

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

Hammoudi Halima

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN HYDROBIOLOGIE MARINE ET CONTINENTALE

Spécialité:

Ressource Halieutique

THÈME

*Evaluation écologique des eaux marines côtières de
Mostaganem par l'utilisation de la macrofaune benthique*

Soutenue le 14/06/2021

DEVANT LE JURY

Président	BELBACHIR. N	MCA	U. Mostaganem
Encadreur	OULHIZ. A	MCB	U. Mostaganem
Examineur	BENMESSAOUD. N	MAA	U. Mostaganem

Année universitaire 2020/2021

Dédicace

À la mémoire d'une chère personne, qui m'a beaucoup appris la persévérance et le courage et que j'ai tant souhaité la voir présente, en ce jour de ma soutenance, ma grand-mère, décédée le 04 octobre 2020, qu'Allah lui Accorde sa miséricorde.

À mes chers parents, qu'Allah les protège, en témoignage de ma profonde affection, ce travail représente l'aboutissement des encouragements qu'ils m'ont prodigués, tout au long de ma scolarité; je leur suis et demeure très reconnaissante. Leur fierté, à mon égard aujourd'hui, est pour moi la meilleure des récompenses.

Remerciements

Je tiens, en premier lieu, à remercier Dieu le tout puissant de m'avoir donné le courage et la patience durant toute ces années.

Je tiens à remercier M^{elle} OULHIZ Aicha, ma directrice de thèse, qui a accepté de m'encadrer, orienter, aider et conseiller.

Je tiens aussi, à remercier Mr BELBACHIR Nor-Eddine, d'avoir accepté de présider le jury ;

Je remercie Mme BENMESSAOUD Nadjat, d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Mes grands remerciements vont à toute l'équipe pédagogique de la spécialité source halieutique et les professeurs de ma formation.

Merci également à tous les différentes personnes que j'ai rencontré tout au long de ma formation de master et tous ceux et celles qui de près ou de loin, m'ont apporté aide et encouragements. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude.

Résumé

La bande côtière de Mostaganem fait partie des côtes polarisées par les activités humaines qui ont affecté négativement les écosystèmes marins, devenant ainsi des zones fragiles, faibles et limitées.

A travers ces problèmes sur les côtes, nous avons mis en évidence dans ce mémoire l'évaluation et l'identification des macrofaunes benthiques présentes dans les côtes de Mostaganem, en choisissant trois sites à différentes activités humaines (Stidia, Kharouba et Khadra). Et de connaître l'abondance de ces organismes le long de la bande côtière des zones étudiées.

Les résultats nous ont révélé que le site de Khadra contient une grande abondance de macrofaune benthique (13229 individus, dont au total 20 espèces identifiées) avec une abondance de Mollusques. La troisième station de ce site a été témoin de la plus grande diversité biologique. Suivie par le site de Stidia avec 3082 individus, et 19 espèces au totale, dans laquelle l'abondance des mollusques était de 81%.

Pour compléter et vérifier les résultats, nous avons utilisé l'oursin *Paracentrotus lividus*, comme un bio-indicateur, en calculant les taux de la fécondation des œufs et le développement des larves en les incubant dans différents milieux.

Les résultats ont révélé que le taux de la fécondation des œufs atteignait les 90% dans chacun des trois sites étudiés. Et qu'après 72 heures, les résultats ont montré qu'il existait une différence pour les formes des larves obtenus et que le sable du site de Kharouba a donné le pourcentage le plus élevé de larves anormales lors de l'incubation des œufs fécondés d'oursins *P. lividus* d'origine de Kharouba.

Mots clés : Macrofaune benthiques, Développement larvaire, *Paracentrotus lividus*, Mostaganem.

المخلص

يعد الشريط الساحلي لمستغانم جزءًا من السواحل المستقطبة بفعل الأنشطة البشرية التي أثرت سلبًا على النظم البيئية البحرية، وبالتالي أصبحت مناطق هشّة وضعيفة ومحدودة.

من خلال هذه المشاكل على السواحل، أبرزنا في هذه الأطروحة تقييم وتحديد الحيوانات الكبيرة القاعية الموجودة في سواحل مستغانم، من خلال اختيار ثلاثة مواقع ذات أنشطة بشرية مختلفة (استيديا، خروبة، خضرة). ومعرفة وفرة هذه الكائنات على طول الشريط الساحلي للمناطق المدروسة.

أظهرت النتائج أن موقع الخضرة يحتوي على وفرة كبيرة من الحيوانات الكبيرة القاعية (13229 فردًا، بما في ذلك ما مجموعه 20 نوعًا محددًا) مع وفرة من الرخويات. شهدت المحطة الثالثة في هذا الموقع أكبر تنوع بيولوجي. تلاه موقع Stidia بعدد 3082 فردًا، و19 نوعًا إجماليًا، وبلغت وفرة الرخويات 81%.

لاستكمال النتائج والتحقق منها، استخدمنا قنفاذ البحر *Paracentrotus lividus* كمؤشر بيولوجي من خلال حساب معدلات إخصاب البيض وتطور اليرقات من خلال احتضانها في وسائط مختلفة.

أوضحت النتائج أن معدل إخصاب البويضات بلغ 90% في كل من المواقع الثلاثة المدروسة. وبعد 72 ساعة أظهرت النتائج وجود اختلاف في أشكال اليرقات المتحصل عليها وأن رمال موقع الخروبة أعطت أعلى نسبة من اليرقات غير الطبيعية أثناء حضانة البيض المخصب لقنفاذ البحر P. الزحم من أصل الخروبة.

الكلمات المفتاحية:

الحيوانات القاعية الكبيرة، نمو اليرقات، *Paracentrotus lividus*، مستغانم.

Abstract

The coastal strip of Mostaganem is part of the coasts polarized by human activities which have negatively affected marine ecosystems, thus becoming fragile, weak and limited areas.

Through these problems on the coasts, we have highlighted in this thesis the evaluation and the identification of benthic macrofauna present in the coasts of Mostaganem, by choosing three sites with different human activities (Stidia, Kharouba and Khadra). And to know the abundance of these organisms along the coastal strip of the areas studied.

The results revealed that the Khadra site contains a large abundance of benthic macrofauna (13,229 individuals, including a total of 20 identified species) with an abundance of Molluscs. The third station of this site witnessed the greatest biological diversity. Followed by the Stidia site with 3082 individuals, and 19 species in total, in which the mollusc abundance was 81%.

To complete and verify the results, we used the sea urchin *Paracentrotus lividus*, as a bio-indicator, by calculating the rates of fertilization of eggs and the development of larvae by incubating them in different media.

The results revealed that the rate of fertilization of eggs reached 90% in each of the three sites studied. And that after 72 hours, the results showed that there was a difference in the shapes of the larvae obtained and that the sand of the Kharouba site gave the highest percentage of abnormal larvae during the incubation of the fertilized eggs of sea urchins *P. lividus* of Kharouba origin.

Key words: Benthic macrofauna, Larval development, *Paracentrotus lividus*, Mostaganem.

TABLE DES MATIERES

Dédicace	i
Remerciements.....	ii
Résumé.....	iii
Sommaire.....	iv
Liste des figures.....	vi
Liste des tableaux.....	vii
Introduction	01

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I GENERALITES	2
I.1 Les caractéristiques générales de la Méditerranée	2
I.2 L'écosystème méditerranéen et la biodiversité	3
I.3 Les différentes pressions exercées sur le littoral méditerranéen	4
I.4 Caractéristiques de la côte Algérienne	4
I.4.1 Biodiversité marine en Algérie	5
I.5 Caractéristiques de la zone côtière	6
I.5.1 Les écosystèmes marins côtiers	6
I.5.2 La diversité menacée des écosystèmes côtiers	6
I.5.3 Notion sur les réseaux de surveillance	7
I.5.4 Généralités sur les polluants majeurs en milieux marins côtiers	8
a) Pollution urbaine.....	8
b) Pollution industrielle.....	8
c) Pollution agricole.....	8
d) La pêche.....	9
e) La pollution par les hydrocarbures liée au trafic maritime.....	9
I.6 Les indicateurs de la biodiversité marine et côtière	9
I.6.1 Concepts et utilisation des bio-indicateurs	11
I.6.2 Caractéristiques de l'indicateur biologique	11
I.7 L' "OURSINS": outils d'évaluation de la qualité des milieux côtiers	12
I.7.1 Présentation de l'espèce <i>P. lividus</i>	12
I.7.2 Taxonomie de l'oursin commun	13
I.7.3 Distribution Géographique	13
I.7.4 La morphologie de l'oursin commun	14
a) Morphologie externe.....	14
b) Anatomie interne.....	15
I.7.5 L'alimentation de l'oursin commun	16
I.7.6 La Reproduction de l'oursin commun	17
I.7.6.1 Développement larvaire chez les oursins	18

Chapitre II : Partie 1 : Matériel et méthodes

II.1	Présentation de la zone de Mostaganem.....	20
II.1.1	Choix de site d'étude.....	20
	a) Le site de Stidia	21
	b) Le site de Kharouba.....	21
	c) Le site de Khadra.....	21
II.1.2	Echantillonnage de la macrofaune des premiers étages des sites étudiés.....	21
II.1.3	Echantillonnage de l'oursin <i>Paracentrotus lividus</i>.....	23
II.1.4	Méthode d'analyse.....	23
II.1.4.1	Détermination et identification des espèces.....	23
	a)Le calcul des indices biologiques (S).....	23
	b)Abondance (A).....	24
II.1.5	Méthodes utilisées pour l'obtention des gamètes de l'oursin.....	24
II.1.5.1	Test de la qualité du développement embryonnaire de <i>P. lividus</i>.....	26

Chapitre II : Partie 2 : Résultats et discussion

	EVALUATION DE LA COMPOSITION DE LA MACROFAUNE.....	26
II.2.1	Détermination de la richesse spécifique des différents sites étudiés.....	26
II.2.1.1	Le site de Stidia.....	26
	a) La station1 (S.St1).....	27
	b) La Station 2 (S.St2).....	28
	c) La Station 3 (S.St3).....	28
II.2.1.2	Le site de Kharouba.....	28
	a) La Station 1 (Kb.St1).....	29
	b) La Station 2 (Kb.St2)	30
	c) La Station 3 (Kb.St3).....	30
II.2.1.3	Le site de Khadra	30
	a) La Station 1 (Kd.St1).....	31
	b) La Station2 (Kd.St2).....	32
	c) La Station 3 (Kd.St3).....	32

EVALUATION BIOLOGIQUE DE LA QUALITE DU MILIEU MARIN A TRAVERS LE DEVELOPPEMENT LARVAIRE DE L'OURSIN « *Paracentrotus lividus* »

II.2.2	La fécondation	33
II.2.2.1	Développement embryonnaire.....	34
	a) La Station de Stidia.....	34
	b) Station de Kharouba.....	34
	c) La Station de Khadra.....	35
Conclusion	36
Références bibliographiques	37

Liste des Figures

Figure 1:	Carte de la Méditerranée. (Dubois-Dauphin, 2016).....	2
Figure 2:	Distribution de la diversité biologique totale de la mer Méditerranée (Coudre, 2002).....	3
Figure 3:	Schéma présentant les différentes pressions exercées sur le littoral méditerranéen (Markovich, 2009).....	4
Figure 4:	Carte de répartition géographique de <i>P. lividu</i> (Tortonese et Vadon, 1987).....	13
Figure 5:	Organisation générale du test d'un oursin régulier (De Ridder, 1986).....	14
Figure 6:	les appendices de <i>P. lividus</i> (Guendouzi, 2015).....	15
Figure 7:	Anatomie interne de l'oursin régulier <i>P. lividus</i> (Grosjean, 2001).....	16
Figure 8:	Représentation schématique du cycle de reproduction de <i>P.lividus</i> (In Kalleche,2019)....	18
Figure 9:	Les différentes anomalies embryonnaires et larvaires chez <i>Paracentrotus lividus</i> (d'après Klockner et al, 1985).....	19
Figure 10:	Localisation géographique de la zone étudiée (Google Earth, 2021).....	20
Figure 11:	Quadra de 50 cm ² utilisé pour l'étude de la macrofaune du substrat dur.....	22
Figure 12:	Mode opérationnel pour l'obtention des gamètes.....	25
Figure 13:	(A) vue générale du site de Stidia . (B) les embarcations de pêche sur le site.....	26
Figure 14:	Proportion des groupes zoologiques au niveau de la station 1 de Stidia.....	27
Figure 15:	Diversité zoologique de la macrofaune de Station 2 de Stidia.....	27
Figure 16:	Proportion des groupes zoologiques au niveau de la Station 3 de Stidia.....	28
Figure 17:	Proportion des groupes zoologiques au niveau de la Station 1 de Kharouba.....	29
Figure 18:	Proportion des groupes zoologiques au niveau de la Station 2 de Kharouba.....	29
Figure 19:	Proportion des groupes zoologiques au niveau de la Station 3 de Kharouba.....	30
Figure 20:	Proportion des groupes zoologiques au niveau de site de Khadra.....	31
Figure 21:	Proportion des groupes zoologiques au niveau de la Station 1 de Khadra.....	31
Figure 22:	Proportion des groupes zoologiques au niveau de la Station 2 de Khadra.....	31
Figure 23:	Proportion des groupes zoologiques au niveau de la Station 3 de Khadra.....	32

Liste des Tables

Tableau 1:	Période et nombre de pontes par an de <i>Paracentrotus lividus</i> dans les cotes algériennes.....	17
Tableau 2:	Les œufs fécondés obtenus par les différents tests de fécondation de <i>P.lividus</i>	33
Tableau 3:	Les différentes catégories de larves obtenues des embryons des oursins de A.....	34
Tableau 4:	Les différentes catégories de larves obtenues des embryons des oursins B.....	34
Tableau 5:	Les différentes catégories de larves obtenues des embryons des oursins C.....	35



Introduction

Les écosystèmes marins côtiers sont des milieux de plus en plus affectés par l'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). Quant à la bande côtière algérienne, dont Mostaganem fait partie, elle n'est pas non plus à l'abri de la pollution en général, et de l'activité humaine en particulier. (Kacemi, 2008).

Ce travail de mémoire a pour but la détermination de l'état de santé des plages étudiées à partir de l'utilisation de la macrofaune benthique comme outil de diagnostic de la qualité de ces milieux, en donnant une description des principaux peuplements de la macrofaune qui existent au niveau des sites étudiés d'une part, et d'autre part, en étudiant la qualité du développement embryonnaire de l'oursin *Paracentrotus lividus*.

Le présent travail comporte trois grands chapitres : où le premier chapitre est consacré à la synthèse bibliographique, présentant des généralités sur les réseaux de surveillance, les caractéristiques de la zone côtière, les polluants majeurs en milieu marin côtier, les caractéristiques écologiques des côtes Méditerranéennes et enfin l'intérêt de l'utilisation de l'oursin *P. lividus* comme bio-indicateur de la qualité des milieux côtiers marins. Tandis que le deuxième chapitre, il est divisé en deux parties (expérimentale et résultats). Et enfin une conclusion générale.

CHAPITRE I

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE



I.GENERALITES :

I.1 Les caractéristiques générales de la Méditerranée :

La Méditerranée (Fig.1) est une mer intérieure profonde, semi-fermée, tempérée, avec un plateau continental étroit qui possède une forte diversité biologique. Elle est divisée en deux bassins principaux : le bassin occidental et le bassin oriental ; avec une superficie de 3 millions de km² ; un volume de 3,7 millions km³ ; une profondeur moyenne allant jusqu'à 1370 m et 5121 m pour les fosses de Matapan -Grèce-). La température de l'eau en surface est variable suivant la saison (de 21 à 30° l'été et de 10 à 15 ° l'hiver), elle augmente d'Ouest en Est, à partir de 100 à 200 m la température devient constante ($\pm 13^\circ$). Alors que pour la salinité, elle est en moyenne à 38 ‰ ($\pm 1\%$). La Méditerranée est tempérée avec un automne pluvieux, un hiver doux, un printemps pluvieux et un été chaud et sec. Le climat méditerranéen est un type de climat de transition entre le domaine tempéré et la zone tropicale aride, d'extension limitée, les moyennes sont supérieures à 20 °C d'avril à octobre et peuvent atteindre 40 °C, l'hiver est généralement doux et les températures moyennes du mois le plus froid sont supérieures à 10° C. La pluviométrie annuelle moyenne varie de 300 à 1000 mm. (Tebani, 2020).

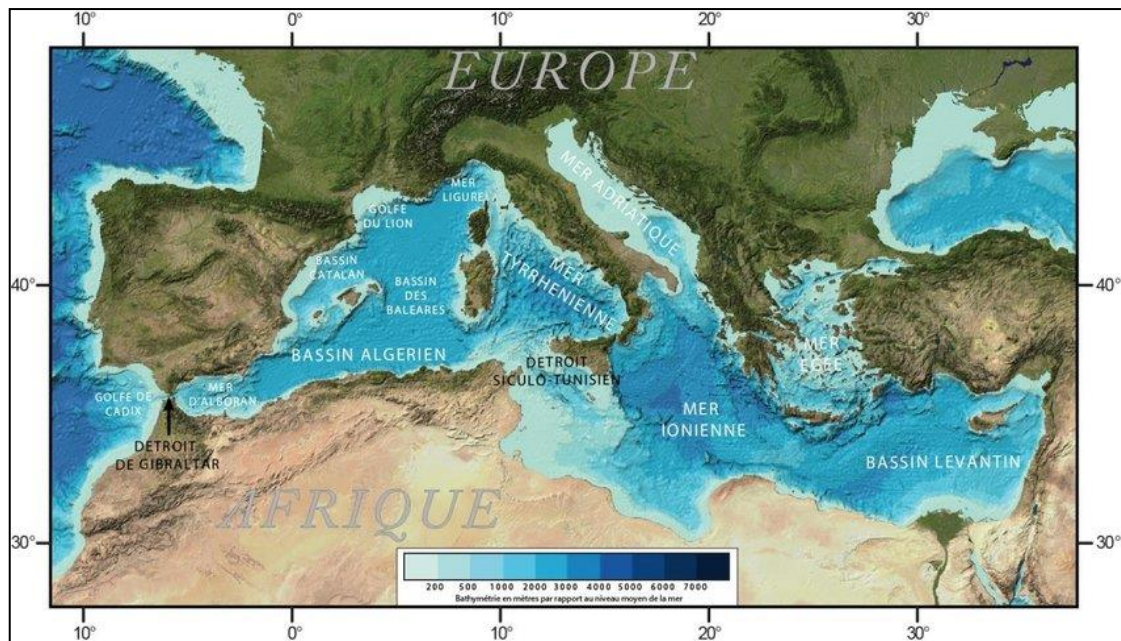


Figure 1 : Carte de la Méditerranée. (Dubois-Dauphin, 2016).

I.2 L'écosystème méditerranéen et la biodiversité

La mer Méditerranée est caractérisée par une biodiversité élevée avec 91 pour cent des espèces concentrées entre 0 et 50 mètres de profondeur, des ressources profondes limitées et précaires. Le plateau continental, où la majeure partie de la pêche est effectuée, est environ de 750 000 km², de la côte à la profondeur de 200 m, et sa largeur moyenne est à peine de 9 milles marins.

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. Parmi ces espèces, on retrouve 650 espèces de poissons (dont les 3/4 vivent dans les 50 premiers mètres de profondeur). Il est à noter que 30% des espèces méditerranéennes sont endémiques représentées par 2000 crustacés, 1400 mollusques, 150 échinodermes, 450 méduses, 600 éponges et 1350 algues et plantes marines (Fig.2) ; à cela s'ajoutent 5 espèces de reptiles et 21 espèces de mammifères marins (Coudre, 2002).

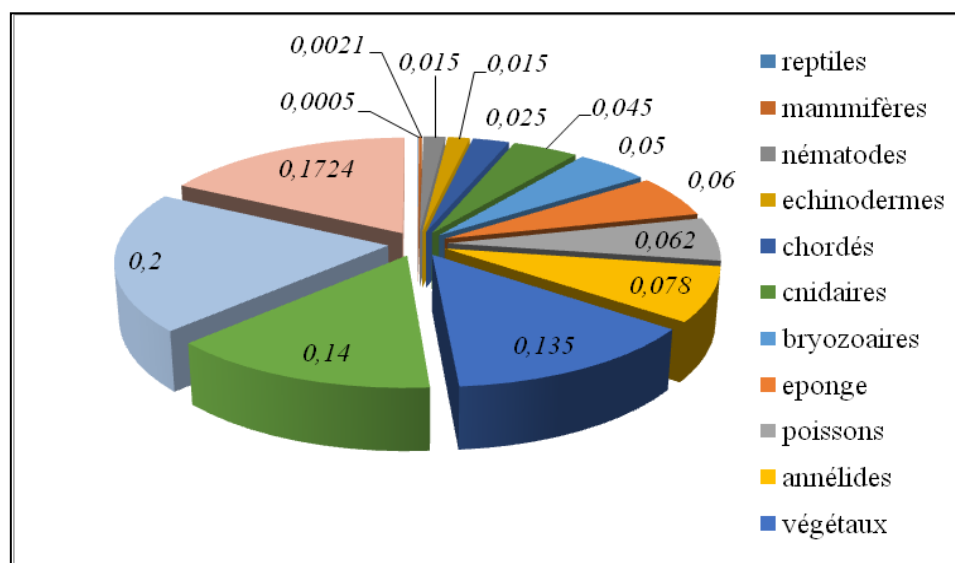


Figure 2 : Distribution de la diversité biologique totale de la mer Méditerranée (Coudre, 2002).

I.3 Les différentes pressions exercées sur le littoral méditerranéen :

Le littoral méditerranéen est le siège de nombreuses activités économiques telles que la pêche, l'industrie, l'agriculture ou le tourisme qui connaissent un essor rapide. Le tourisme est sans doute l'activité dont le développement a été le plus notable. La zone côtière est le siège de diverses sources de perturbation, aussi bien naturelles qu'anthropogéniques. (Blanchet, 2004; Bayed et Bazairi, 2008).

Or, l'intense urbanisation et l'essor touristique considérable constituent d'importantes menaces de pollution d'origine tellurique et de dégradation du milieu côtier. (Hamdi, 2007; Markovich, 2009). Ces derniers menacent la santé publique et risquent de compromettre le développement du milieu (Kebir, 1996) (Fig.3).

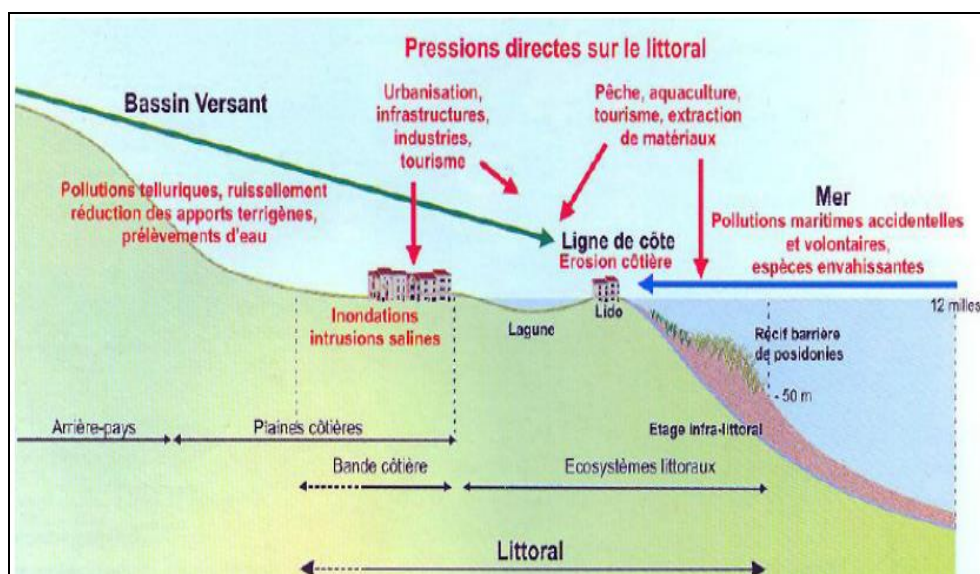


Figure 3: Schéma présentant les différentes pressions exercées sur le littoral méditerranéen (Markovich, 2009).

I.4 Caractéristiques de la côte Algérienne :

La côte algérienne s'étend de Marsat Ben M'Hidi à l'Ouest au Cap Roux à l'Est sur 1622 km. Elle se présente comme une succession de baies plus au moins ouvertes séparées par des régions très escarpées. Les hautes falaises qui bordent la majeure partie de cette côte sont soumises à des érosions marines et éoliennes. Cette côte compte 31 oueds, dont les plus importants sont les oueds Tafna, Chelliff, Mazafran, El Harrach, Soummam, Sebaou, Isser, El Kébir, SafSaf, Seybouse (Grimes *et al.*, 2004). Les lagunes littorales d'El-Kala et d'Annaba confèrent une originalité à ce secteur de la côte algérienne. Les plages qui s'étendent au fond

des baies, d'une largeur de quelques mètres à quelques dizaines de mètres, sont presque exclusivement sableuses.

Le fonctionnement de l'écosystème marin côtier est tributaire de l'influence et de l'interaction de deux milieux différents : le milieu marin du large et le continent. Le long des côtes algériennes, la circulation de l'eau atlantique (courant algérien) laisse une empreinte indélébile dans les eaux du littoral. Elle induit une dynamique côtière assez caractéristique qui assure le renouvellement des eaux des baies et contribue à la détermination incontestable des niveaux de fertilité trophique. Quant au milieu continental, son influence dépend de la quantité et de la qualité de ses apports. Celles-ci sont elles-mêmes en relation avec les conditions naturelles et anthropiques des bassins versants de la frange littorale (Grimes, 2003).

En Algérie, le développement économique et social a négligé l'environnement côtier, alors que l'ensemble de nos ressources halieutiques provient de la mer, et 95 % de nos échanges commerciaux ainsi que la totalité de nos exportations en hydrocarbures se font par la mer. D'autre part, le littoral algérien offre d'importantes potentialités touristiques qu'il convient de préserver contre la pollution et la dégradation de l'environnement. (Kacemi, 2008).

Par ailleurs, les côtes algériennes sont, aussi, caractérisées par une diversité des formes morphologiques tout au long du littoral algérien. Les côtes sont en grande partie constitués par des reliefs rocheux, de plus ou moins forte dénivellation par rapport au niveau marin. Dans ce linéaire caractérisé, comme partout ailleurs, par la jeunesse de son relief s'insèrent des formes de côtes basses d'accumulation, comme les plages et les dunes, qui constituent un enrichissement avéré de notre patrimoine côtier (Grimes, 2003).

I.4.1 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 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.5 Caractéristiques de la zone côtière

La zone côtière est un espace géomorphologique de part et d'autre du rivage de la mer où se manifeste l'interaction entre la partie marine et la partie terrestre à travers des systèmes écologiques, comprenant des composantes biotiques et abiotiques coexistant et interagissant avec les communautés humaines et les activités socio-économiques.

La zone côtière est une zone d'interactions intenses où les processus globaux à dominante continentale et les processus globaux à dominante océanique se recouvrent et interagissent avec pour conséquence la mise en place de différents types d'écosystèmes, tous caractérisés par diverses particularités environnementales (climatiques, géomorphologiques, physiques, chimiques et biologiques) (Berland, 1996).

I.5.1 Les écosystèmes marins côtiers :

Les écosystèmes naturels de la zone côtière sont, de ce fait, sujets à des changements variables qui vont aboutir à la formation de systèmes côtiers originaux, dynamiques et productifs mais, aussi, vulnérables à des pressions additionnelles liées en particulier à l'anthropisation croissante des côtes (Blanchet, 2004). Cette dernière provient essentiellement de la forte urbanisation de ces côtes (Queguiner, 2009).

I.5.2 La diversité menacée des écosystèmes côtiers :

La zone côtière est le foyer d'un nombre important de communautés biologiques distinctes incluant les récifs coralliens, les mangroves, les prés salés et les zones humides, les herbiers de phanérogames et les champs d'algues, les assemblages estuariens ou encore les lagunes, les forêts et les prairies côtières. Cette diversification des écosystèmes côtiers est le reflet d'adaptations spécifiques à plusieurs facteurs environnementaux agissant de façon concomitante : des environnements marins de faible profondeur ; des fluctuations entre des conditions marines et dulçaquicoles ou encore entre des conditions aquatiques et terrestres. Ces conditions environnementales particulières sont-elles mêmes liées à l'interaction d'éléments atmosphériques, marins, dulçaquicoles et terrestres à la frontière entre les océans et le continent. Dans les écosystèmes côtiers, vont ainsi se mettre en place des habitats qui seront sujets à des régimes trop extrêmes pour des organismes purement terrestres ou purement aquatiques : forts gradients de salinité, alternance émergence-immersion, fluctuations de l'hydrologie et des apports d'énergie à haute fréquence. (Stirn, 1982; Queguiner, 2009).

I.5.3 Notion sur les réseaux de surveillance :

Le milieu marin est riche en biodiversité marine qu'ont contribué au développement des économies des pays, ce qui a fait les pays du monde courir pour exploiter le milieu marin.

Entre le milieu marin et la bordure littorale, il y a un contact à partir des aspects de la vie marine, dont elle est menacée par une foule de risques qui l'ont affectée négativement.

La bordure littorale constitue un réceptacle recevant des rejets urbains et industriels contenant une grande variété de polluants (Blanchet, 2004). De cette pression anthropique croissante, le milieu marin, et en particulier le littoral, subit en de nombreux endroits des perturbations impliquant la diminution de la richesse spécifique et de la ressource, l'apparition de pathologies chez les organismes marins, conséquences d'une modification des habitats et d'une contamination des compartiments biotiques et abiotiques croissants.

Cette altération de la qualité des eaux littorales et des écosystèmes peut parfois se traduire par une atteinte à la santé des usagers (Berland, 1996; Krakimel, 2003). Fort de ce constat, la protection du milieu marin nécessite un contrôle des apports à la mer, la surveillance de la qualité des eaux littorales et la gestion des ressources.

L'organisation des réseaux de surveillance, au niveau national ou régional, permet de répondre à des questions majeures suivantes:

- La qualité des eaux côtières et des écosystèmes s'est-elle améliorée ou détériorée après ces dernières années?
- Quelle est la principale raison qui a conduit à des perturbations dans l'environnement naturel et est-ce un résultat anthropique?
- Quelles sont les actions à mener en termes de prévention, en cas d'altération du milieu marin ?

Pour évaluer la qualité du milieu marin, il faut prendre en compte les mesures de divers paramètres et de les confronter. Il s'agit :

- a) Des paramètres physicochimiques (température, salinité, turbidité, pH, O₂ dissous, sels nutritifs, métaux lourds, hydrocarbures, composés organochlorés, etc...) dans l'eau, dans les sédiments, dans la matière vivante permettant d'apprécier les caractéristiques globales de l'environnement;
- b) Des paramètres biologiques tels que l'abondance, la richesse spécifique, la capacité de résistance des organismes à la contamination, des mesures d'effet (Queguiner, 2009).

I.5.4 Généralités sur les polluants majeurs en milieux marins côtiers :

Dans le langage courant, la pollution est une dégradation de l'environnement résultant de la dissémination de produit toxique ou de l'abandon de matériaux non biodégradable. La pollution marine résulte de tous les produits rejet dans les mers et les océans, en conséquence de l'activité humaine, elle comprend la pollution de l'eau, des biotes et celle des sédiments, plus généralement toutes les atteintes aux écosystèmes marins causées par les rejets de substances nuisibles par leurs natures ou leurs quantités.

La pollution des zones marines côtières est définie comme étant, toute modification des propriétés physique, chimique ou biologiques ou tout rejets de substances liquides, gazeuses ou solides dans l'eau d'une façon à créer une nuisance ou à rendre cette eau dangereuse ou préjudiciable du point de vue de la santé, de la sécurité et du bien-être publique, soit de ses usages destinés à des fins domestiques, commerciales, agricoles, récréative et autres, soit de la faune sauvage et aquatique.

D'après toutes ces différentes définitions, on distingue que la pollution est due essentiellement aux activités humaines ainsi qu'aux phénomènes naturels ; elle a des effets multiples qui touchent aussi bien la santé publique que les organismes aquatiques.

Selon l'origine de la pollution, on distingue les catégories de pollution suivantes :

a) Pollution urbaine :

Ce type de pollution est dû essentiellement aux rejets domestiques (eaux domestiques, eaux collectives de lavage, huiles de vidange, médicaments périmés, matières fécales... etc.). Elle est liée aux grandes concentrations urbaines. Le flot déversé est très variables en fonction de l'importance de l'agglomération et de son activité.

b) Pollution industrielle :

Les rejets liquides industriels véhiculent une importante pollution organique et toxique, il s'agit des différents déchets provenant des industries divers qui sont principalement installées au niveau du rivage à la fois pour se débarrasser des déchets directement et pour refroidir leurs machines (industrie alimentaire. Industrie agricole, industrie chimique et pétrochimique...).

c) Pollution agricole :

L'agriculture est responsable du rejet de nombreux polluants organiques et inorganiques dans l'eau de mer. Ces contaminations comprennent à la fois des sédiments provenant de l'érosion des terres agricoles, des composés phosphorés azotés issus des déchets animaux et des engrais commerciaux notamment des nitrates. Ainsi, parmi les polluants d'origine agricole, les

pesticides qui sont utilisés en agriculture pour protéger les cultures contre leurs ennemis afin d'augmenter leur rendements.

d) La pêche :

Les espèces sont menacées, en premier lieu, par la surpêche surtout dans les pays du sud de la Méditerranée, qui sont des pays en voie de développement où la protection de l'environnement n'est pas parmi leurs priorités, et qui n'appliquent pas des politiques strictes pour protéger le milieu marin. D'autre part, la pêche excessive menace la pérennité de certains stocks, tandis que la biodiversité est perturbée par l'intrusion d'espèces non indigènes (Albakjaji, 2011; UNEP, 2011).

e) La pollution par les hydrocarbures liée au trafic maritime

Les activités industrielles existant autour du bassin méditerranéen menacent la mer Méditerranée. Certaines zones en présence des industries lourdes telles que les industries chimiques et pétrochimiques, sont plus menacées que les autres régions. Avec plus de 200 installations pétrochimiques et énergétiques, usines chimiques et unités de production de chlore et quelques 80 grands cours d'eaux charriant une charge importante de pollution provenant de l'amont, le bassin méditerranéen se trouve à l'heure actuelle dans un état de détérioration. Une soixantaine de raffineries de pétrole déversent chaque année près de 20.000 tonnes d'hydrocarbures dans la mer. Il est connu que, les activités industrielles ont des effets néfastes sur l'environnement, comme les rejets des déchets dangereux dans les cours des eaux qui finissent toujours dans la mer donc des risques sur l'écosystème. A ceci, s'est ajoutée la pollution atmosphérique engendrée par ces activités. Aussi, la mer Méditerranée est menacée par la pollution pétrolière liée au trafic maritime qui est un trafic dense et en même temps la Méditerranée est une route importante de transit pour transporter les marchandises (Albakjaji, 2011).

I.6 Les indicateurs de la biodiversité marine et côtière

Les organismes marins subissent les variations de leur environnement (changement climatique, destruction des habitats, pêche...) auxquelles ils doivent apporter des réponses individuelles appropriées. Ces réponses peuvent affecter leur croissance, reproduction, fécondité... et avoir des conséquences sur la dynamique spatio-temporelle des communautés auxquelles ils appartiennent.

Les perturbations majeures des écosystèmes marins ont des effets sur les habitats, les traits biologiques et la capacité d'adaptation des organismes marins, la distribution et la dynamique des populations, ainsi que la structure et le fonctionnement des communautés. Les organismes

vivant sur/ou dans les sédiments marins (macro-benthos) présentent souvent une mobilité réduite. La plupart d'entre eux possèdent également des stades larvaires sensibles. Cette double caractéristique les rend extrêmement dépendants des variations de leur environnement. Toute perturbation significative de l'environnement induit des modifications de la composition spécifique du macro-benthos. Ces modifications suivent des évolutions comparables au fur et à mesure que l'on s'éloigne dans l'espace de la perturbation. Ce processus s'accompagne en général d'une diminution de la biodiversité. L'analyse de la composition spécifique du macro-benthos est souvent utilisée comme indicateur de la qualité des habitats marins (Grémare, 2007).

Un bio-indicateur est un élément appartenant au monde du vivant (molécule, végétal, animal, fongique, etc...) donnant des informations sur son milieu et son environnement. Du fait de leurs particularités écologiques, ces bio-indicateurs constituent l'indice précoce de modifications biotiques ou abiotiques de l'environnement dues à des activités humaines (Oulhiz, 2012).

On distingue deux types de bio-indicateur:

- ✓ **Les bio-indicateur d'accumulation** : Il s'agit d'organisme, partie d'organisme ou communauté d'organismes qui accumulent certaines substances présentes dans son environnement; (Oulhiz, 2012)
- ✓ **Les bio-indicateur d'effet ou d'impact**: Il s'agit d'organisme, partie d'organisme ou communauté d'organismes qui présentent des modifications ou non en fonction de leur exposition à diverses substances présentes dans leur environnement. Ces modifications proportionnelles ou non à l'exposition se traduisent entre autres, par des modifications d'ordre morphologique, cellulaire, comportementale, etc...

En plus des caractéristiques de l'indicateur, le bio-indicateur doit être bien connu sur le plan scientifique (alimentation, reproduction, voie d'exposition au polluant, place dans la chaîne alimentaire, etc (Oulhiz, 2012)

De manière générale, un indicateur est le résumé d'une information complexe qui offre la possibilité aux différents acteurs (scientifiques, gestionnaires, politiques et citoyens) de dialoguer entre eux. Un indicateur de biodiversité doit permettre de quantifier la biodiversité et ses variations de répartition spatio-temporelle. Il doit aider à évaluer quantitativement et qualitativement l'état de santé et la richesse du monde vivant (Monbet, 2004). On peut distinguer deux types d'indicateurs :

- ✓ Les descripteurs simples décrivant une situation isolée, mesurée ou observée (exemple: tonnage d'algues collectées). Il s'agit de variables indicatrices, dans le sens où elles permettent de caractériser indirectement l'état du milieu, soit par la mesure, soit par l'estimation à l'aide d'un modèle;
- ✓ Les descripteurs composites, obtenus à partir de l'agrégation d'un ensemble d'informations scientifiques et de données de terrain ; on parle aussi d'indice (Blanpain, 2003).

I.6.1. Concepts et utilisation des bio-indicateurs

La surveillance de la qualité de l'environnement peut se faire suivant deux approches: (i) la détection des polluants et leur quantification; (ii) l'évaluation des effets des polluants sur les organismes vivants, soit au niveau des individus, soit au niveau des populations et / ou communautés. Aucune de ces approches ne se suffit à elle-même pour fournir des informations fiables et complètes sur l'état de l'environnement. Il est aujourd'hui admis que c'est de l'association de ces différentes approches que dépend une évaluation pertinente de la qualité de l'environnement. Ainsi, les bio-indicateurs peuvent être utilisés dans des programmes de surveillance des milieux aquatiques pour:

- Emettre des signaux précoces de problèmes environnementaux;
- Identifier les relations de cause à effet entre les altéragènes et les effets biologiques;
- Evaluer l'état de stress global de l'environnement à travers différentes réponses d'organismes indicateurs;
- Evaluer l'efficacité de mesures réparatrices sur la santé des systèmes biologiques (Perez *et al.*, 2000).

1.6.2. Caractéristiques de l'indicateur biologique :

Un indicateur efficace doit répondre à plusieurs critères:

- ✓ Robuste, fiable, précis: il doit refléter effectivement les variations de ce qu'il est censé synthétiser;
- ✓ Compréhensible et utilisable par tous les acteurs (protocole simple et applicable d'année en année);
- ✓ Met en évidence les liens entre les différents composants de l'écosystème;
- ✓ Faible coût. (Oulhiz, 2012)

I.7 L' "OURSINS": outils d'évaluation de la qualité des milieux côtiers.

Les oursins représentent des outils intéressants pour évaluer l'impact potentiel des substances ou rejets arrivant dans le milieu marin côtier. C'est à travers les embryons et larves de ces oursins, (qui sont moins tolérants aux polluants que les adultes des mêmes espèces), représentés par des stades critiques, que se fait l'évaluation de la qualité du milieu marin (Spromberg et Birge, 2005). De plus, leur répartition dans les franges d'eaux côtières ainsi que leur importance commerciale font d'eux des espèces de choix pour la réalisation des tests de développement larvaire et des bio-essais. Les résultats de ces tests permettent de déterminer la qualité biologique d'un milieu à partir des perturbations rencontrées au niveau du développement larvaire de ces oursins (Quiniou *et al.*, 1999). En présentant un protocole basé sur l'emploi de la phase du développement embryo-larvaire (simple, rapide et sans coût), on peut faire des tests de routine pour évaluer le degré de perturbation et estimer la qualité d'un milieu. A cet effet, dans notre étude nous avons utilisé l'oursin *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) comme outil d'évaluation de la qualité des milieux étudiés.

I.7.1 Présentation de l'espèce *P. lividus*

L'espèce *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816), dite oursin commun, généralement bien étudié : sa biologie, sa physiologie, sa reproduction (Ourens *et al.*, 2013), sa dynamique de population, son écologie, son alimentation, sa relation avec le phyto-benthos, et son comportement vis-à-vis de la pollution (Soualili *et al.*, 2008). La taille de *P. lividus* peut atteindre un diamètre maximum de 70 mm, et les piquants atteignent 30 mm (Fischer *et al.*, 1987). *Paracentrotus lividus* atteint une taille de 35 à 40 mm en 4 ans, bien que, selon (Regis, 1978), cette taille soit atteinte en 10 ans. D'après (Azzolina 1988), la taille de 50 mm serait atteinte en 7 ans.

I.7.2 Taxonomie de l'oursin commun

Selon (Tortonese 1965) ; (Fischer *et al.*, 1987) ; (Tortonese et Vadon 1987) la classification de l'oursin commun *Paracentrotus lividus*(Lamarck, 1816) s'établit comme suit :

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

I.7.3 Distribution Géographique

L'oursin comestible *Paracentrotus lividus* est distribué dans toute la Méditerranée et dans le Nord-Est de l'Atlantique, de l'Ecosse et de l'Irlande, le sud du Maroc et les îles Canaries, y compris les Açores (Boudouresque et Verlaque, 2013). En Méditerranée occidentale, cet oursin est très abondant, ainsi qu'en Mer adriatique (Fig.4).



Figure 4: Carte de répartition géographique de *P. lividu* (Tortonese et Vadon, 1987).

I.7.4 La morphologie de l'oursin commun

a) Morphologie externe

Les Echinides sont une des cinq classes du phylum des Echinodermes, (métazoaires coelomates), phylum d'invertébrés exclusivement marins, *Paracentrotus lividus* est un échinidé benthique qui possède une symétrie pentamère, un corps à forme sphérique plus ou moins aplatie à ses deux pôles (Fischer *et al.*, 1987).

Chez l'oursin, 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, le périprocte formé de 10 plaques intradermiques calcifiées, étroitement juxtaposées (Sellem, 1990), cinq régions ambulacraires qui alternent avec cinq régions inter ambulacraires, chacune de ces régions est formée d'une double rangée squelettique (Fig.5).

Une aire apicale centrale qui constitue la face dorsale comprend les plaques basales petite au nombre de cinq en position radiaire alterné avec les plaques génitales au nombre de cinq à la position interradiaire, chacune d'elles est percée d'un pore pour évacuer les produits génitaux (Tortonese et Vadon 1987), la couronne constituant la face orale est formée de dix doubles rangées de plaque s'étendant de l'aire apicale à l'ouverture du test dans la face inférieure (Grasse, 1948).

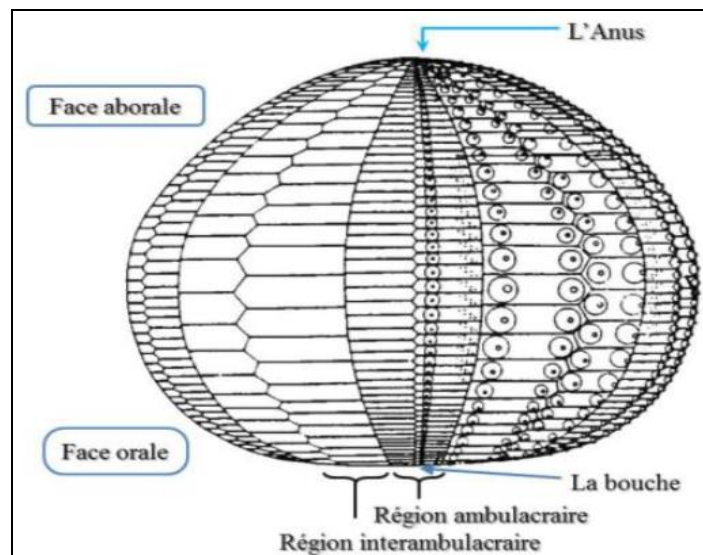


Figure 5: Organisation générale du test d'un oursin régulier (De Ridder, 1986).

Le test hérissé est appelé généralement dermosquelette, et sa rigidité est due aux fibres collagéniques et/ou musculaires qui relient les plaques squelettiques entre elles (De Ridder, 1992).

Ce test porte différents appendices :

- Les piquants sont des appendices calcifiés, robustes et pointus (Fischer *et al.*, 1987), répartis sur toute la surface du test particulièrement dans les zones inter ambulacraires de la couronne. Ils jouent un rôle dans la protection, la défense et la locomotion (Regis, 1978) ;
- Les podia ou les pieds ambulacraires qui peuvent s'allonger ou se rétracter, et se terminent généralement par une ventouse. Leurs fonctions principales sont la locomotion, la respiration, la fixation « ancrage » et retiennent la nourriture (Le Gall, 1989) ;
- Les pédicellaires (sont des petits organes calcifiés fixés sur le test entre les piquants ; On distingue quatre types : Pédicellaire trifoliés, Pédicellaires tridentés (ou tridactyles), Pédicellaire globifères (ou glandulaires) et Pédicellaires ophiocéphales. Ils ont des fonctions multiples : capture des proies, le nettoyage du test, la défense et empêche les petits organismes de s'y fixer (Ghyoot, 1991).

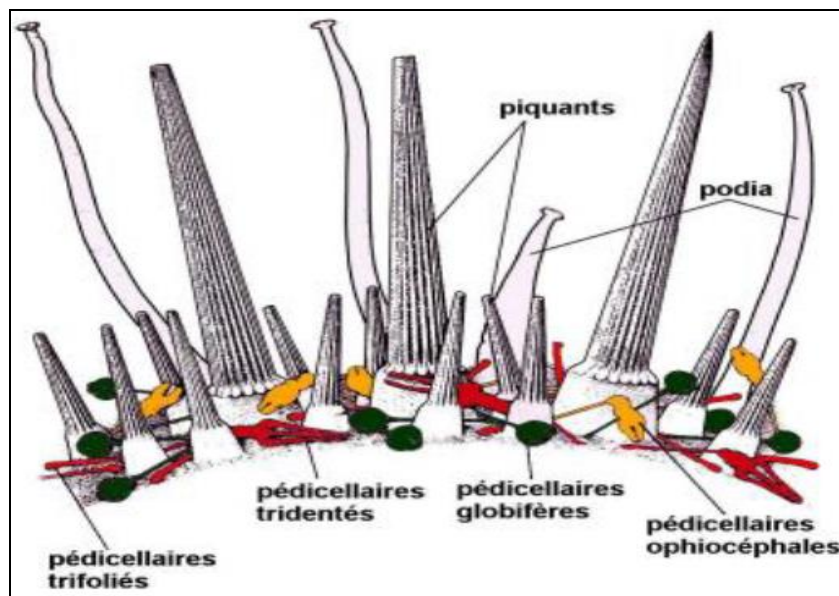


Figure 6: les appendices de *P. lividus* (Guendouzi, 2015).

b) Anatomie interne

À l'intérieur de l'espèce, 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. La lanterne d'Aristote est attachée au corps par des fibres conjonctives et des muscles sur les auricules (Le Gall et Bucaille, 1987). (Fig.7)

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 situées au pôle apical sous l'inter radius, 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).

Les glandes génitales mâles et femelles ont une même apparence (gonades allongées); à la maturité, les gonades prennent une couleur orangée et rugueuse et émettent un liquide blanchâtre lorsqu'elles sont mûres pour les mâles, alors que les femelles sont d'un orange clair et émettent un liquide orangé (Grasse *et al.*, 1970).

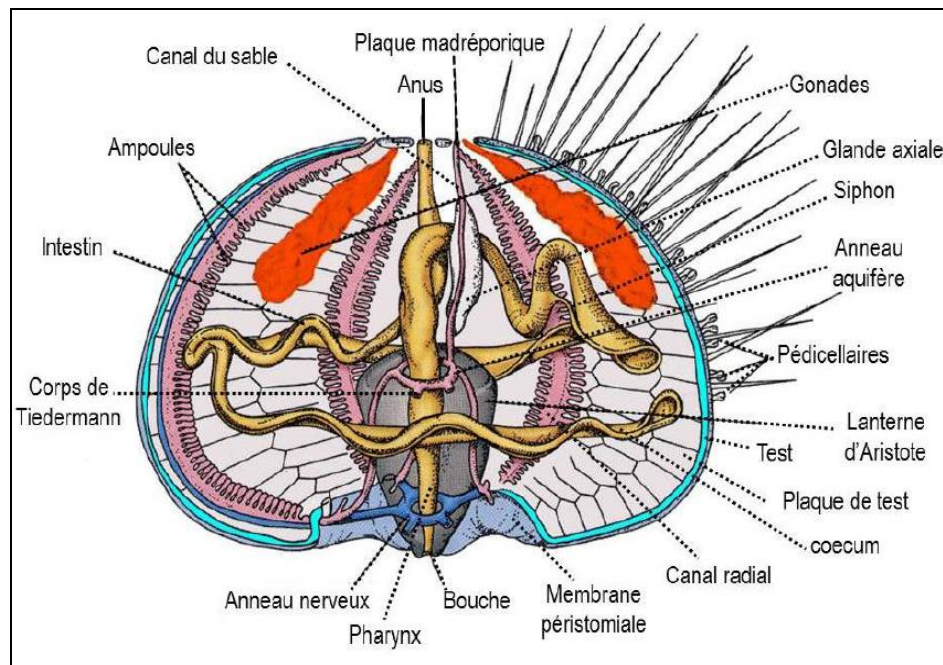


Figure 7: Anatomie interne de l'oursin régulier *P. lividus* (Grosjean, 2001).

I.7.5 L'alimentation de l'oursin commun

L'oursin *P. lividus* est essentiellement herbivore (Rico, 1989), mais dans certaines conditions, il peut être omnivore (Regis, 1978). On peut retrouver dans son contenu digestif une fraction animale constituée de Foraminifères, de Bryozoaires et de Spongiaires ainsi que des Crustacés (Verlaque, 1987). L'analyse des contenus digestifs de cet oursin suggère que c'est un brouteur opportuniste : les espèces fortement préférées sont : algues photophiles du genre *Podia pavonica*, *Cystoseira buliarica* (Regis, 1978), *Cystoseira mediterranea* (rameux) et *Stypocaulonxoparium* (Rico, 1989).

Il fait preuve d'une certaine sélectivité dans l'herbier à Posidonies (Verlaque, 1987). Cette sélectivité dans l'alimentation varie avec sa taille. Ainsi, il passe de la consommation d'organismes de la strate en croûtante épiphyte des rhizomes et des feuilles (faune sessile).

Chez les juvéniles aux feuilles et à leurs épiphyte chez les individus de plus 20 mm de diamètre sans les radioles (Verlaque, 1987), pour enfin, consommer préférentiellement la partie la plus épiphyte de la feuille (Nedelec et Verlaque, 1984).

I.7.6 La Reproduction de l'oursin commun

Paracentrotus lividus est gonochorique (les sexes sont séparés), et ovipare à fécondation externe (Weinberg, 1996). La reproduction suit un cycle annuel, la gamétogénèse se déroule au niveau des gonades. Le développement des gonades a lieu durant l'été et l'automne, la maturation se déroule le long de l'hiver. Les gamètes sont ensuite libérés au printemps, début de l'été (Weinberg, 1996). Les pontes chez *P. lividus* n'interviennent pas à la même période, ni d'une année à l'autre pour un même site, ou d'un site à l'autre (Byrne, 1990). La ponte a lieu d'une manière générale du printemps jusqu'à la fin de l'été. En Méditerranée existe deux pontes (Tab.1): la première en printemps (Mars à Juin), et la seconde à la fin de l'été et s'étend jusqu'en automne (Août à Octobre).

Tableau1: Période et nombre de pontes par an de *Paracentrotus lividus* dans les cotes algériennes

référence	Région	Période de ponte	Type de substrat
SOUALILI (2008)	Alger plage	Juin à Septembre	Roches avec Macrophytes
	Sidi F1redj	Juillet à Décembre	Herbier à <i>P. océanica</i>
	Tamentfoust	Avril à Décembre	Roches avec Macrophytes et <i>Posidoniaoceanica</i>
ADDA NEGGAZ(2008)	Mostaganem	Novembre et Décembre Janvier à Mai	Algues photophiles
SAHNOUN (2009)	Mostaganem	Novembre à Juin	Roches avec macrophytes
DERMECHE (2010)	Mostaganem	Février à Mars	Algues photophiles
	Madagh (Oran)		Herbier à <i>P. océanica</i>
BOUKHELF (2012)	Mostaganem	Mars à Mai	Roches avec macrophytes
		Août à Novembre	Algues photophiles et posidonie

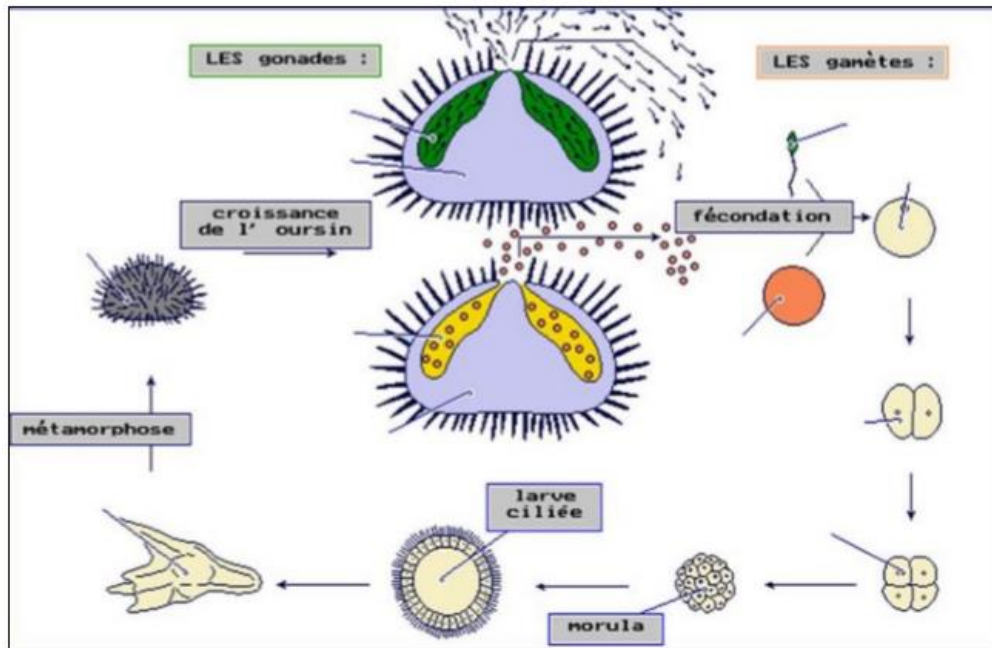


Figure 8 : Représentation schématique du cycle de reproduction de *P. lividus* (In Kalleche, 2019).

I.7.6.1 Développement larvaire chez les oursins

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. Les larves pluteus 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 pluteus 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 Pluteus de *Paracentrotus lividus* sont résumées par (Klockner *et al.* 1985) dans la figure 9.

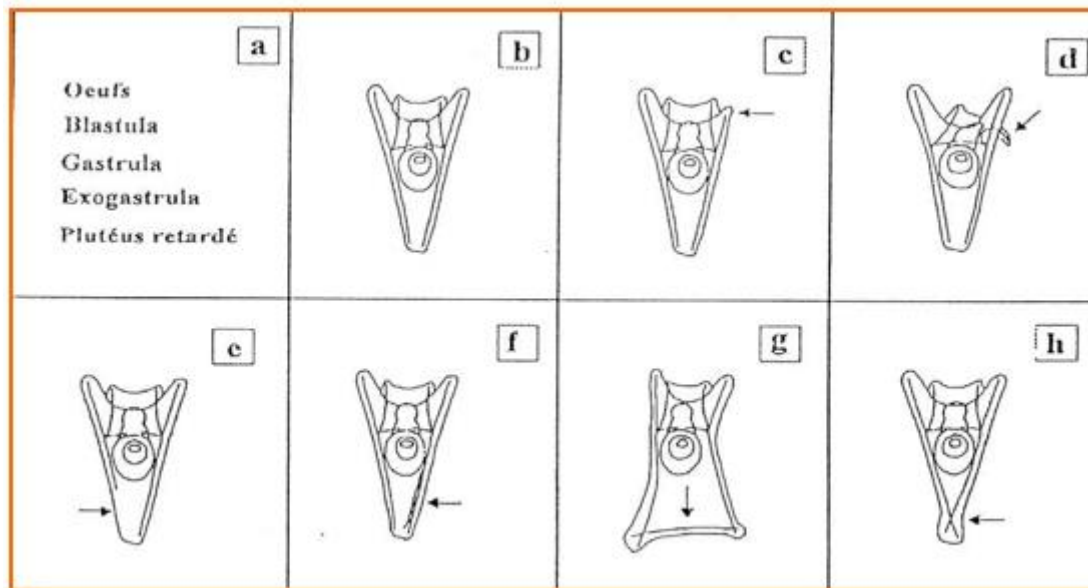


Figure 9: Les différentes anomalies embryonnaires et larvaires chez *Paracentrotus lividus* (d'après Klockner *et al.*, 1985). (a) : développement retardés ; (b) : développement normal. (c) : longueur inégale des baguettes somatiques ; (d) baguette antéro latérale tordue ; (e) : une baguette somatique plus courte ; dédoublement d'une baguette somatique ; (g) : surnombre des baguettes somatiques et (h) : chevauchement des baguettes somatiques.



CHAPITRE II: partie 1
MATÉRIEL ET MÉTHODES

II.1 Présentation de la zone de Mostaganem

Mostaganem est situé dans le golf d'Arzew sur le méridien de Greenwich et 36° Nord. Ce golf s'étend du Cap Ivi (36° 07' 3,03" N ; 00° 13' 00" W) au Cap Carbon (35° 54' 32,35" N ; 00° 20' 18,62" W). On rencontre l'embouchure de l'oued Cheliff formé de sables et d'alluvions, puis à environ sept milles, la ville de Mostaganem. Ensuite s'étend une longue plage sableuse en arc de cercle se terminant sur le grand port méthanier de Béthioua (Arzew). La côte rocheuse remonte au Nord jusqu'aux îlots d'Arzew et se prolonge vers l'Ouest jusqu'au Cap Carbon (Grasse, 1990).



Figure 10 : Localisation géographique de la zone étudiée (Google Earth, 2021).

II.1.1 Choix de site d'étude

La bande côtière de Mostaganem se caractérise par plusieurs caractéristiques très importantes, notamment :

- Un port mixte qui regroupe toutes les activités d'importation, d'exportation et de pêche ;
- Une zone touristique de premier ordre ;
- Richesse de la biodiversité très importante. (Guendouzi, 2015)

Par conséquent, nous avons choisi dans ce mémoire trois zones différentes, qui sont représentées dans la zone de Stidia, Kharouba et Khadra.

a) 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 continues.

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 (Mezali, 2007).

b) Le site de Kharouba

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. Les 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.

c) Le site de Khadra

Le site se situe à 80 Km à l'Est de Mostaganem aux coordonnées 36° 15' 21'' Nord, 0° 31' 09'' Est longitude (Google, 2021).

II.1.2 Echantillonnage de la macrofaune des premiers étages des sites étudiés

L'objectif d'une stratégie d'échantillonnage est de parvenir, à faire une estimation la plus précise possible des paramètres étudiés et de leur variabilité (dans notre cas : abondances et richesses spécifiques). Et comme pour toutes les recherches écologiques descriptives, dans ce travail, 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. (Oulhiz, 2012). La récolte des données (du mois d'avril 2021) s'est faite à partir de la méthode distincte, qui est une méthode basée sur la prospection visuelle directe. Selon Collingnon (1991), c'est la seule méthode possible pour l'étude des substrats rocheux du domaine médiolittoral d'accès facile.

On a ainsi procédé à des observations qualitatives (inventaire) et quantitatives (des comptages), qui amènent à plus d'informations possible sur l'état de la macrozoobenthos comme l'on préconisé Abousamra (2004), Limam *et al.* (2004) et Guerin et Desroy (2008).

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, prospecter globalement les stations, cette prospection se fait prioritairement sur les supports les plus représentatifs pour les peuplements benthiques (Oulhiz, 2012).



Fig. 11: Quadra (de 50 cm de chaque cotée) utilisé pour l'étude de la macrofaune du substrat dur.

L'inventaire, a été fait en utilisant la même méthode sur toutes les zones à étudier, en enregistrant tout le long des 100 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.

II.1.3 Echantillonnage de l'oursin *Paracentrotus lividus*:

Dans cette étude, l'oursin *Paracentrotus lividus*, espèce bio-indicatrice 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 bio-accumulateur (EPA, 1988; Chapman *et al.*, 1991; 1992);
- ↳ le développement embryonnaire chez cet oursin est bien quantifié (Kobayashi, 1998 ; Pagano *et al.* 1988; Soualili, 2008).
- ↳ L'oursin est fortement sensible aux produits chimiques et à de nombreux contaminants. (Soualili, 2008).

Pour la récolte des oursins : les prélèvements ont été effectués en zone peu profonde de 1 mètre. Des spécimens d'oursins de *P. lividus*, de taille allant de 4cm à 6cm de diamètre ont été prélevés le mois de Juin 2021 comme suite : dans le site de Stidia (station 3), pour le site de Kharouba (station 1) et pour le site de Khadra (station 2).

II.1.4 Méthode d'analyse

II.1.4.1 Détermination et identification des espèces

Pour approfondir le travail quantitatif, on détermine la . Pour cela, il faut obtenir correctement les paramètres suivants : le nombre d'espèces, le nombre d'individus de chaque espèce (l'abondance).

a) Le calcul des indices biologiques (S)

La Richesse spécifique S est représentée par le nombre total ou moyen d'espèces recensées par unité de surface.

$$S = \text{nombre d'espèce de la zone d'étude.}$$

Cet indice S peut être utilisé pour analyser la structure taxonomique du peuplement. Il permet également de distinguer les variations spatiales : des secteurs faunistiquement riches et des secteurs plus pauvres. (Grall et Coic, 2006).

b) Abondance (A)

$$A = \text{nombre 'individus d'une espèce.}$$

Face à une pollution, les espèces vont suivre trois types de réaction selon leur sensibilité :

- ↳ Disparaître, pour les plus sensibles ;
- ↳ Se maintenir, pour les indifférentes ;

- ↳ Profiter des nouvelles conditions mises en place et se développer, pour les tolérantes et les opportunistes. (Grall et Coïc, 2006).

Le test de la qualité des milieux marins côtiers est basé sur l'analyse de la qualité du développement embryonnaire de l'oursin *Paracentrotus lividus*. Pour cela, on a utilisé la méthode de Guillou *et al* (2000) et adaptée par Soualili (2008).

II.1.5 Méthodes utilisées pour l'obtention des gamètes de l'oursin

L'obtention des produits génitaux de l'oursin *Paracentrotus lividus* par une méthode chimique qui consiste à libérer les gamètes des oursins par injection de 0,5 ml d'une solution de KCL à 0,5 M à travers la membrane péristomiale. Les oursins mâles et femelles émettent leurs produits sexuels, quelques minutes après l'injection de KCL (environ 30 min au max). Les gamètes femelles sont récupérés dans des béchers contenant 50 ml d'eau de mer filtré (EMF) ; les oursins sont placés de manière à ce que les pores génitaux se trouvent en contact avec la surface de l'eau, les œufs s'écoulent et décanent peu à peu sur le fond. (Guillou *et al* (2000), adaptée par Soualili (2008)).

II.1.5.1 Test de la qualité du développement embryonnaire de *P. lividus*

L'analyse a été réalisée en fécondant les œufs de 6 femelles individuellement par le sperme poolé de 3 mâles, des oursins provenant de la station de Stidia. Une fois les œufs fécondés sont obtenus, on les laisse se développer en contact du sédiment provenant des différents sites étudiés. Les œufs fécondés sont ensuite mis à incuber 72h à température ambiante. A l'issue de cette incubation, les larves obtenues sont fixées par adjonction de formol (30 µl de formol : solution commerciale à 35 %). Ensuite, le nombre d'œufs et de larves appartenant aux différents stades de développement embryonnaire est comptabilisé sur un total de 100 larves. (Guillou *et al* (2000), adaptée par Soualili (2008)).



Figure 12: Mode opérationnel pour l'obtention des gamètes. **A.** injection par KCL. **B.** libération des gamètes. **C.** la fécondation.



CHAPITRE II: partie 2
RESULTATS ET DISCUSSION

EVALUATION DE LA COMPOSITION DE LA MACROFAUNE

II.2.1 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.

II.2.1.1 Le site de Stidia

Dans ce site (Fig.13), la deuxième station, est caractérisée par une plage à sable fin, très fréquenté par les baigneurs. Quant à la première Station, cette dernière est caractérisée par la présence d'un petit port de pêche. Et enfin, la troisième Station, présente une richesse floristique très remarquable située loin de tous apports anthropiques qui perturbe cette station.

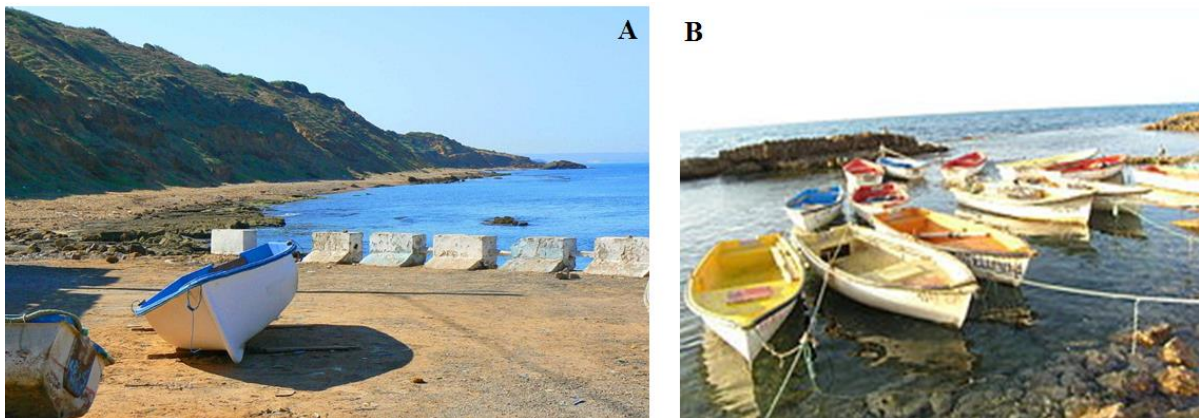


Figure 13: (A) vue générale du site de Stidia. (B) les embarcations de pêche sur le site.

Au niveau des trois Stations, nous avons répertorié 19 espèces, dont 3082 individus de la macrofaune benthique, avec un nombre d'individus de 979, 664, 1439 respectivement dans les trois stations St1, St2, St3. Ce qui correspond à 31,76% ; 21,54% ; 46,69%.

Alors que pour la richesse spécifique des trois stations sont respectivement : 18, 17, 17.

a. La station1 (S.St1)

Dans la station1 de Stidia, la macrofaune du médiolittoral est représentée par 18 espèces et 979 individus. Les spécimens récoltés appartiennent aux différents groupes recensés suivants: les Polyplacophores, les Crustacés, Monoplacophores, les Gastéropodes, les Cnidaires et les Echinodermes avec des fréquences respectives de 3%, 2%, 37%, 39%, 2% et 18% (Fig.14).

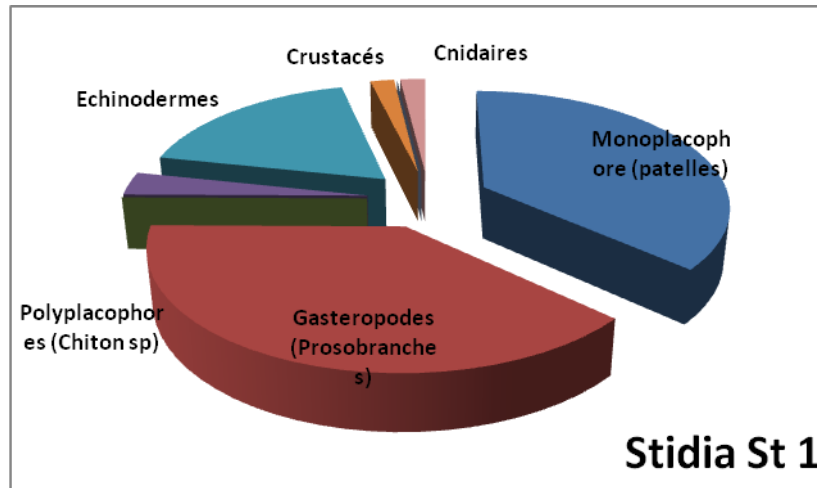


Figure 14 : Proportion des groupes zoologiques au niveau de la station 1 de Stidia.

b. La Station 2 (S.St2)

La station 2 de ce site présente une richesse spécifique de 17 espèces (au total 664 individus). Les groupes taxonomiques sont divisés ainsi : Gastéropodes (49%), des Monoplacophores (33%), des Echinodermes (11%), polyplacophores (4%), les crustacés (3%) (Fig.15).

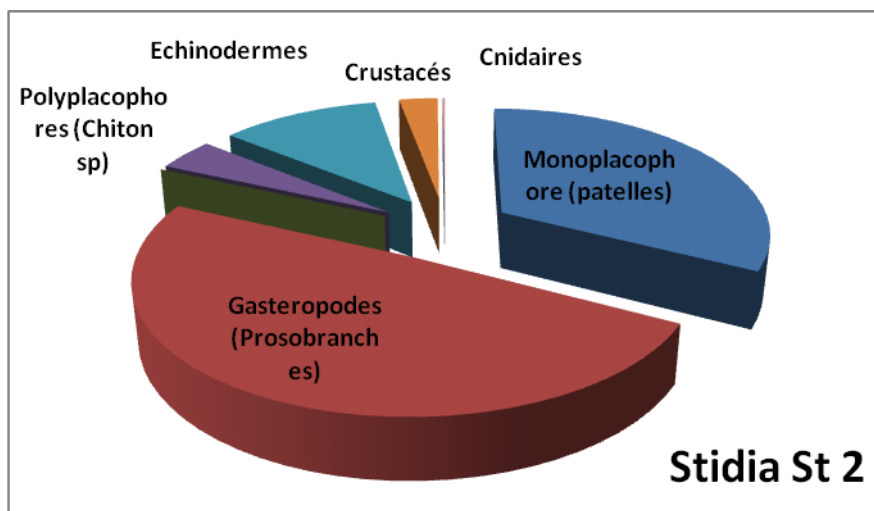


Figure 15 : Diversité zoologique de la macrofaune de Station 2 de Stidia.

c. La Station 3 (S.St3)

Sur la Station 3 du site de Stidia, une richesse spécifique de 17 espèces, dont un total de 1439 individus représentés par 54% de Gastéropodes, 24% de Monoplacophores, 3% de Crustacés 16% d'Echinodermes et 2% pour les polyplacophores. (Fig.16).

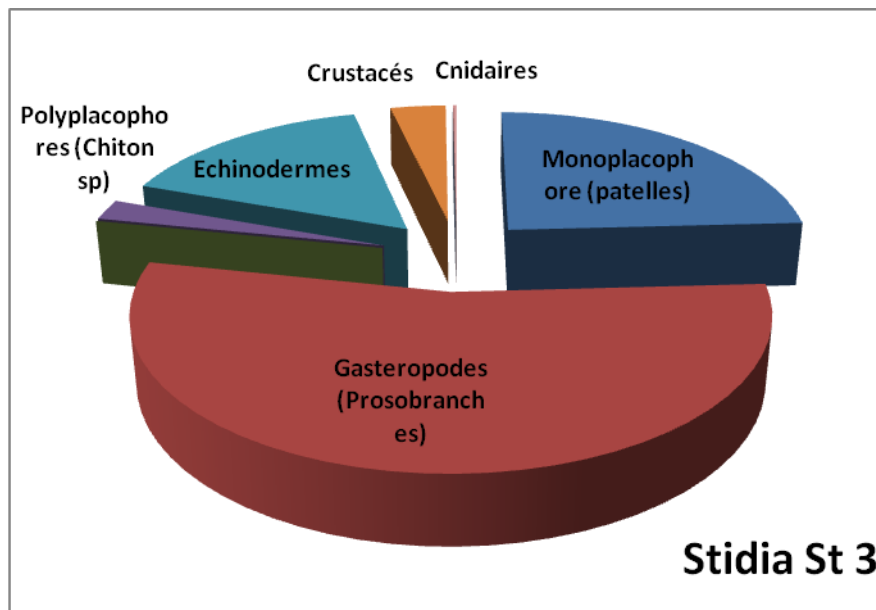


Figure 16 : Proportion des groupes zoologiques au niveau de la Station 3 de Stidia

II.2.1.2 Le site de Kharouba

Le site de Kharouba est le site le plus pauvre en diversité spécifique. On a noté la présence de 16 espèces (soit 1673 individus au total).

a. La Station 1 (Kb.St1)

La totalité de la population répertoriée au niveau de cette Station, représentée par les Monoplacophores à 41% avec 222 individus suivi par les Gastéropodes (33%), les Echinodermes (23%) et pour les Polyplacophores et les crustacés et les cnidaires (à 1% seulement) (Fig.17).

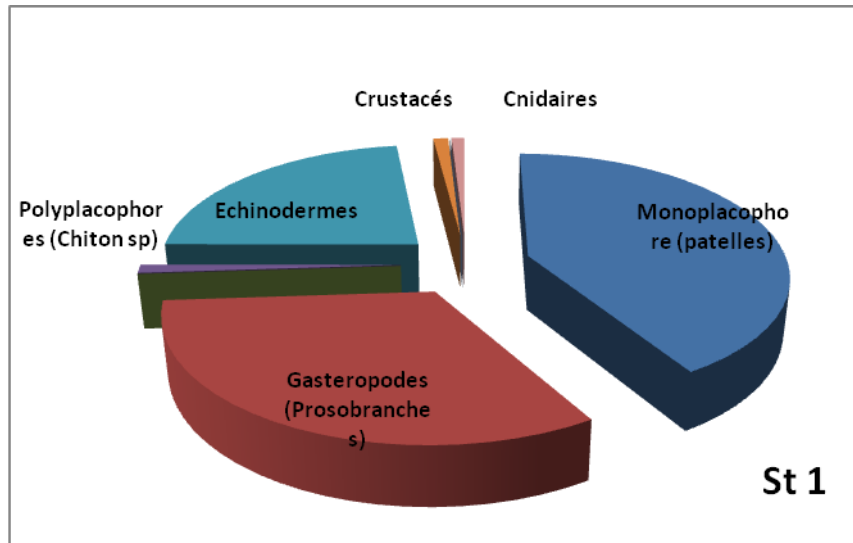


Figure 17 : Proportion des groupes zoologiques au niveau de la Station 1 de Kharouba.

b. La Station 2 (Kb.St2) :

Un total de 528 individus a été enregistré pour la macrofaune des substrats rocheux de cette Station. Dans cette diversité zoologique, les Gastéropodes sont abondantes (45%). On retrouve ensuite les Monoplacophores et les Echinodermes avec respectivement 32% et 19%. Par contre, la plus faible est marquée par les Polyplacophores à 1%. (Fig.18)

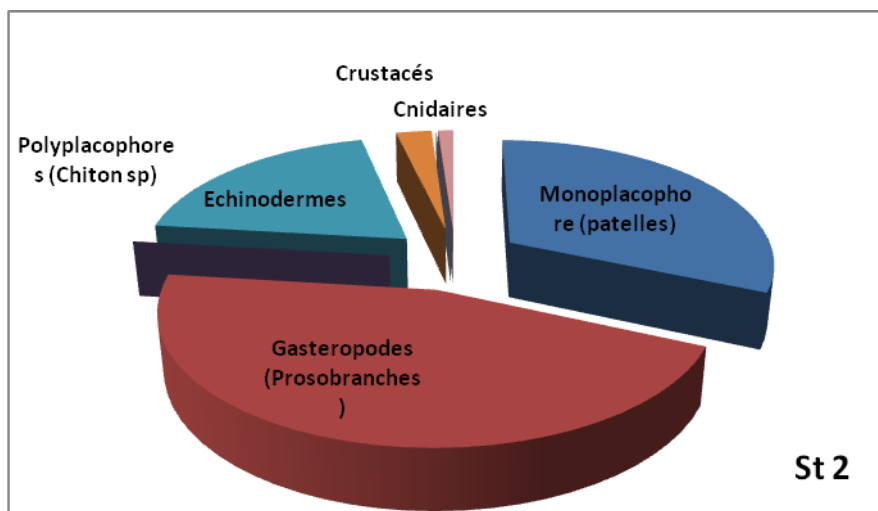


Figure 18 : Proportion des groupes zoologiques au niveau de la Station 2 de Kharouba.

c. La Station 3 (Kb.St3)

Les Monoplacophores représentés par 42% dans cette diversité zoologique ; sont le groupe zoologique le plus abondants, suivis par les Gastéropodes avec (36%), les Echinodermes avec (19%), les Crustacés avec (2%), et les polyplacophores (1%) (Fig19.)

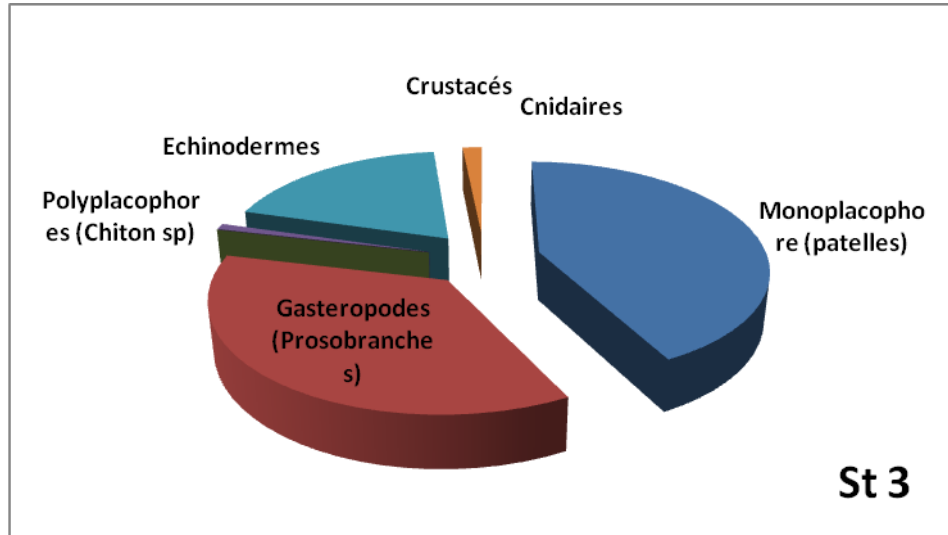


Figure 19 :Proportion des groupes zoologiques au niveau de la Station 3 de Kharouba.

II.2.1.3 Le site de Khadra :

A travers les prélèvements analysés des populations d'invertébrés, 20 taxons ont été identifiés avec 13229 individus, répartis sur trois grandes familles (Mollusques, Echinodermes, et Arthropodes) avec des pourcentages suivant (88%, 11%, 1% et respectivement).

a. La Station 1 (Kd.St1) :

L'analyse du peuplement de la macrofaune des côtes rocheuses de cette Station, présente un nombre total de 2450 d'individus ; dont les Gastéropodes sont les plus abondantes (80%) suivie par une représentation des Monoplacophores (14%) et les Echinodermes (4%). Et les polyplacophores sont représentés seulement par 2% (Fig. 21).

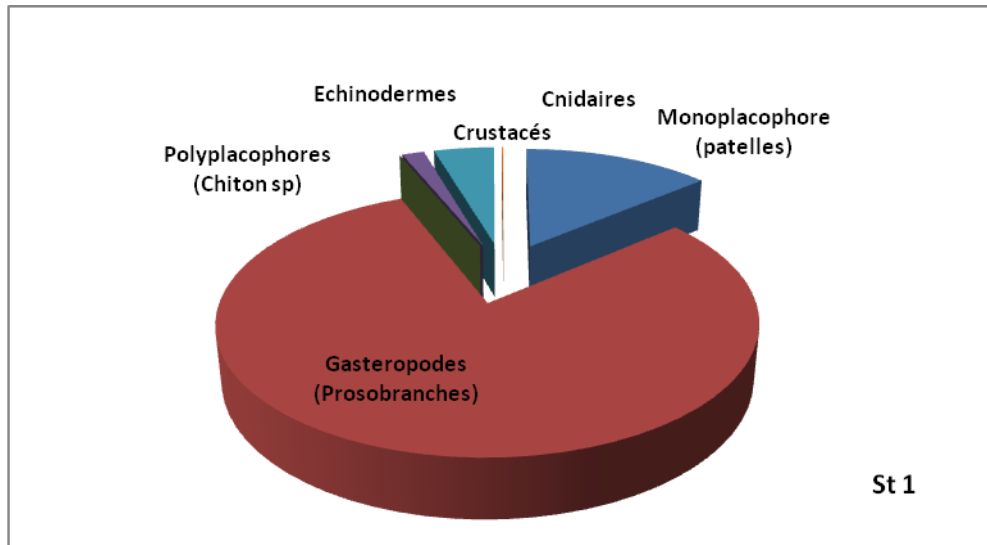


Figure 21: Proportion des groupes zoologiques au niveau de la Station 1 de Khadra.

b. La Station2 (Kd.St2) :

L'analyse du peuplement de la macrofaune des côtes rocheuses de cette station, présente un nombre total de 4179 d'individus, dont les Gastéropodes les plus abondantes (78%) suivie par une représentation des Monoplacophores (16%) et les Echinodermes (5%), les Polyplacophores sont représentés par 1% (Fig. 22).

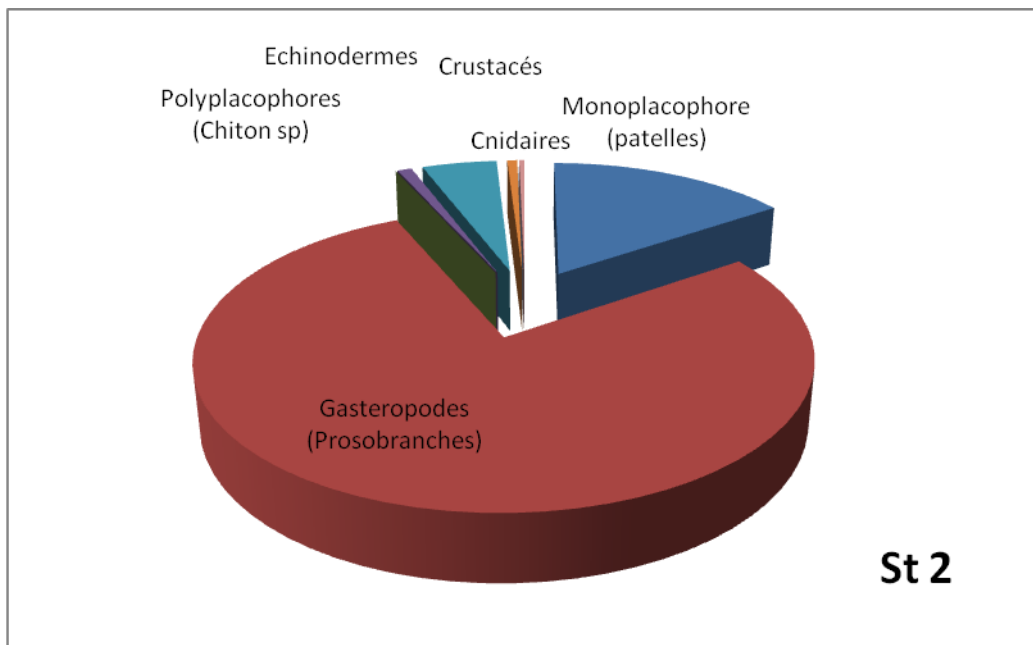


Figure 22: Proportion des groupes zoologiques au niveau de la Station 2 de Khadra.

c. La Station 3 (Kd.St3) :

L'analyse du peuplement de la macrofaune des côtes rocheuses de cette station, présente un nombre total de 6600 d'individus, dont les Gastéropodes sont abondantes (74%) suivie par une représentation des Monoplacophores (20%) et les Echinodermes (4%), les Polyplacophores et les crustacés sont représentés seulement par 1% (Fig. 23).

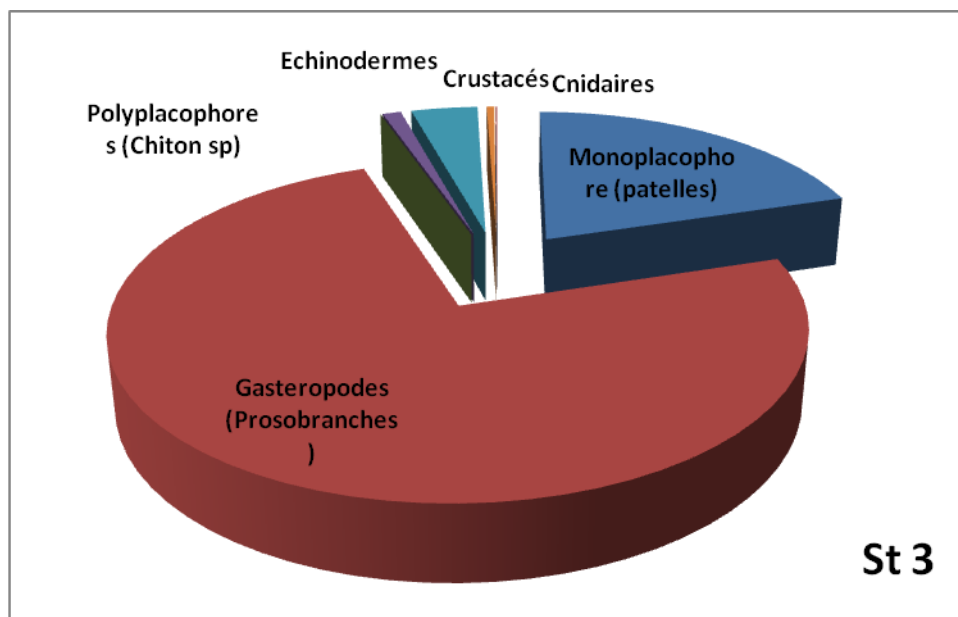


Figure 23 : Proportion des groupes zoologiques au niveau de la Station 3 de Khadra.

**EVALUATION BIOLOGIQUE DE LA QUALITE DU MILIEU MARIN A TRAVERS
LE DEVELOPPEMENT LARVAIRE DE L'OURSIN « *Paracentrotus lividus* »**

II.2.2 La fécondation :

L'analyse du développement embryonnaire a été effectuée, en utilisant les populations naturelles de *P. lividus*, des trois Stations : Stidia, Kharouba et Khadra.

Les résultats des tests de la qualité du développement larvaire pour la fécondité de chaque site étudié sont reportés sur le tableau 2.

Tableau 2: Les œufs fécondés obtenus par les différents tests de fécondation de *P. lividus*.

Originedes oursins et de l'eau de mer	Origine Du sédiment	Œufs fécondés Moyenne±écart-type
Stidia	Stidia	93,16 ± 9,15
	Kharouba	97,16 ± 3,25
	Khadra	95,83 ± 4,49
Kharouba	Stidia	90,16 ± 2,92
	Kharouba	90,83 ± 2,31
	Khadra	91 ± 2,19
Khadra	Stidia	95,8 ± 2,77
	Kharouba	96,16 ± 4,66
	Khadra	84 ± 15,76

Les œufs d'oursins de Kharouba présentent un taux d'œufs fécondés inférieur au taux obtenus dans les deux autres Stations.

D'après le tableau précédent, on note que le sable a un effet sur le taux de fécondation des œufs, car lorsque les œufs de Stidia sont exposés aux sables de Kharouba et aux sables Khadra, le taux de fécondation augmente considérablement. Et c'est la même remarque pour les autres sites.

II.2.2.1 Développement embryonnaire

Les tableaux suivants : illustrent les taux des différentes larves obtenus à partir d'oursins des différentes stations étudiés.

a) La Station de Stidia (A):

Tableau 3: Les différentes catégories de larves obtenues des embryons des oursins : O.Bloqué (œufs bloqué), P(Pluteus) et T (Témoin), A (l'eau de mer filtrer de Stidia), a (sable de Stidia), b (sable de Kharouba), et c (sable de Khadra)

	O.Bloqué	P.Retardé	P.Normal	P.Anormal	P.Vital
T,Stidia	6 (2,64)	8 (5,29)	42,66 (6,8)	43,33 (14,43)	85,99
Aa	4,66 (7,23)	4,33 (4,04)	48,33 (10,69)	42,66 (2,51)	90,99
Ab	6,75 (7,88)	6,5 (2,64)	20,25 (5,43)	66,5 (8,88)	86,75
Ac	7,33 (6,65)	3,33 (2,51)	24,66 (8,38)	64,66 (4,16)	89,32

Le témoin dans cette station (T. Stidia) a été préparé par l'eau de mer filtré de la station 3 du site de Stidia.

Les larves des oursins de *Paracentrotus lividus* de Stidia exposés à l'eau de mer de leurs propre site (A) et au sable des différents sites (Stidia (a), Kharouba(b),et Khadra (c)), montre un taux de pluteus normales le plus faible en présence du sable de Kharouba avec une moyenne de 20,25 par rapport à ceux obtenus en exposant les œufs de ce site a son propre sable avec une moyenne de 48,33. Quant aux larves anormales, elles sont plus élevées à un taux de 66,5 par rapport aux autres résultats. Le taux de pluteus vitale le plus élevé, atteignant une moyenne de 90,99 est celui des œufs incubés en présence du sable de Stidia.

b) Station de Kharouba (B):

Tableau 4 : Les différentes catégories de larves obtenues des embryons des oursins : O.Bloqué (œufs bloqué), P(Pluteus) et T (Témoin), a (sable de Stidia) ; B (l'eau de mer filtrer de Kharouba), b (sable de Kharouba), et c (sable de Khadra)

	O.Bloqué	P.Retardé	P.Normal	P.Anormal	P.Vital
T,Kharouba	13 (4,69)	3,4 (3,64)	15,6 (4,5)	68 (8,63)	83,6
Ba	09,5 (2,64)	4 (3,16)	20,5 (11,03)	66 (11,57)	86,5
Bb	9,8 (3,27)	6,8 (4,96)	22,6 (6,34)	60 (7,62)	82,6
Bc	6,25 (2,75)	0	36 (7,52)	57,75 (4,99)	93,75

Le témoin dans cette station (T. Kharouba) a été préparé par l'eau de mer filtré de la station 1 du site de Kharouba.

Le tableau 4 montre un taux de pluteus normales élevé en présence du sable de Khadra avec une moyenne de 36 par rapport au témoin de ce site. Quant aux larves anormales, elles sont plus élevées pour le témoin à un taux de 68. Le taux de pluteus vitale est le plus élevé, atteignant une moyenne de 93,75 est pour les œufs incubés avec le sable de Khadra.

c) La Station de Khadra (C):

Tableau 5 : Les différentes catégories de larves obtenues des embryons des oursins : O.Bloqué (œufs bloqué), P(Pluteus) et T (Témoin), a (sable de Stidia) ;, b (sable de Kharouba) ; C (l'eau de mer filtrer de Khadra), et c (sable de Khadra)

	O.Bloqué	P.Retardé	P.Normal	P.Anormal	P.Vital
T,Khad	59 (2,82)	9,5 (6,36)	25,5 (0,7)	6(4,24)	31,5
Ca	10,5 (3,53)	20,5 (3,53)	50 (2,12)	18,5 (2,12)	68,5
Cb	4,25 (3,5)	16,5 (8,88)	56,75 (8,42)	22,5 (6,02)	79,25
Cc	13,5 (7,77)	23,5 (9,19)	52(8,48)	11 (8,48)	63

Le témoin dans cette station (T.Kharouba) a été préparé par l'eau de mer filtré de la station 2 du site de Khadra.

On remarque dans le tableau 5 que le pourcentage d'œufs bloqué (O.Bloqué) est plus élevé dans le témoin de ce site avec un taux estimé à 59 ; et que les taux de pluteus normales, p. anormale et P.Vitale plus élevés sont ceux obtenus en présence du sable de Kharouba avec une moyenne de 56,75 ; 22,5 et 79,25 respectivement.

En analysant les résultats précédents des tableaux 3, 4 et 5, on constate que le pourcentage de larves *P. lividus* (vitale) des oursins du site de Kharouba a donné un taux plus élevé dans le milieu qui contient de l'eau de mer de Kharouba avec du sable de Khadra à un taux de 93,75, suivis par les larves d'oursin de Khadra exposées à l'eau de mer du même site et au sable de Kharouba (79,25). Tandis que, les résultats montrent que lors de la fécondation des oursins du site de Stidia dans les mêmes conditions (eau de mer et sable de Stidia), les taux de larves vitales (90,99) sont les plus élevés par rapport aux autres conditions en ajoutant du sable des autres sites. A travers les résultats obtenus, il nous apparaît clairement que la qualité de l'eau de mer et du sable du site a un rôle important dans la production et l'amélioration de la qualité des larves.



CONCLUSION



Conclusion

Au fil du temps, le littoral est devenu plus fragile, affecté par de multiples sources de perturbations (pollution, aménagement du littoral, érosion, etc.) perturbant la stabilité des écosystèmes côtiers.

Cette étude a été réalisée afin d'identifier les espèces macro-benthiques du substrat rocheux de la cote de Mostaganem. Pour ensuite utiliser une de ces espèces comme un bio-indicateur afin d'évaluer la qualité des eaux marines côtières. En effet, la grande majorité de la macrofaune benthique, constituée d'invertébrés, est caractérisé par une abondance des mollusques sur tous les sites, suivi des échinodermes. Quant aux deux autres groupes, cnidaires et arthropodes, leurs proportions varient d'un site à l'autre et c'est le site de Stidia qui est le mieux représenté par ces derniers par rapport aux deux autres sites.

Quant aux résultats des tests de qualité environnementale des sites étudiés, basés sur la qualité du développement larvaire de l'oursin *Paracentrotus lividus*, on a pu observer que pour les trois sites, la totalité des œufs ont été fécondés à 90 %.

Cependant, le taux de larves normales le plus bas a été obtenu en soumettant les œufs d'oursins du site de Stidia au sédiment du site de Kharouba (20,25). Les résultats de l'analyse montrent que le sédiment du site de Kharouba est de mauvaise qualité.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES



Abousamara F., 2004. Lignes directrices pour l'élaboration d'indicateurs d'états écologique et de réduction du stress. Rapports techniques du PAM/PNUE, 114 p.

Adda Neggaz H., 2008. Contribution à l'étude préliminaire de l'évolution des indices physiologiques (IR-IG) de deux classes de taille de l'oursin commun *P. lividus* de la région de Mostaganem. Mémoire D.E.S. Dépt. De Biologie, Faculté des Sciences, Université d'Oran : 33p

Albakjaji M., 2011. La pollution de la mer Méditerranée par les hydrocarbures liée au trafic maritime. Université de PARIS-Est, 298p.

Azzolina J.F., 1988. Contribution à l'étude de la dynamique des populations de l'oursin comestible *Paracentrotus lividus* (Lmk). Croissance, recrutement, mortalité, migration. Thèse de Doctorat Ecologie, Univ. Aix- Marseille II, Marseille, Fr., : 242 pp.

Beaumont A et Cassier P., 1978. Biologie animale des Protozoaires aux Métazoaires.

Berland B., 1996. Introduction. In: Efflorescences toxiques des eaux côtières françaises, écologie, écophysiole, toxicologie. Berland et Lassus, (eds), IFREMER, p. 9-12.

Blanchet M. H., 2004. Structure et fonctionnement des peuplements benthiques du bassin d'Arcachon. Thèse de doctorat. Université Bordeaux I, 226p.

Bayed A et Bazairi H., 2008. Variations interannuelles de la macrofaune benthique des substrats meubles de la baie d'Oued Laou (Mer d'Alboran, Maroc). Travaux de l'Institut Scientifique, Rabat, série générale, n°5, p. 99-106.

Blanpain O., 2003. Détermination d'indicateurs de la qualité du milieu marin de la rade de Brest. Communauté Urbaine de Brest. ISIM - Département STE, 57p.

Boudouresque C.F. Et Verlaque M., 2013. Chapter 21 : *Paracentrotus lividus*. In : Sea Urchins: Biology and Ecology. Edi.: John Miller Lawrence. 2013 Elsevier B.V.

Boue H Et Chanton R., 1978. Zoologie I, 2, Invertébrés .Edit. Doin, Paris, 713p.

Boukhelf K., 2012. Données biométriques, indices physiologiques et dosage des métaux lourds chez l'oursin comestible *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) dans la région de Mostaganem (Algérie). Mémoire de magister. L.R.S.E. université d'Oran. 123 p.

Byrne M., 1990. Annual reproductive cycles of the commercial sea urchin *Paracentrotus lividus* from an exposed intertidal and a sheltered subtidal habitat on the west coast of Ireland. Mar, Biol, 104: 275-289p.

- Collignon J., 1991.** Ecologie et biologie marines. Introduction à l'halieutique, Masson. Paris, 298p.
- Coudre C., 2002.** Biologie des organismes marins de Méditerranée. Cote bleue. <http://christian.coudre.pagesperso-orange.fr>.
- 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
- Dermeche S., 2010.** Indices physiologiques, métaux lourds et bioessais chez l'oursin commun *Paracentrotus lividus* (Lmk ,1816) de la côte oranaise (Algérie Ouest). Thèse doctorat. L.R.S.E. Univ. D'Oran. 109p.
- Dinnel P.A., 1990.** Annotated Bibliography of Bioassays Related to Sediment Toxicity Testing in Washington State., Final Report., Fisheries Research Institute, Seattle, Washington FRI-UW-9017.
- Fenaux L., Cellario C., Rassoulzadegan F., 1988.** Sensitivity of different morphological stages of the larva of *Paracentrotus lividus* (Lamarck) to quantity and quality of food. In, Burk et al., (eds), Echinoderm biology, Balkema publ., Rotterdam, p. 259-266.
- Ghodbani T., Semmoud B., 2010.** Urbanisation côtière en Algérie, Processus et impacts sur l'environnement : Le cas de la baie d'Aïn el Turck. Ressources marines : états des lieux, usages et gestion. <http://etudescaribeennes.revues.org/4431>.
- Ghyoot M., 1991.** Les pédicellaires globifères de *Sphaerechinus granularis*, morphologie et comportement d'un appendice défensif. Thèse Doct. Univ, Bruxelles
- Grall J et Coic N., 2006.** Synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier. Ifremer DYNECO/VIGIES/06-13/REBENT., 91p.
- Grasse P., 1948.** Traité de zoologie anatomie, Systématique, Biologie Echinoderme Stomocordés-Procordés, Edit, Masson, Paris : 10-77P
- Grémare A., 2007.** Le macrobenthos : un indicateur de la qualité de l'environnement marin. Écosystèmes aquatiques : ressources et valorisations. Agropolis International, Vol. 6, 68p.
- Grimes S., 2003.** Biodiversité marine et littorale Algérienne. Sonatrach-Université d'Es Sénia Oran. 362p.
- Grosjean F., 2001.** Growth model of the reared sea urchin *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816). Thèse PhD., U.L.B., Belgique. 188p + annexes.

- Guerin L et Desroy N., 2008.** Protocole d'observation pour le suivi de la macrofaune benthique subtidale et intertidale des sédiments meubles côtiers dans le cadre DCE. IFREMER - LER Saint-Malo.
- Guillou M., Quiniou E., Huart B., Pagano G., 2000.** Comparison of embryonic development and metal contamination in several populations of the sea urchin *Sphaerechinus granularis* (Lamarck) exposed to anthropogenic pollution. Arch. Environ. Contam. Toxicol., 39: 337-344.
- Hamdi H., 2007.** Contribution à la connaissance de la biodiversité associée à l'herbier à *Posidonia oceanica* dans le site sensible des grottes (Bizerte). Mémoire d'ingénieur en Environnement et Ressources Marines. Tunisie, 145p.
- Kacemi M., 2008.** La loi de protection et de valorisation du littoral en algerie : un cas cadre juridique ambitieux toujours en attente le cas du pole industriel d'arzew (Oran-Algerie). Actes du colloque international pluridisciplinaire "Le littoral : subir, dire, agir" - Lille, France, 11p.
- Kalleche Kamel., 2019.** Evaluation de la qualité des eaux côtières de Mostaganem A travers les bioindicateurs de la macrofaune benthique. Université de Mostaganem.
- Kantin R., Andral B., Debard S., Denis J., Derolez V., Emery E., Ganzin N., Hervé G., Laugier T., Le Borgne M., L'Hostis D., Oheix J., Orsoni V., Raoult S., Sartoretto S., Tomasino C., 2006.** Le Référentiel Benthique Méditerranéen (REBENT MED). Avant Projet Sommaire – Annexe. R.INT.DOP/LER-PAC/06-08-Annexes.
- Kebir L., 1996.** Institutions méditerranéennes : le Plan d'action pour la Méditerranée (PAM). <http://base.d-p-h.info/en/fiches/premierdph/fiche-premierdph-2229.html>.
- Krakimel J.D., 2003.** Impact du tourisme sur la biodiversité côtière de la Méditerranée. CAR/ASP– Centre d'Activités Régionales pour les Aires Spécialement Protégées., 116p.
- Le Gall P et 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- 362.
- Le Gall, P., 1989.** Echinoculture In : BARNABÉ, G. (ed.). Aquaculture, vol. 1, 2nd ed. Lavoisier Tech and Doc, Paris. 468-491p.
- Markovich M., 2009.** Etat de l'environnement et du développement en Méditerranée. PNUE/PAMPlan Bleu, Athènes, 20p.
- Mezali, K., 2007.** Etat de pollution de la cote de Mostaganem et étude systématique et écologique de la patelle géante *Patella ferruginea* (Gmlin, 1791) dans la zone de Stidia (Algérie). 7 eme congres magrébin des sciences de la mer et 1 er congre Franco-Magrébin de zoologie et d'ichtyologie sous le

thème : Environnement aquatique et ses ressources, Connaissance, Gestion et valorisation. El Djadida (Maroc), 115p.

Monbet. Y, 2004. Bioindicateurs. Indices biotiques et la directive cadre eau. Éléments généraux sur les indicateurs notamment appliqués aux invertébrés ; concerne également *Z. marina.*, 24p. ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Bioindicateurs_monbet.doc

Nedelec H et Verlaque M., 1984. Alimentation de l'oursin *Paracentrotus lividus* (Lamarck) dans un herbier à *Posidonia oceanica* (L) Delile en Corse (Méditerranée – France). In : BOUDOURESQUE et al., (eds), international Workshop *Posidonia oceanica* beds ; GIS Posidonie Publ, Marseille, 1 : 349-364 p.

Oulhiz A., 2012. Contribution à évaluation de la qualité des milieux marins côtière de Mostaganem à travers les bioindicateurs de la macrofaune benthique. Mémoire de Magister, Univ.Mosraganem.

Ourens R., 2013. Reproductive dynamics of the sea urchin *Paracentrotus lividus* on the Galicia coast (NW Spain): effects of habitat and population density. *Mar. Biol.* (2013) 160:2413–2423.

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.

Perez T., Sartoretto S., Soltan D., Capo S., Fourt M., Dutrieux E., Vacelet J., Harmelin J.G., Rebouillon P., 2000. Etude bibliographique sur les bioindicateurs de l'état du milieu marin. Système d'évaluation de la Qualité des Milieux littoraux – Volet biologique. Rapport Agences de l'Eau, 4 fascicules, 642 p.

Queguiner B., 2009. Biogéochimie Côtière. Centre d'Océanologie de Marseille, Aix-Marseille Université ; CNRS ; LOPB UMR 6535, Laboratoire d'Océanographie et de Biogéochimie, OSU/Centre d'Océanologie de Marseille.

Quiniou F., Guillou M., Judas A., 1999. Arrest and delay in embryonic development in sea urchin populations of the Bay of Brest (Brittany, France); link with environmental factors. *Mar. Pollut. Bull.*, 38 (5): 401-406.

Rico, V. 1989. Contribution à l'étude des Préférences Alimentaires et du Comportement Moteur de l'Oursin Régulier *Paracentrotus lividus*. Diplôme Etudes Approfondies Océanographie, Université Aix-Marseille 2, Marseille.

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).