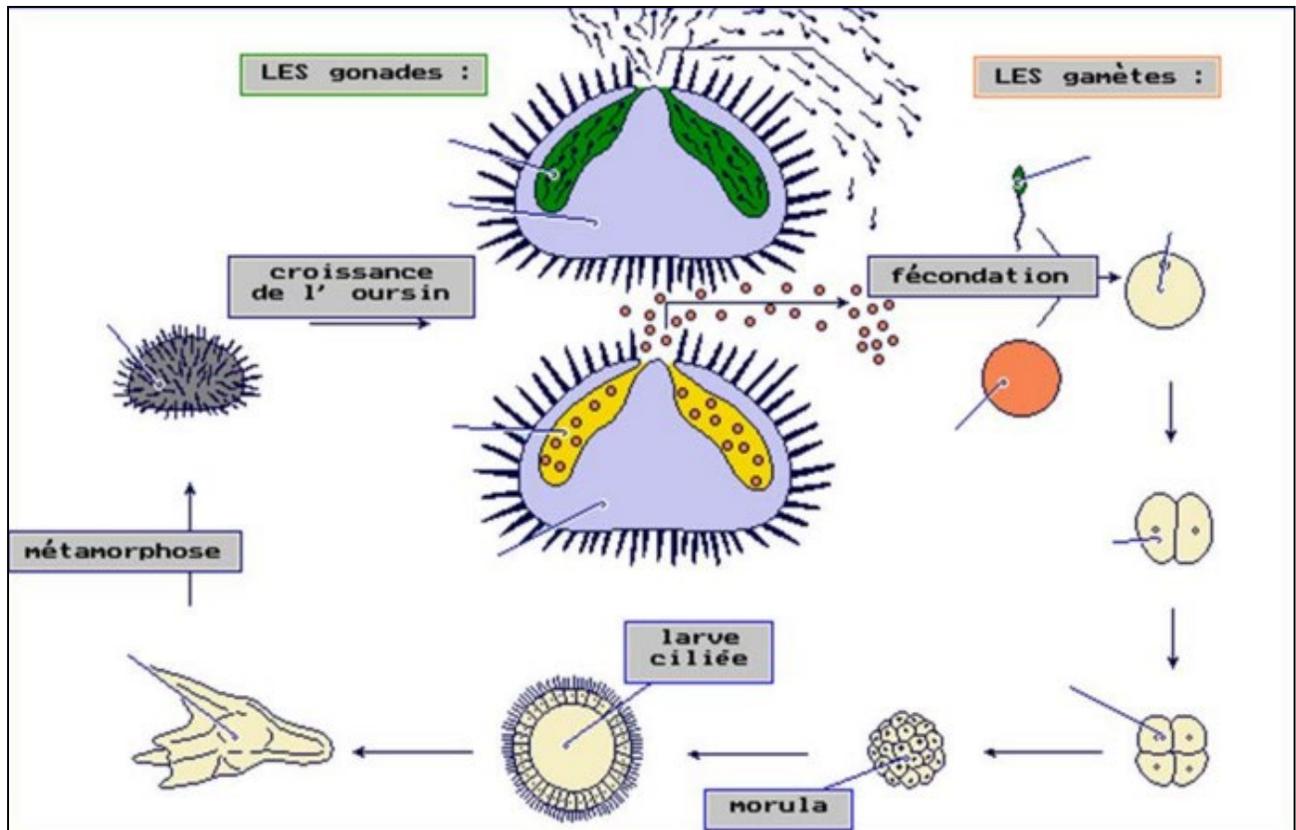


Figure 7 : Représentation schématique du cycle de reproduction de *P. lividus*

I.3.5.3.1 Développement larvaire chez les oursins

L'oursin *Paracentrotus lividus* est gonochorique, les sexes séparés et le cycle de reproduction est annuel. L'ovogénèse se déroule au niveau des gonades, au moment de la reproduction la lumière se remplit de nombreux ovocytes mûrs et des ovules qui sont libérés dans l'eau où la fécondation a lieu (Guettaf, 1997). La variation de la ponte peut être changée d'un endroit à un autre, elle est influencée par des facteurs environnementaux, différents auteurs ont montré une certaine homogénéité concernant ces périodes de ponte, car en général, la ponte a lieu deux fois par an en Méditerranée la première se déroulant à la fin du printemps alors que la seconde a lieu à la fin de l'été (Allain, 1975; Byrne, 1990; Soualili *et al.*, 2009).

Quarante-huit à soixante-douze heures après la fécondation apparaissent des larves pélagiques à 4 bars appelées Echinopluteus, d'une taille de 450 à 550 µm, aussi bien en laboratoire (Pressoir, 1959) qu'en milieu naturel. Ce stade (4bars) est sensible à la qualité du milieu dans lequel se développe la larve, mais aussi à la qualité et la quantité de nourriture disponible

(Fenaux, 1968, et 1969). Les larves plutéus soumises à de courtes périodes de jeûne ne se développent pas du tout quand elles n'ont jamais été nourries avant. Par contre, lorsque les plutéus ont déjà été nourris, c'est la longueur des larves, ainsi que le diamètre des post larves qui sont affectés par l'alimentation (Fenaux et al, 1988).

De nombreux auteurs s'accordent à souligner que la sensibilité des larves et des juvéniles est bien supérieure à celle des adultes. Les stades embryonnaires des invertébrés marins dont font partie les oursins sont plus sensibles aux polluants et aux changements environnementaux tels que l'augmentation de la toxicité des éléments métalliques. Plusieurs tests et travaux effectués par Pagano et al. (1988) et Dinnel (1990) soulignent diverses anomalies de développement à différents stades embryonnaires, provoquées par les polluants. Les anomalies morphologiques qui affectent la larve Plutéus de *Paracentrotus lividus* sont résumées par Klockner et al.(1985) dans la figure 8.

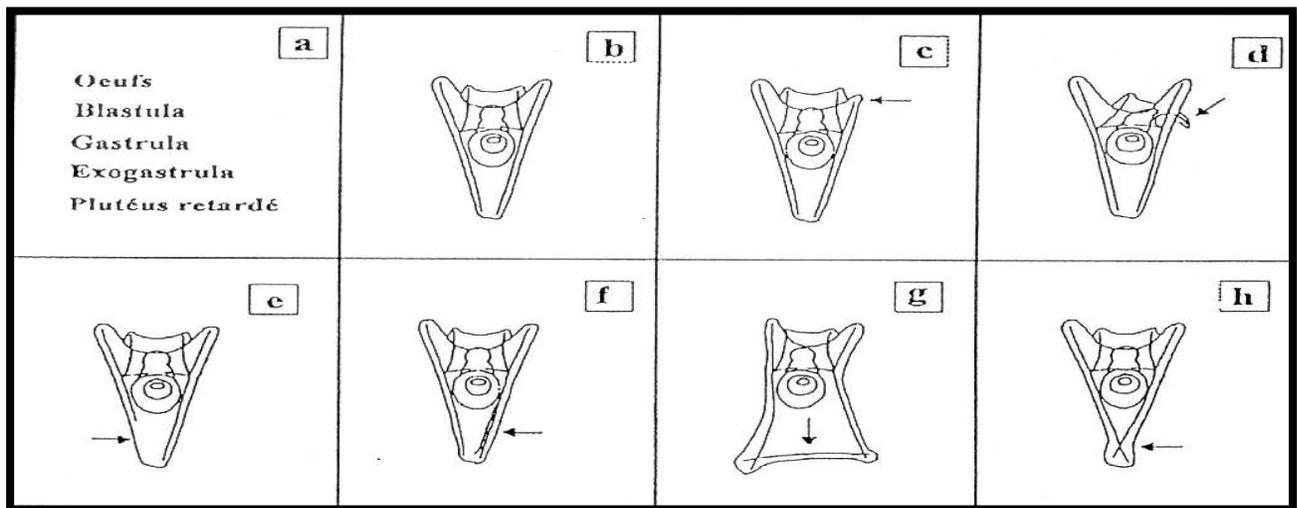


Figure 8 : Les différentes anomalies embryonnaires et larvaires chez *Paracentrotus lividus* (d'après Klockner *et al*, 1985). (a) : développement retardés ; (b) : développement normal. (c) : longueur inégale des baguettes somatiques ; (d) baguette antéro latérale tordue ; (e) : une baguette somatique plus courte ; dédoublement d'une baguette somatique ; (g) : surnombre des baguettes somatiques et (h) : chevauchement des baguettes somatiques.

II.1 Etude de la biodiversité

II.1.1 Les données générales sur la wilaya de Mostaganem

La wilaya de Mostaganem s'étend sur 2269 km, limitée par quatre wilayas de l'ouest du pays oran, Mascara, oued chlif et Relizane, avec au nord une façade maritime de 124 km. Les vallées autour des oueds, descendant en canyons et s'ouvrant sur la mer, forment de vaste plage, de caps et de collines qui dominent les plaines agricoles (Direction de l'environnement, 2010). Mostaganem se caractérise par un climat semi-aride a été chaud (bioclimat méditerranéen), sur l'été, et l'hiver tempéré. Les précipitations étant faibles et irrégulières, la température moyenne étant de 24 °C (Boukhlef, 2007).

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).

II.1.2 Choix des sites d'étude

Le sujet abordé au cours de ce travail a été réalisé sur trois sites différents dans la région de Mostaganem. Les Trois sites ont été sélectionnés, caractérisés par un substrat rocheux : Stidia, Kharouba et Hadjadj plage (Figure 9). Les sites (comprenant des stations) ont été choisis d'une part, pour leurs différences d'exposition aux différentes sources de pollution, et d'autres parts pour la richesse biologique qui y règne.



Figure 9. Carte de la côte de Mostaganem avec les trois sites d'étude choisis.

II.1.2.1 Le site de stidia

Le site de Stidia se situe à 15 km à l'Ouest de Mostaganem aux coordonnées 35° 50' Nord de latitude et 0° 01' Ouest de longitude. Ce site se caractérise par la présence d'un petit port de pêche avoisinant, une petite ville touristique qui elle-même se trouve près d'une terre agricole. Ce qui assure un apport terrigène et rejets urbains continus (Mezali, 2007). Morphologiquement, ce site est dominé par un trait de côte rocheux avec des fonds sableux et on y trouve des prairies d'herbier à Posidonies (Fig10)



Figure 10 : Le site d'échantillonnage de stidia.

II.1.2.2 Le site de Hadjadj

Ce site se trouve à 40 km, vers l'Est du chef-lieu de la wilaya de Mostaganem, aux coordonnées suivantes : Latitude : 36°14' et Longitude : 0°30'. C'est une zone très délimitée par des forêts limitrophes, des terres agricoles et son cordon «dunaire» abritant un nombre assez conséquent de cabanons, qui offre toutes les commodités pour un agréable séjour aux estivants, avec deux grandes plages sablonneuses séparées par une zone rocheuse colonisée par des peuplements benthiques très riches. D'une longueur jusqu'au 7000 mètres et une capacité de 30.000 baigneurs, et avec bien sur des apports de plus en plus intéressants de rejets solides et en eaux usées en période d'été.(figure 11).



Figure 11 : Le site d'échantillonnage de Hadjadj.

II.1.2.3 Le site de Kharouba (dite Sidi El Majdoub)

Le site de Kharouba, se trouve à 3 km à l'Est de la ville de Mostaganem aux coordonnées 35° 58' Nord de latitude et 0° 05' Est de longitude. Cette plage est caractérisée par un trait de côte rocheux et accidenté avec quelques petites plages sableuses. De plus, il y'a une source de rejets domestiques à l'Est de celle-ci. Deux stations ont été étudiées dans le site de Kharouba, représentées par un zoobenthos très riche et un herbier à Posidonie de type dense avec une macrofaune associée, dominée par la présence des échinodermes tels que : les Echinidés, les Astéroïdes et les Holothuroïdes (Mezali, 2007).

Il est à noter, qu'on retrouve au niveau de ce site un petit port de pêche, qui sert aussi de lieu touristique. Ce qui peut augmenter l'activité anthropique, donc une des causes de pollution surtout en période estivale. D'autant plus que cette pollution est accentuée par la présence d'un bateau échoué depuis quelques années, localisé aux environs de la plage.(figure 12).



Figure 12 : Le site d'échantillonnage kharouba.

II.1.3. Echantillonnage de la macrofaune de l'étage médiolittoral des sites étudiés.

Dans ce travail, et comme pour toutes Les recherches écologiques descriptives, on a tenté de décrire Le plus possible l'aspect réel des peuplements benthiques à partir d'observations et de prélèvements ponctuels de ces peuplements. Selon Collingnon (1991) et Guérin et Desroy (2008), la récolte des données s'est faite à partir de la méthode distincte, qui est une méthode basée sur la prospection visuelle directe (qualitatives : inventaire et quantitatives : des comptages).

II.1.4. Traitement des échantillons

II.1.4.1. Prélèvement de la macrofaune benthique

Pour l'intervention sur le terrain, il est nécessaire d'attendre que les perturbations climatiques disparaissent. Les prélèvements sont réalisés dès que les conditions requises le permettent : la station doit être accessible et le fond doit être visible.

Il faut, aussi, prospector globalement les stations, cette prospection se fait prioritairement sur les supports les plus représentatifs pour les peuplements benthiques. Un échantillonnage de type « aléatoire simple » (répartition aléatoire des échantillons sur une surface) fait appel à un matériel : quadra de (50 cm²), couteau, sachets de congélation et bocaux, avec étiquettes, appareil photo numérique et un flacon contenant le formaldéhyde à 36 % (Figure 13).



Figure 13. Quadra de 50 cm² utilisé pour l'étude de la macrofaune du substrat dur.

L'échantillonnage, donc, a été fait en utilisant la même méthode sur toutes les zones à étudier, en relevant et en enregistrant tout le long des 20 m sur le substrat rocheux la

catégorie de benthos se trouvant directement sous nos mains. Lors du passage, l'inventaire de la population d'invertébrés s'effectue par mètre carré au hasard pour quantifier l'abondance et la composition de la population d'invertébrés mobiles ou fixées présentes. La surface totale balisée est de 100 m². Et sur cet ongle en a pu alors donner et présenter les caractéristiques faunistiques du site étudié.

II.2 Utilisation du test de la qualité du développement embryonnaire de l'oursin

Dans cette étude, l'oursin *Paracentrotus lividus*, espèce bioindicatrice de pollution, a été choisi comme un outil d'évaluation de la qualité des milieux marins côtiers de Mostaganem, pour diverses raisons :

- Sa large distribution en Méditerranée et particulièrement sur les côtes rocheuses de Mostaganem.
- le fait qu'il tient un rôle clé dans l'écosystème méditerranéen (herbier de Posidonies notamment) (Boudouresque et Verlaque, 2001).
- l'oursin *Paracentrotus lividus* est reconnu mondialement comme un bon indicateur de la santé du milieu marin et un bioaccumulateur (EPA, 1988 ; Chapman, 1991, 1992).
- le développement embryonnaire chez cet oursin est bien quantifié (Kobayashi, 1981 ; Pagano *et al.* 1988 ; Soualili *et al.* 2008). L'oursin est fortement sensible aux produits chimiques et à de nombreux contaminants.

II.2.1 Prélèvement d'oursin

Pour la récolte des oursins : les prélèvements ont été effectués en zone peu profonde allant de 1 à 3 mètres, au niveau du site d'étude Stidia, Des spécimens d'oursins de *P. lividus*, ont été prélevés, de taille allant de 4cm à 6cm de diamètre. Un total de 30 individus de l'espèce d'oursin *Paracentrotus lividus* a été récolté dans le site de Stidia, 33 individus ont été prélevés dans le site de Kharouba et un prélèvement de 36 individus d'oursin *P. lividus*, dans le site de Hadjadj.

II.2.2 Prélèvement du sédiment

Simultanément au prélèvement d'oursins, le sédiment superficiel de chaque site est prélevé et conservé dans des flacons hermétiques. Les échantillons sont transportés dans une glacière (à 4°C) et sont traités immédiatement à l'arrivée au laboratoire.

II.2.3 Libération des gamètes

Une quinzaine d'oursins matures ont été lavée à l'eau de mer filtrée (l'eau filtrée de chaque site) provenant des sites Stidia, Kharouba et Hadjadj. Par la suite, la libération des gamètes a été activée par l'injection dans l'aire péristomiale de chaque oursin par 2 ml d'une solution de KCl (à 4%) (Fig. 14).

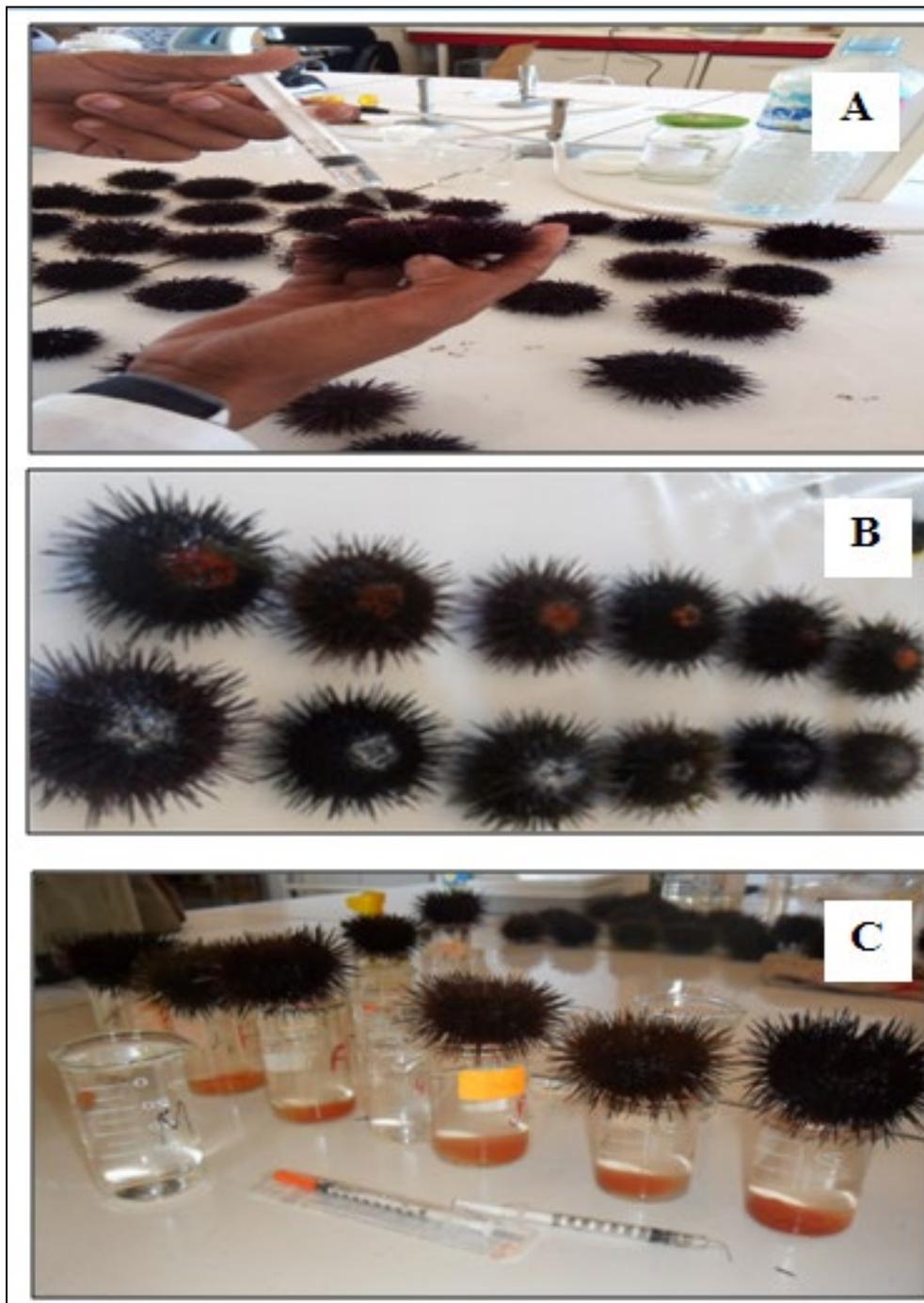


Figure 14. Mode opérationnelle pour l'obtention des gamètes. a) injection par KCl, b) libération des gamètes (orange ♀ et blanc ♂), c) récupération des ovocytes.

II.2.4 Test de la qualité du développement embryonnaire de *P.lividus*

L'analyse a été réalisée en fécondant les œufs de 5 femelles individuellement par le sperme poolé de 3 mâles, les boîtes de pétrie sont remplies par d'eau de mer filtrée (10 ml) et de sédiment de chaque site (0,1g). Dans chaque boîte, on a rajouté 300 μ l de gamètes femelles fécondés avec environ 60 μ l de sperme poolé (Fig. 15).

Après une heure de contact, la qualité et le succès des fécondations sont vérifiés sous microscope inversé par la présence d'une membrane de fécondation, sur un ensemble de 100 ovocytes.

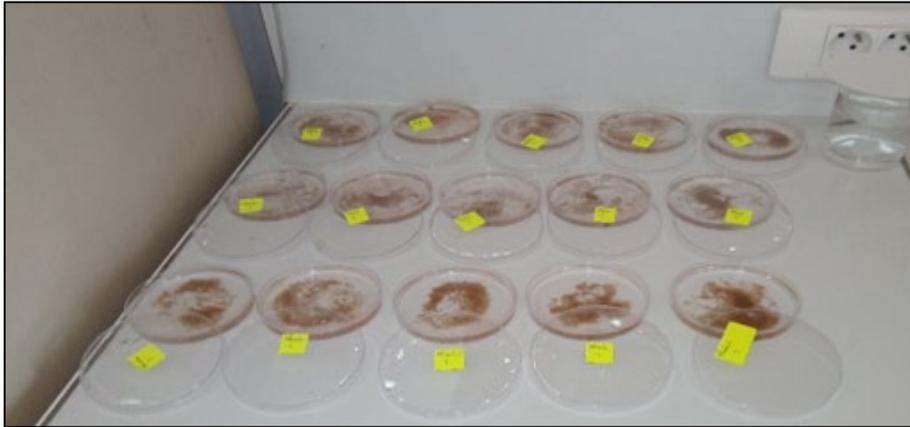


Figure 15 : Application du test du développement larvaire de l'oursin.

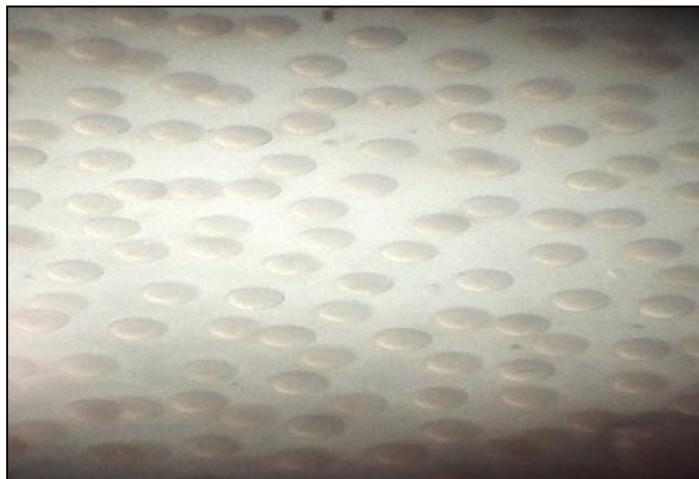


Figure 16. Observation microscopique des ovocytes (X10).

Les boîtes sont ensuite incubées à 20°C à l'obscurité. Au bout de 72 heures, les larves sont fixées au formol dilué à 8% (4 à 5 gouttes par puit). Par la suite, les plaques sont stockées à 4°C. Le nombre de pluteus appartenant aux différents stades de développement embryonnaire est ensuite comptabilisé, au niveau de chaque boîte, sur un total de 100 larves.

Les stades de développement embryonnaire sont distingués et dénombrés sous photo microscope inverse selon les critères morphologiques adaptés de Warnau et Pagano (1994) (Fig. 17).

Ces stades correspondent aux 4 catégories suivantes : Pluteus normal (**N**), Pluteus retardé (présentant un développement retardé) (**R**), Pluteus anormal avec malformations squelettiques et/ou anomalies d'intestin (**AN**) (Pathologique), Embryons dont le développement s'est terminé à l'étape de blastula ou de gastrula (**B**) (Pathologique).

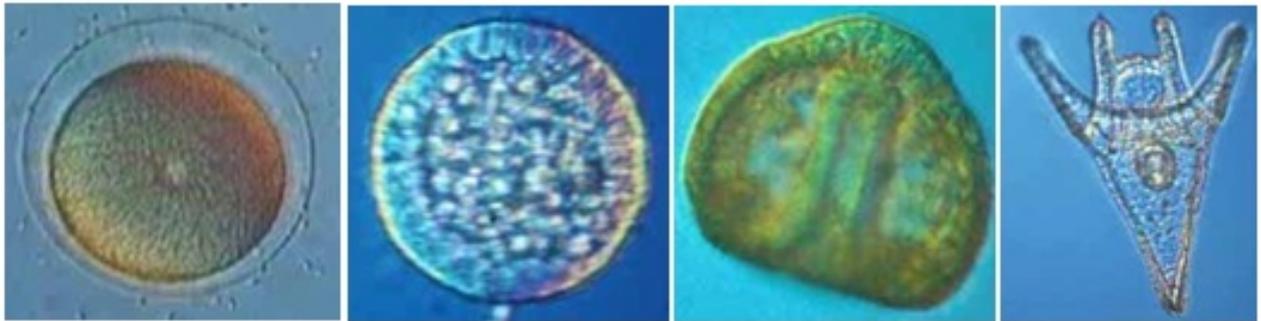


Figure 17 : Les stades de développement embryonnaire de l'oursin. De gauche à droite: œuf fécondée, blastula, gastrula et larve pluteus.

III. Résultats et discussion

III.3.1. Détermination de la richesse spécifique des différents sites étudiés

Dans l'ensemble de notre étude, on a remarqué que la richesse faunistique globale est très importante et que les groupes zoologiques caractérisant cette richesse sont : les Mollusques, les Arthropodes, les Echinodermes et les Cnidaires.

III.3.1.1 Le site de Stidia

Le site de Stidia est caractérisé par une large bande rocheuse allant jusqu'à 15m (vers le large) presque tout le long de la côte de la plage. Dans ce site, on retrouve toute forme de roches, blocs, et galets au niveau des deux stations choisies (St1, St2). Dans l'ensemble des stations de ce site, les apports hivernaux et printaniers de laissés de mer forment d'épais matelas constitués essentiellement de débris végétaux (essentiellement des restes de Posidonies, *Posidonia oceanica* et d'autres algues vertes et rouges de l'étage inférieur du médiolittoral et de l'étage infralittoral. Au niveau des deux stations, nous avons répertorié 21 espèces, soit 625 individus de la macrofaune benthique.

a) Station 1 (S.St1)

Dans la station 1 de Stidia, la macrofaune du médiolittoral est représentée par 21 espèces et 310 individus (soit 49,6%). Les spécimens récoltés appartiennent aux différents groupes suivants : les Gastéropodes, les Monoplacophores, les polyplacophores, les Echinodermes, les Arthropodes avec des fréquences respectives de 42,9 % ; 30,64 % ; 12,26% ; 10,65% et 3,55% (Fig. 18).

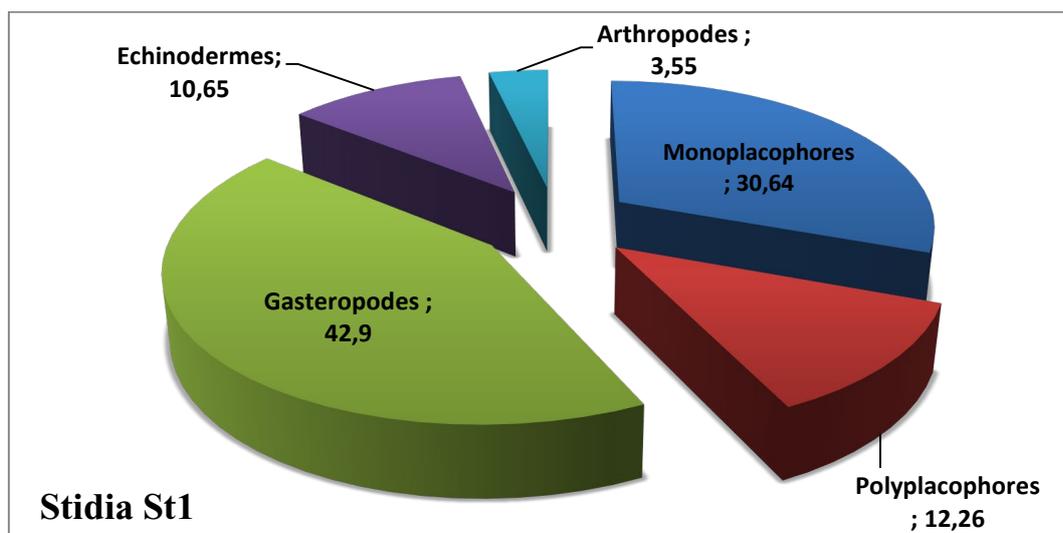


Fig. 18. Diversité zoologiques du macrofaune au niveau de la station 1 de Stidia.

b) Station 2 (S.St2)

La station 2 de ce site présente une richesse spécifique de 20 espèces et 315 individus (50,4%). Les quatre groupes taxonomiques sont divisés ainsi : des Gastéropodes 33,33 %, des Monoplacophores 32,38 %, des polyplacophores 18,09%, des Echinodermes 14,6% et des Arthropodes 1,59 (Fig. 19).

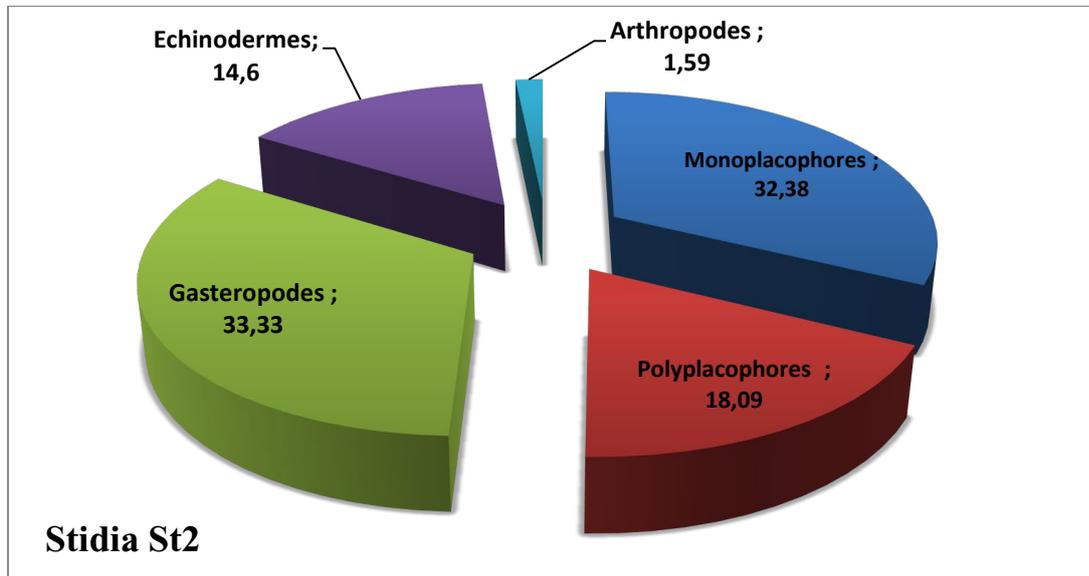


Fig. 19. Diversité zoologiques du macrofaune au niveau de la station 2 de Stidia.

La répartition de la richesse globale du site de Stidia, illustrée par la figure 20, montre la présence des cinq groupes zoologiques au niveau des deux stations 1 et 2. Au niveau de toutes les stations, les gastéropodes figurent en majorité par rapport aux autres groupes suivis par les Monoplacophores. Ces derniers, sont les plus représentés au niveau de la station 1 par rapport à la station 2. Et vice versa pour les polyplacophores et échinodermes. Pour les arthropodes, c'est le groupe le moins représenté dans les deux stations avec une légère différence à la faveur de la station 1.

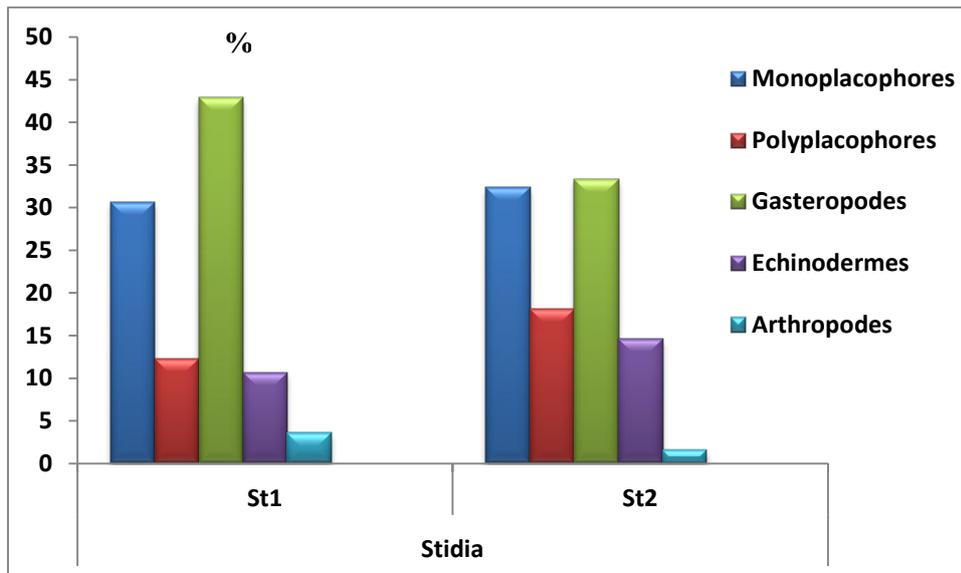


Fig. 20. Répartition spatiale de la richesse faunistique du site de Stidia.

III.3.1.2. Le site de Kharouba

Deux stations ont été choisies pour ce site, caractérisées chacune par un substrat rocheux de l'étage médiolittoral mode battu pour la station 2 et à mode calme pour la station 1. Ces deux stations sont séparées par une plage de sable au milieu, où on retrouve une petite activité de pêche de quelques petits métiers. Le site de Kharouba plage (Sidi El Madjdoub) est le site le plus pauvre en diversité spécifique avec 15 espèces seulement et 579 individus répertoriés au total sur l'ensemble de nos échantillons.

a) Station 1 (K.St1)

Un total de 289 individus (soit 49,9%) est répertorié au niveau de cette station, dont la totalité de la population, est représentée par les monoplacophores, suivis par les gastéropodes, les échinodermes et les polyplacophores. Tandis que, la station est moins riche en arthropodes. (Fig. 21).

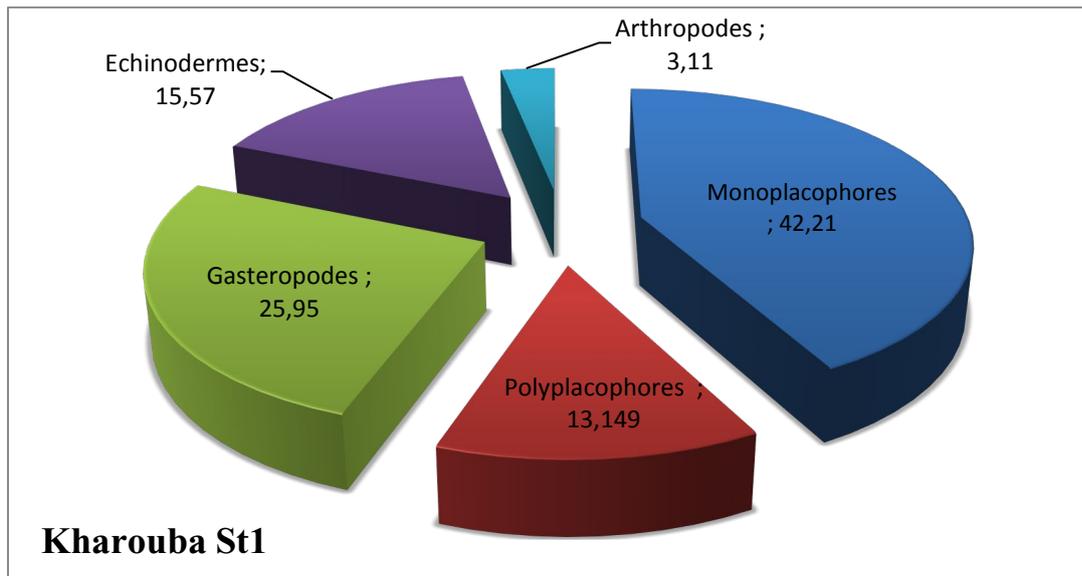


Fig. 21. Diversité zoologiques du macrofaune au niveau de la station 1 de Kharouba.

b. Station 2 (K.St2)

Un total de 290 individus (soit 50,1%) a été enregistré pour la macrofaune des substrats rocheux de cette station. Ces espèces sont réparties inégalement entre les cinq groupes zoologiques recensés (Fig. 22). Dans cette diversité zoologique, les monoplacophores dominent avec 39,31%. On retrouve ensuite les gastéropodes et les échinodermes avec une abondance de 28,62% et 18,28% respectivement. Par contre, les polyplacophores présentent seulement 9,31% et la plus faible dominance est marquée par les arthropodes (4,48%).

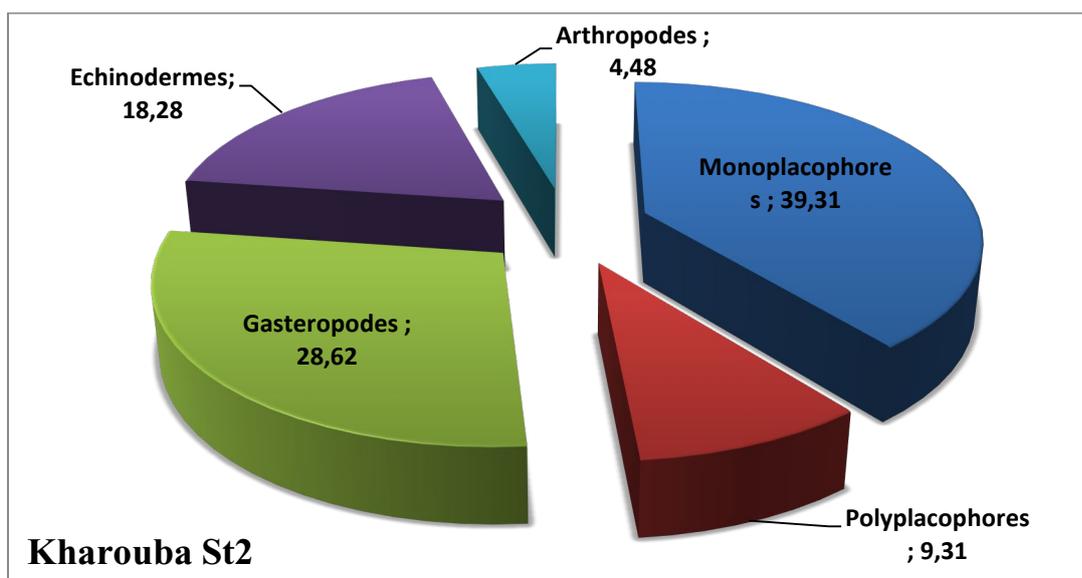


Fig. 22. Diversité zoologique du macrofaune de la station 2 de Kharouba.

La répartition de la richesse globale du site de Kharouba (15 espèces) est illustrée par la figure 23. Le pourcentage des espèces dans la station 1 est plus riche par rapport à la station 2 seulement par les monoplacophores et les polyplacophores. Alors que les autres groupes zoologiques, c'est la station 2, qui présente des pourcentages les plus élevées par rapport à la station 1.

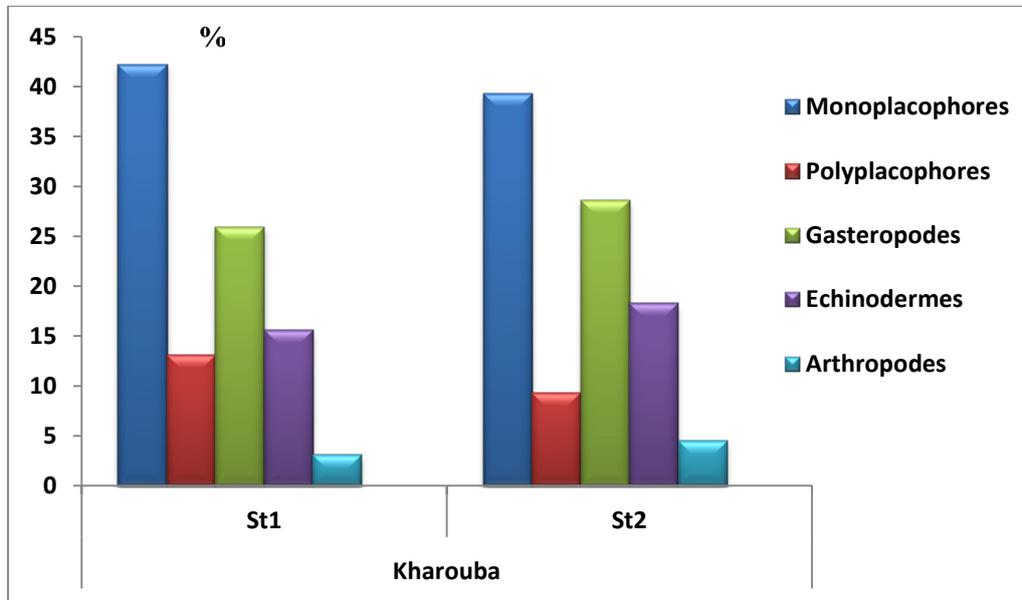


Fig. 23. Variabilité spatiale de la richesse spécifique du site de Kharouba.

III.3.1.3. Le site de Hadjadj

Concernant le site de Hadjadj, la zone rocheuse est située entre deux plages sablonneuses très vastes. A travers les prélèvements analysés de la population d'invertébrés : 18 espèces ont été identifiées avec 593 individus, répartis sur des grandes familles : Gastéropodes, monoplacophores, Echinodermes, cnidaires, Arthropodes et polyplacophores.

a) Station 1 (H.St1)

L'analyse du peuplement de la macrofaune des côtes rocheuses de cette station, présente un nombre total de 593 d'individus (soit 52,27%), dont les gastéropodes et les monoplacophores sont les plus dominants avec une abondance de 39,03% et 31,61% respectivement. Les échinodermes viennent ensuite avec un pourcentage de 12,26%, suivis par les autres groupes zoologiques avec des pourcentages plus faibles (cnidaires, arthropodes et polyplacophores). (Fig. 24).

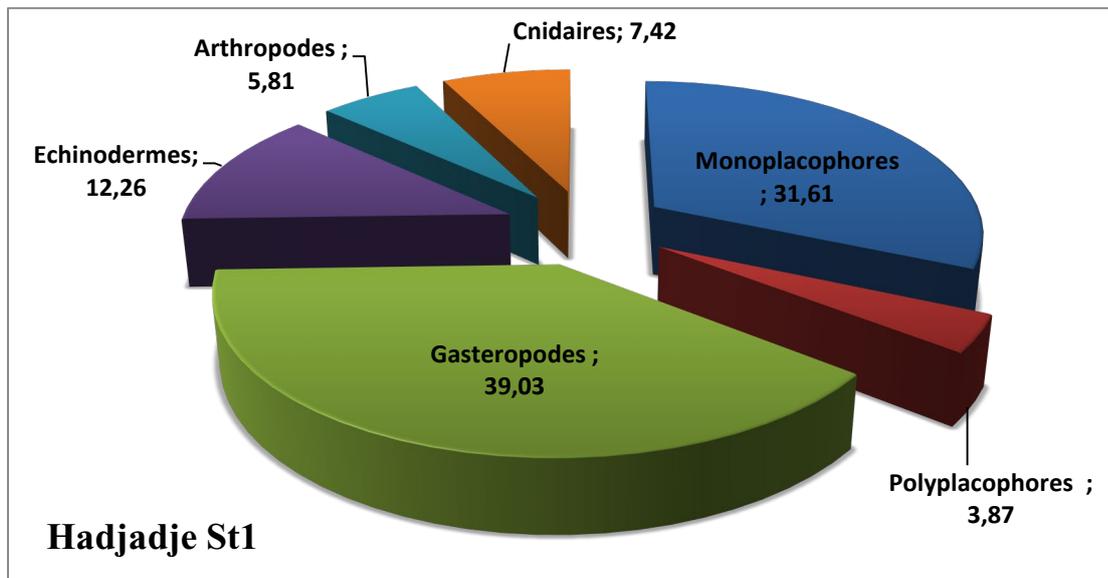


Fig. 24. Diversité zoologique du macrofaune de station 1 de Hadjadje.

b) Station 2 (H.St2)

Dans cette station on a pu répertorier 283 individus (soit 47,7%), parmi lesquels les gastéropodes et les monoplacophores sont les plus dominants avec un taux de 35,69% et 29,33% respectivement. Les autres groupes : échinodermes (11,31%), arthropodes (9,54%), polyplacophores (8,13%) et cnidaires (6%) présentent les taux les plus faibles. (Fig. 25).

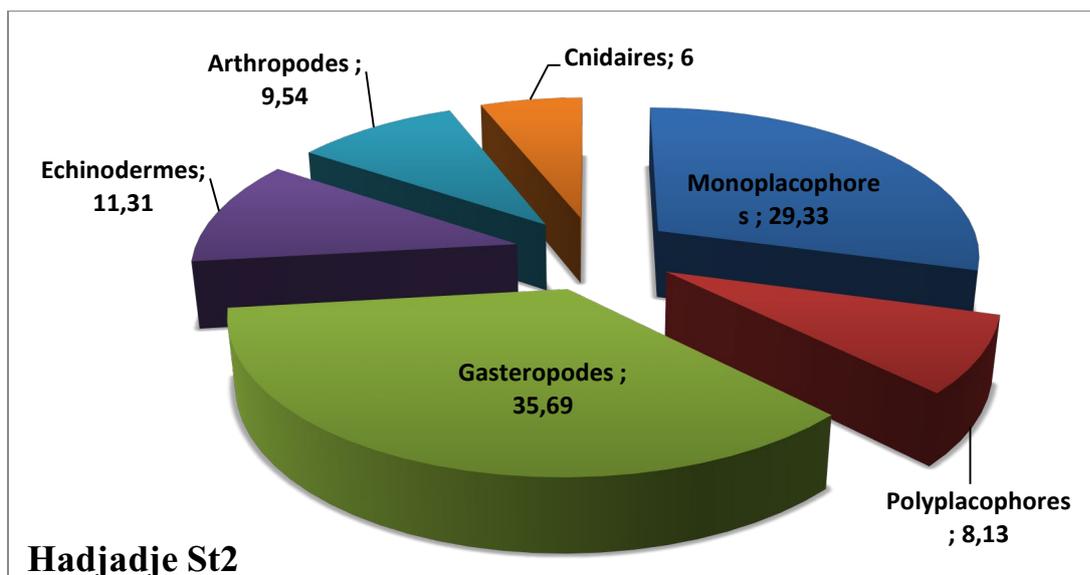


Fig. 25. Diversité zoologique du macrofaune de station 2 de Hadjadje.

La répartition de la richesse globale du site de Hadjadj, illustrée par la Fig. 26, montre que le peuplement de ce site est bien diversifié, marqué par une abondance au niveau de la station 1 par rapport à la station 2 et cela par, par la majorité des groupes taxonomiques répertoriés.

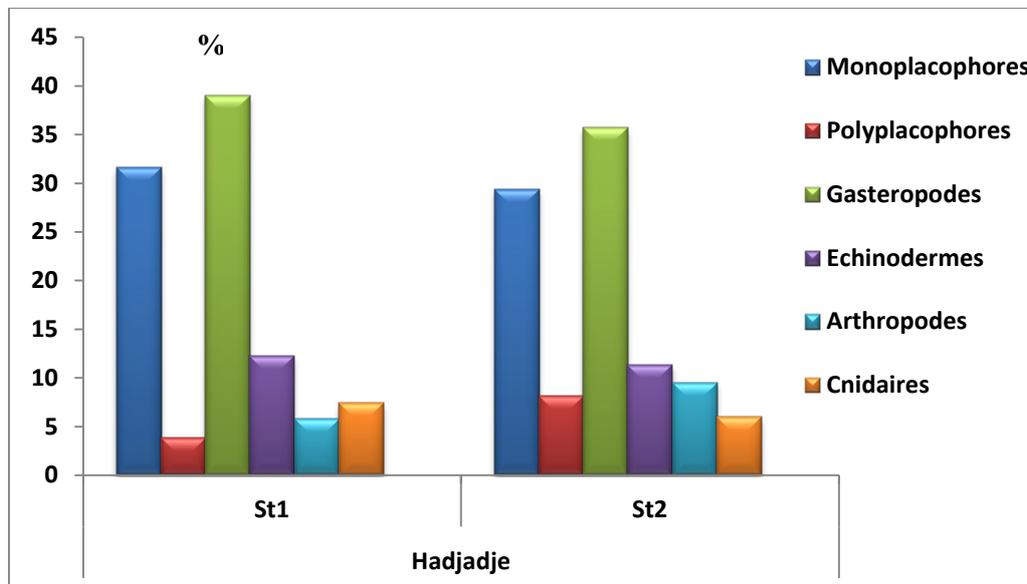


Fig. 26. Variabilité spatiale de la richesse spécifique du site de Hadjadj.

III.3.2. Synthèse des résultats de l'évaluation de la macrofaune benthique

Pour déterminer la structure du peuplement des différents sites étudiés, on a calculé la diversité spécifique relative à chaque site voir tableau 1 et figure 27.

Tableau 1. Comparaison des valeurs des indices de diversité spécifique et de la richesse du peuplement obtenues dans les sites étudiés.

	Stidia	Kharouba	Hadjadj
Abondance (A)	625	579	593
Dominance (D) %	34,78	32,22	32,99
Rs (S)	21	15	18
I.Sh (H')	0,6	0,6	0,66
I.E (J')	0,45	0,51	0,53

Le tableau 2 et la figure 27 montre que la distribution des abondances et des dominances ainsi que la richesse spécifiques montrent des variabilités entre les sites. Le site de Stidia présente les valeurs les plus élevées en abondance, en dominance et en richesse spécifique, suivi par le site de Hadjadj par rapport au site de Kharouba.

L'indice de diversité de Shannon, présente l'avantage de traduire la manière dont le peuplement est organisé. La comparaison d'un peuplement à l'autre se fait souvent par l'intermédiaire de l'équitabilité. Lorsque l'indice de diversité est faible, c'est que le peuplement est peu diversifié. Et d'après Daget (1979), des seuils sont fixés pour déterminer l'état d'un peuplement. Une équitabilité supérieure ou égale à 0,8 indique généralement un peuplement équilibré (Tableau 2).

Tableau 2. Etats des peuplements en fonction de l'indice d'équitabilité d'après Daget (1979).

Etat du peuplement	Indice d'équitabilité (J')
Peuplement inexistant	$J' = 0$
Peuplement en déséquilibre fort	$0 < J' \leq 0,20$
Peuplement en déséquilibre	$0,20 < J' \leq 0,50$
Peuplement en léger déséquilibre	$0,50 < J' \leq 0,80$
Peuplement équilibré	$J' \geq 0,80$

D'après les résultats obtenus, les indices de diversité (H') et d'équitabilité (J') présentent des valeurs remarquables en faveur du site de Hadjadj, dont les peuplements des macroinvertébrés sont les plus diversifiés et plus en équilibre que le site de Kharouba et de Stidia. En revanche, les plus faibles valeurs des indices de diversité et d'équitabilité sont obtenues pour le site de Stidia où il semble être en déséquilibre avec une valeur moins élevée de l'indice d'équitabilité (J').

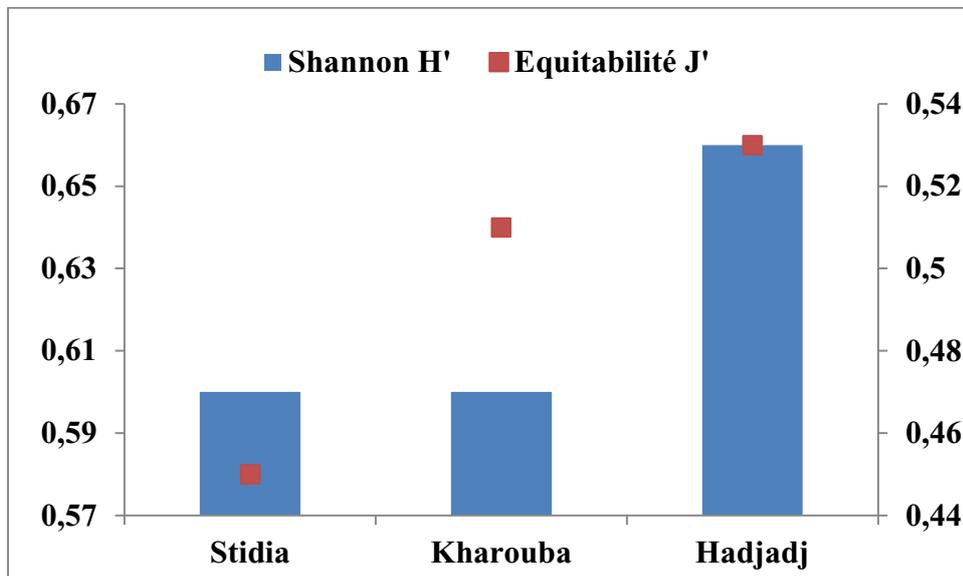


Figure 27. Les indices de diversité des trois sites étudiés.

III. 3.3. Evaluation biologique de la qualité du milieu marin à travers le développement larvaire de l'oursin *paracentrotus lividus*

Les résultats des tests de la qualité du développement larvaire pour la fécondité de chaque site étudié sont reportés sur le tableau 3 et illustrés par la figure 28.

Tableau 3 : valeurs en pourcentage (l'écart type) d'œuf fécondé de chaque site.

Site	Pourcentage de la fécondité
Stidia	91,67 ± 2,08
Hadjadj	93 ± 2,00
Kharouba	88 ± 3,06

L'analyse du tableau 3 et de la figure 28 montre que le pourcentage le plus bas est obtenu dans le site de Kharouba avec une valeur de 88 % seulement. Quant à la valeur la plus élevée elle est obtenue dans le site de Hadjadj avec une valeur de 93 % et le pourcentage de la fécondité des œufs de l'oursin *P. lividus* du site de Stidia est plus proche de celui obtenu à Hadjadj à une valeur de 91,67%.

Les résultats des tests de la qualité du développement larvaire sont reportés sur le tableau 4 et illustrés par la Figure 28.

Tableau 4. Fréquences (moyennes et (*écart type*)) des différentes catégories de larves obtenues des embryons de *Paracentrotus lividus* des différents sites. L.N : larves normales ; L.AN : larves anormales ; L.B : Larves blastulas ; L.R : Larves retardé.

	L.N	L.AN	L.B	L.R
Témoin	94,8 (4,43)	00	00	5,2 (3,63)
Kharouba	83,8 (4,54)	9 (2,44)	5,4 (1,81)	1,8 (1,48)
Stidia	94,2 (1,78)	2,6 (1,67)	3,2 (2,38)	00
Hadjadj	90,4 (3,50)	5 (2,64)	2,2 (2,68)	2,4 (1,34)

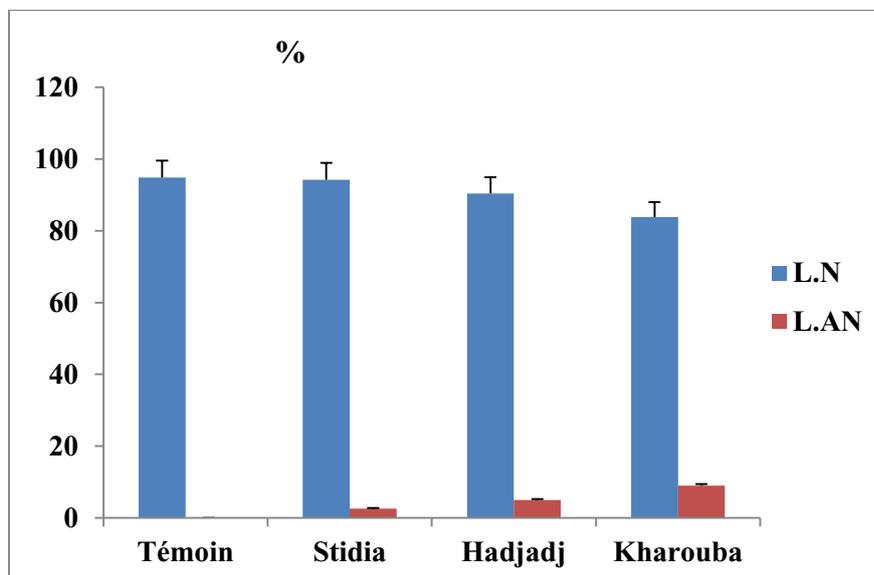


Figure 28. Pourcentages de larves normales (L.N) et anormales (L.AN) obtenus des embryons de populations naturelles de *Paracentrotus lividus* des différents sites.

L'analyse du tableau 4 et de la figure 28 montre que le pourcentage de larves normales le plus bas est obtenu dans le site de Kharouba avec une valeur de 83,8%.

Quant à la valeur la plus élevée, elle est obtenue dans le témoin avec un pourcentage de 94,8%. Il est à noter que le témoin est réalisé à partir de l'eau de mer filtrée (EMF) de Hdjadj. On remarque aussi que le taux de larves normales du site de Stidia est plus proche du témoin. L'analyse du pourcentage de larves anormales obtenu, montre que Kharouba présente un faible pourcentage, suivi par le site de Hadjadj. Les larves anormales et larves retardées présentent de faibles pourcentages qui ne dépassent pas les 10%, ceci peut être dû à la qualité de l'eau de mer utilisée et qui peut être qualifiée de bonne qualité.

L'analyse du test du développement larvaire de l'oursin *P. lividus* montre bien que pour les trois sites, les fécondations ont été réussies et que les oursins sont à leur optimum de fertilité.

En comparant nos résultats obtenus dans le site de Kharouba à ceux de Baali (2013), on remarque que l'oursin *P. lividus*, présente une capacité à donner des larves viables pluteus à des valeurs assez appréciables. Nos valeurs sont supérieures à celles observées en 2013 (76,16%). Ce site était désigné comme un site le plus perturbé par rapport aux sites de Stidia et Hdjadj (Oulhiz, 2012).

On peut conclure que les résultats obtenus en utilisant l'espèce bioindicatrice *P. lividus*, pour estimer et évaluer la qualité du milieu des différents sites étudiés, a conforté les résultats obtenus par l'analyse de la structure et de la composition de la macrofaune du médiolittoral des différents sites de Mostaganem.

CONCLUSION

Le littoral, avec le temps est devenu plus fragile, touché par de multiples sources de nuisances (pollution, aménagements littoraux, érosion...) qui perturbe la stabilité des écosystèmes littoraux.

Cette étude a pris place dans la recherche en contribuant à la détermination de la macrofaune du médiolittoral et à l'utilisation de bioindicateurs pour évaluer la qualité des eaux marines côtières de Mostaganem. En effet, la grande majorité de la macrofaune benthique composée d'invertébrés, est largement répandu sur les côtes rocheuses.

Les espèces qui prédominent appartiennent au groupe des Mollusques dans l'ensemble des sites, suivi par les Echinodermes. Quant aux deux autres groupes, les Cnidaires et les Arthropodes, leurs pourcentages varient d'un site à un autre et c'est le site de Stidia qui est le mieux représenté par ces derniers par rapport aux deux autres sites.

L'indice de Shannon utilisé ainsi que celui de l'équitabilité, reflètent mieux l'état d'équilibre du milieu marin côtier, en traduisant la manière dont ces peuplements sont organisés. D'après les résultats obtenus, les indices de diversité (H') et d'équitabilité (J') présentent des valeurs remarquables en faveur du site de Hadjadj par rapport à Kharouba et de Stidia. En revanche, les plus faibles valeurs des indices de diversité et d'équitabilité sont obtenues pour le site de Stidia où il semble être en déséquilibre avec une valeur moins élevée de l'indice d'équitabilité.

Quant aux résultats des tests de qualité du milieu des sites étudiés, basés sur la qualité du développement larvaire de l'oursin *Paracentrotus lividus*, montrent bien que pour les trois sites, les fécondations ont été réussies et que les oursins sont à leur optimum de fertilité. Les tests réalisés ont confirmé les résultats obtenus par l'analyse de la structure et de la composition de la macrofaune du médiolittoral des différents sites de Mostaganem. Ainsi, l'amélioration de la qualité du milieu de Kharouba depuis 2012, est du peut être à l'aménagement de la côte réalisé au cours de ces dernières années. Les travaux réalisés à Kharouba ont diminué la pression écologique exercée sur ce milieu, et cela, en réduisant les degrés de perturbations.

Par ailleurs, nos résultats restent à être confirmés par un suivi sur un plus long terme de l'évolution de la macrofaune benthique. Les peuplements benthiques devront être principalement étudiés en termes de répartition spatiale et temporel.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A :

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 :171-172.

B :

Beaumont, A., et Cassier P. (1978)- Biologie animale des Protozoaires aux Métazoaires Epithélioneuriens tome I 2eme Edition, Dunod, Univ, : 447 p

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

Boue, H et Chnton, R. (1978)- Zoologie I, 2, Invertébrés .Edit, Doin, Paris, 713p

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.* 60

Bourcart J., 1960. Carte topographique de la Méditerranée occidentale. *Bulletin Institut Océanographique, Monaco*, 56(1163), 20p.

Byrne M., 1990. Annual reproductive cycles of commercial sea urchin *Paracentrotus lividus* from an exposed intertidal and a sheltered subtidal habitat on west coast of aiasland. *Mar. Biol. GERM*, 104 :275-289. series. London, Academic Press. 347 p.

C :

Caulet J., 1972. Les sédiments organogènes du précontinent algérien. *Mémoire Museum National Histoire Naturelle, Paris. Série C*, 25, 289p.

Collignon J., 1991. Catalogue raisonné des poissons des mers marocaines. 1

Ere partie : Cyclostomes, Sélaciens, Holocephales. *Bulletin Institut Pêches Maritimes, Maroc*, 19, 163p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

D :

De Ridder C., 1986. Les échinides ; in Guille,A., Laboute, P., Menou,J.L., (eds).Guide des étoiles de mer , oursins et autre échinodermes du lagon de Nouvelle-Caledonie, Coll, Faune tropicale,ORSTOM , Pris.

DGE/ISMAL, 2000. Etude de classement des iles Habibas en réserve naturelle, Marché DGE/ISMAL/001/97,215 p.

Doumbe-Bille S., Kiss A., 1992. La conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement. Annuaire français de droit international : 823-843.

E :

Eriksson K.G., 1965. The sediment core n 210 from the Westem Méditerranean Sea. *Rept. Swed. Deep Sea Exped* (1947-1948), 8(5) : 397-588.

EPA., 1988.Sea urchin (*Arbacia punctulata*) Fertilization test Method 1008.In,Weber C.I.,Horning II W.B., Klemm D.J,Neiheisel T.W.,Lewis P.A.,Robinson E.L.,Menkedick J.R.,Kessler F.A.,(eds),Short-term methods of effluents and receiving organisms,Report,EPA /600/4-87/028,Cincinnati,239-272.

F :

Feaux I., 1969. Les Echinopluteus de la Méditerranée. Bull. Inst. Océanogr. Monaco., 68 (1394) :1-28.

Fenaux et al., 1988. Sensitivity of different morphological stages of the larve of *Paracentrotus lividus* (Lamarck) to quantity and quality of food.In ,Burk et al.,(eds),Echinoderm biology ,Balkema publ.,Rotterdam ,p.259-266.

FISCHER, W ; SCHEINDER, M ; ET BOUCHOT, M .L ; 1987- Fiches FAO

D'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et Mer Noire. Zone de pêche 37. Révision I. Vol I. Végétaux et Invertébrés .p 760

G :

Grasse P. (1948). *Traité de zoologie : Anatomie, Systématique, Biologie.* T. XI. Echinodermes-Stomacordés-Procordés. Edit. Masson, Paris, 1077p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Grosjean F., 2001. Growth model of the reared sea urchin *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) Thèse PhD., U.L.B., Belgique.

H :

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.

K :

Kobayashi N., 1981. Comparative toxicity of various chemicals, Oil extracts and Oil dispersant extracts to Canadian and Japanese Sea urchin eggs. Publ. Seto. Mar. Biol. Lab., 26 (1-3) : 123-133.

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

L :

Lawrence J.M., 2013. Sea urchins : Biology and ecology. 3 edition, Developments and Fisheries science, 38 : pp297-319.

Leclaire L., 1972. La sédimentation holocène sur le versant méridional du bassin algéro-baléares (précontinent algérien). Mémoire Museum National Histoire Naturelle, Pris. Série C, 24,391p.

Le Gall, P., Bucaille, D., 1987. Intérêt d'un élevage intensif de l'oursin violet *Paracentrotus lividus* in, Boudouresque C F. (ed), Colloque international sur *Paracentrotus lividus* et les oursins comestibles. GIS Posidonie publ, Marseille, 335-362p.

Lévêque C., 1997. La biodiversité. Collection que sais-je ? Presse Universitaire de France (paris), 128p.

Lévêque C., Mounolou J.C., 2001. Biodiversité – Dynamique biologique et conservation. Dunod (paris), 248p.

M :

Mezali K., 2007. Etude de la pollution de la cote de Mostaganem et étude systématique et écologique de la patelle *patella ferruginea* (Gmelin, 1791) dans la zone de stidia, Algérie. 7ème

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Congrès Maghrébin des Sciences de Mer & 1^{er} Congrès Franco-Maghrébin de zoologie et d'Ichtyologie sous le thème : Environnement aquatique et ses ressources, Connaissances, gestion et valorisation- El Djadida (Maroc).

Marty P., Vivien F.D., Lepart J., Larrère R., 2005. Les biodiversités. Objets, théories et pratiques. CNRS (paris), 261p.

Mortensen, T., 1927. Handbook of the Echinoderms of the British, *strongylocentrotus purpuratus*, Edit nature :205-497.

Munar, J., Moreno, I., 1987. Echinodermos de las islas Baleares (Espana). In, boudouresque C.F(ed), colloque international sur *paracentrotus lividus* et les oursins comestibles. GIS posidonie publ, Marseille, 241-253.

N :

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.

P :

Pagano G., Cipollaro M., Corsale G., Esposito A., Giordano G.G., Ragucci E., Trieff NM., 1988. Comparative Toxicities of Benzene, Chlorobenzene and Dichlorobenzene to Sea Urchin Embryos and Sperm. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 40 : 481-488.

Pressoir, L., 1959. Contribution à la connaissance des échinoplutés de *paracentrotus lividus*(Lmk), et *psammechinus microtuberculatus* Blainv. Bull,Inst,oceanogr., Monaco,56 :1-22.

PNG/ISMAL, 2004. Plan de gestion de la zone marine située entre l'île des Pisans et Cap Bouak (Wilaya de Béjaïa) : Approches descriptives et analytiques de la zone marine – Evaluation du patrimoine et définition des objectifs – Plan de travail. Rapport final de la convention N° ND5.247.2.264.303.03 entre le Parc National de Gouraya (PNG) et l'Institut National des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral (ISMAL), 297p, 2 Cdrom.

PNT/ISMAL, 2003. Plan de gestion de la zone marine située entre Cap Afia et la limite administrative Jijel-Béjaïa (Wilaya de Jijel) : Approches descriptives et analytiques de la zone

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

marine – Evaluation du patrimoine et définition des objectifs – Plan de travail. Rapport final de la convention Parc National de Taza (PNT) et Institut National des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral (ISMAL), 314p, 2 Cdrom.

PNUD – Algérie, 2005. Troisième rapport national à la conférence des parties sur la mise en œuvre de la convention sur la diversité biologique au niveau national. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (Alger-Algérie) – Programme des Nations des Unies pour le Développement (PNUD), 159p.

R :

Refes W., 2011. Diversité et écologie des raies (Chondrichthyens – Rajidae) de la côte algérienne. Troisième congrès Franco-tunisien de zoologie (Tabarka – Tunisie, 3 – 7 novembre 2011): 49.

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

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

Rico V., 1989. Contrébuton à l'étude des préférences alimentaires et du comportement moteur de l'oursin régulier *paracentrotus lividus*. D.E.A., Fac, Sci. Luming,Univ.Aix.Marseille II, France.,41p.

S :

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. 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

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

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. Université d'Alger, 130p.

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.

Soualili D.L. et Guillou M. 2009. Variation in the reproductive cycle of the sea urchin *Paracentrotus lividus* (Lamarck) in three differently polluted locations near Algiers (Algeria). *Marine Biodiversity Records*, 2

T :

Tortonese, E., 1965. Fauna d'halia .Vol. Echinodermata. Calderini édit., Bologna. 1-422.

Tortones E., Vadon C., (1987). Oursin et Holothuries (Echinoderme) in fiche FAO D'identification des espèces pour les besoins de pêche Révision I, Méditerranée, Mer noir Zone de pêche 37 vol I, végétaux et invertébrés : pp715-739.

V :

Vanney J.R., Genesseeux M., 1979. Propositions relatives à la toponymie marine de la Méditerranée occidentale. *Annales Institut Océanographique*, n.s. 55(2) : 185-194.

Verlaque M., Nedelec H., 1983. Note préliminaire sur les relations biotiques *Paracentrotus lividus* (Lmk) et herbien de Posidonies. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 28(3) ,157-158.

Verlaque M., 1987. Contribution à l'étude du phytobenthos d'un écosystème photophile thermophile marin en Méditerranée Occidentale. Etude structurale et dynamique du phytobenthos et l'analyse des relations faune-flore. Thèse Doct d'Etat, Univ, Aix-Marseille II, 389p.

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.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

W :

Wirtz P., Debelius H. (2003). Mediterranean and Atlantic invertebrate guide from Spain To Turkey, from Norway to Equator, Conch Books, Hackenheim, Allemagne, 305p.

Warnau M., et Pagano, G., 1994. Developmental toxicity of PbCl₂ in the echinoid *Paracentrotus lividus* (Echinodermata). Bulletin Environmental Contamination and Toxicology, 53-434+-441.

Z :

Zavodnik D., 1987. Synopsis on the sea urchin *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) in the Adriatic Sea. In, Boudouresque et al. (eds), *International Workshop Posidonia oceanica beds*. GIS Posidonie publ. Marseille, 221-240.

Site internet :

FUTURA SCIENCES. 2019. Les échinodermes, de l'étoile de mer aux oursins. En ligne <http://www.futurasciences.com/magazines/nature/infos/dossiers/d/zoologieechinodermes-etoile-meroursins-330/>.

Http : //commons. Wikimedia.org/Wiki/File ; Echinoidea_anatomie.Svg?uselang=fr