

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 و الحياة

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MER ET DE L'AQUACULTURE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

Benhalima Yamina et Boussaid Aymane Seyf Eddine

Pour l'obtention du diplôme de

**MASTER EN HYDROBIOLOGIE MARINE ET
CONTINENTALE**

Spécialité : Ressources Halieutiques

THÈME

*Etude de la qualité écologique des côtes
de Mostaganem : Utilisation de la
biodiversité marine*

Soutenue publiquement le / 07 /2022

DEVANT LE JURY

Président	M ^{er} BELBACHIR. N	MCA	U. Mostaganem
Encadreur	M ^{lle} OULHIZ. A	MCB	U. Mostaganem
Examineur	M ^{me} BENMESSAOUD. N	MAA	U. Mostaganem

Année universitaire 2021/2022

Remerciement

En préambule à ce mémoire, nous tenons tout d'abord à remercier ALLAH le tout puissant et miséricordieux, qui nous a aidé et qui nous a donné la force, le courage et la patience d'accomplir ce modeste travail.

Nous remercions notre professeur encadrant Dr. OULHIZ. Aicha, maitre de conférences et enseignant chercheur qui nous a donné tout ce qu'elle pouvait et qui a été au niveau de l'encadrement et nous a soutenu tout le long de notre réalisation de ce travail et qui a été disponible tous le temps malgré ses nombreuses préoccupations.

Nous remercions également Dr. BELBACHIR Nour-Eddine, maitre de conférences et enseignant chercheur et chef du département des sciences de la mer et de l'aquaculture (FSNV/UMAB), d'avoir accepté de présider le jury, et qui était toujours au service des étudiants et toujours à l'écoute de nos demandes

Nous remercions également Mme BEMESSAOUD Nadjet, enseignant chercheur au département des sciences de la mer et de l'aquaculture (FSNV/UMAB) d'avoir aimablement accepté d'examiner et d'apporter ses remarques à ce modeste travail.

Nos 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 années



Dédicace

*Je dédie le fruit de mes efforts au cours de ces années à mon cher père et à ma chère mère
qui ont été mon soutien et une épaule sur laquelle m'appuyer
et m'ont soutenu avec fierté et amour.*

*A mes chers frères et sœurs : Mohammed, Yassmine, Haroune et Maria
qui m'ont soutenu avec leurs aimables paroles*

*A ma chère tante Fatima Al-Zahraa, qui m'a accompagnée tout au long de ce parcours
et m'a encouragée à continuer et à relever le défi.*

*Merci à tous pour votre confiance et votre soutien, j'apprécie vraiment
cela et je vous suis reconnaissant à tous.*

YAMINA



Dédicace

Je dédie cet ouvrage

A mes parents qui m'ont soutenu et encouragé durant ces années d'études.

Qu'ils trouvent ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.

A tout ma famille et Ceux qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail. Ils m'ont chaleureusement supporté et encouragé tout au long de mon parcours.

A tous mes amis qui m'ont toujours encouragé, et à qui je souhaite plus de succès.

A tous ceux que j'aime

AYMEN

Résumé :

Le littoral de Mostaganem fait partie du littoral méditerranéen, ils présentent donc quasiment les mêmes traits et caractéristiques. Le littoral est un domaine florissant d'activités humaines et de rassemblements urbains et touristiques qu'il le rond fortement menacé par la pollution anthropique en affectant directement les organismes marins existants. Dans ce cadre,

nous avons mené une étude afin d'évaluer la qualité et l'état écologique du milieu en utilisant la communauté benthique de l'étage Médiolittoral.

Pour cela, trois sites ont été choisis tout le long du littoral de Mostaganem selon leur exposition aux différentes perturbations côtières exercés par l'homme, dont : Stidia, Kharouba et Hadjadj. Plusieurs indices biotiques ont été mis au point pour mettre en évidence la structuration des peuplements benthiques, notamment la Richesse spécifique, l'abondance, l'indice de diversité de Shannon (H') et l'indice d'équitabilité (J').

Les résultats obtenus, révèlent un peuplement caractérisé par une organisation diversifié mais reste en état peu d'équilibré sur l'ensemble des stations étudiées à l'exception des stations proches de l'activité de pêche dont elles présentent des signes de dégradation du milieu. Ces résultats méritent d'être compléter et confirmer par d'autres études physico-chimiques et microbiologiques de l'eau, ainsi qu'un suivi saisonnier de la faune et de la flore pour une meilleure surveillance de nos côtes marines.

Mots clefs : Littoral, Communauté benthique, Médiolittoral, Indices écologiques, Mostaganem.

Abstract:

The coastline of Mostaganem is part of the Mediterranean coast, so they have almost the same features and characteristics. The coastline is a flourishing area of human activities and urban and tourist gatherings that it circles strongly threatened by anthropogenic pollution by directly affecting existing marine organisms. In this context, we conducted a study to assess the quality and ecological status of the environment using the benthic community of the Mediolittoral floor.

For this, three sites were chosen along the entire coastline of Mostaganem according to their exposure to the various coastal disturbances exerted by humans, including: Stidia, Kharouba and Hadjadj. Several biotic indices have been developed to highlight the structuring of benthic stands, including Specific Richness, Abundance, Shannon Diversity Index (H') and Equitability Index (J').

The results obtained reveal a stand characterized by a diversified organization but remains in a poorly balanced state on all the stations studied with the exception of stations close to the fishing activity of which they show signs of degradation of the environment. These results deserve to be supplemented and confirmed by other physico-chemical and microbiological studies of water, as well as seasonal monitoring of fauna and flora for better monitoring of our marine coasts.

Keywords: Littoral, Benthic Community, Mediollitoral, Ecological Indices, Mostaganem.

الملخص:

ساحل مستغانم هو جزء من ساحل البحر الأبيض المتوسط ، لذلك لديهم نفس الميزات والخصائص تقريبا. والساحل منطقة مزدهرة للأنشطة البشرية والتجمعات الحضرية والسياحية التي يدور حولها مهددة بشدة بالتلوث البشري المنشأ من خلال التأثير المباشر على الكائنات البحرية الموجودة. في هذا السياق ، أجرينا دراسة لتقييم الجودة والحالة الإيكولوجية للبيئة باستخدام المجتمع القاعي للطابق المتوسطي .

لهذا ، تم اختيار ثلاثة مواقع على طول ساحل مستغانم بأكمله وفقا لتعرضها لمختلف الاضطرابات الساحلية التي يمارسها البشر ، بما في ذلك: ستيديا وخروبة وحجاج. تم تطوير العديد من المؤشرات الحيوية لتسليط الضوء على هيكلية المدرجات القاعية ، بما في ذلك الثراء النوعي ، والوفرة ، ومؤشر شانون للتنوع (H') ومؤشر الإنصاف.(J')

وتكشف النتائج التي تم الحصول عليها عن موقف يتميز بتنوع التنظيم ولكنه لا يزال في حالة غير متوازنة على جميع المحطات المدروسة باستثناء المحطات القريبة من نشاط الصيد التي تظهر عليها علامات تدهور البيئة. وتستحق هذه النتائج أن تستكمل وتؤكدها دراسات فيزيائية - كيميائية وميكروبيولوجية أخرى للمياه، فضلا عن الرصد الموسمي للحيوانات والنباتات من أجل رصد أفضل لسواحلنا البحرية.

الكلمات المفتاحية: ساحلي, المجتمع القاعي, متوسطي, المؤشرات البيئية, مستغانم.

Sommaire

Liste des figures	
Liste de tableau	
Introduction	

Chapitre 1 : Généralités	
I.1 Les écosystèmes de la zone côtière	
I.1.1 La variabilité des écosystèmes côtiers	
I.1.2 La diversité menacée des écosystèmes côtiers	
I.2. La mer méditerranée et ces caractéristiques	
I.3 Généralité sur la zone côtière	
I.3. Définition de la zone côtière	
I.3.1 La côte algérienne	
I.3.1.1 Le Relief du littoral algérien	
I.3.1.2 Le littoral de Mostaganem	
I.4 Les substrats durs du fond marin	
I.4.1 L'étage médiolittoral	
I.5. Biodiversité concept et intérêt	
a) Biodiversité génétique	
b) Biodiversité spécifique	
c) Biodiversité des écosystèmes	
d) Biodiversité fonctionnelle	
I.5.1 La biodiversité marine en Algérie	
I.6. Notion sur les réseaux de surveillance	
I.6.1 Les sources de la pollution dans la mer Méditerranée	
a) Urbanisation	
b) Tourisme	
c) Agriculture	
d) Pêche	
e) La pollution par les hydrocarbures liée au trafic maritime	
I.7 Les indicateurs de la biodiversité marine et côtière	
a) Les descripteurs simples	
b) Les descripteurs composites	
I.7.1 La macrofaune benthique indicatrice de la qualité de l'environnement marin	
I.7.2 Concepts et utilisation des bioindicateurs	

I.7.3 Les caractéristiques des bioindicateurs	
Chapitre 2 : Matériel et méthodes	
II. Matériel et méthodes	
II.1. Choix des sites d'étude	
II.1.1 Le site de Stidia	
II.1.2 Le site de Hadjadj	
II.1.3 Le site de Kharouba	
II.2 Méthodes de travail	
II.2.1 Echantillonnage de la macrofaune de l'étage médiolittoral des sites étudiés ...	
II.2.2 Prélèvement de la macrofaune benthique	
II.2.3 Détermination et identification des espèces	
II.2.4 Le calcul des indices biologiques	
II.2.4.1 Richesse spécifique (S)	
II.2.4.2 Abondance (A)	
II.2.4.3 Indices de diversité	
II.2.4.3.1 Indice de Shannon-Wiener (1948) (H')	
II.2.4.3.2 L'indice d'équitabilité de Pielou (J')	
Chapitre 3 : Résultats et discussions	
III. Résultats et discussions	
III.1 Détermination de la richesse spécifique des différents sites étudiés	
III.1.1 Le site de Stidia	
a. La station 1 du site de Stidia (S.St1)	
b. La station 2 du site de Stidia (S.St2)	
III.1.2 Le site de Kharouba	
a. La station 1 du site de Kharouba (K.St1)	
b. La station 2 du site de Kharouba (K.St2)	
III.1.3 Le site de Hadjadj	
a. La station 1 du site de Hadjadj (H.St1)	
b. La station 2 du site de Hadjadj (H.St2)	
III.2 La diversité spécifique	

III.2.1 Les indices biologiques de site de Stidia	
III.2.2 Les indices biologiques de site de Kharouba	
III.2.3 Les indices biologiques de site de Hadjadj	
III.2.4 Les stations les plus représentatifs	
Conclusion	
Liste de références	
Annexe	

Liste des figures

Figure 1 : Présentation et localisation de la mer Méditerranée. (Crochelet, 2015)	06
Figure 2 : Carte de la côte algérienne (A : région Ouest ; B : région Centre ; C : région Est) (Hemida, 2005).	07

Figure 3 : Quelques espèces benthiques du substrat dur de l'étage Médiolittoral (1. <i>Pocellana platycheles</i> , 2. <i>Anemonia viridis</i> , 3. <i>Paracentrotus lividus</i> , 4. <i>Patella ferruginea</i> , 5. <i>Chiton sp</i> et 6. <i>Gibulla divaricat</i>).....	09
Figure 4 : Etagement vertical en milieu marin.....	10
Figure 5 : Carte géographique de Mostaganem montrant les trois sites de l'étude.	18
Figure 6 : Vue de la plage de Stidia.....	19
Figure 7 : Vue de la plage de Hadjadj montrant la nature rocheuse du site d'étude.....	19
Figure 8 : Vue de la plage de Kharouba montrant les stations du site d'étude.	20
Figure 9 : Vue du site d'échantillonnage de Kharouba.	21
Figure 10 : Quadra de 50 cm ² utilisé pour l'étude de la macrofaune du substrat dur.	22
Figure 11 : La distribution de la richesse spécifique en pourcentage des trois sites étudiés	25
Figure 12 : Principale groupes de la macrofaune benthique du site de Stidia	26
Figure 13 : Diversité zoologique de la macrofaune benthique de la première station de Stidia.	27
Figure14 : Répartition des principaux groupes zoologiques de la deuxième station de Stidia.	27
Figure 15 : Principale groupes de la macrofaune benthique du site Kharouba.	28
Figure 16 : Répartition des principaux groupes zoologiques de la première station de Kharouba.	29
Figure 17 : Répartition des principaux groupes zoologiques de la deuxième station de Kharouba.	30
Figure 18 : Principale groupes de la macrofaune benthique du site Hadjadj.	31
Figure 19 : Répartition des principaux groupes zoologiques de la première station de Hadjadj.	31
Figure 20 : Répartition des principaux groupes zoologiques de la deuxième station de Hadjadj	32
Figure 21 : Répartition des valeurs de l'indice de diversité en fonction des stations de Stidia.	33
Figure22 : Répartition des valeurs de l'indice de diversité en fonction des stations de Kharouba.	34
Figure 23 : Répartition des valeurs de l'indice de diversité en fonction des stations de Hadjadj.	34
Figure 24 : Répartition des valeurs de l'indice de diversité en fonction des trois stations choisis.	35

Liste des tableaux

Tableau 1 : Les différents indices de diversité spécifique des sites et des stations étudiées	32
Tableau 2 : Etats des peuplements en fonction de l'indice d'Equitabilité d'après Daget (1979) .	33
Tableau 3 : Comparaison des valeurs des indices de diversité spécifique et de la richesse du peuplement obtenue dans les sites étudiés choisis	35

Introduction

Introduction :

Des écosystèmes côtiers en bonne santé offrent de nombreux services de valeur, tels que la sécurité alimentaire, des ressources pour la croissance économique et pour les activités de loisirs, le tourisme et la protection du littoral. Ils sont également reconnus comme des réservoirs de biodiversité essentiels à une époque où la disparition des espèces terrestres et marines est une source de préoccupation croissante. (Agardy *et al.*, 2015).

Situées à l'interface entre l'atmosphère, les surfaces continentales et l'océan hauturier, les zones côtières et littorales constituent des environnements dont la dynamique complexe peut évoluer selon une vaste gamme d'échelles spatio-temporelles. Ces espaces sont soumis à de nombreuses pressions anthropiques, liées aux activités et aux usages locaux, qu'ils soient économiques comme la pêche et l'installation d'infrastructures industrielles, ou récréatives comme les activités nautiques et le tourisme par exemple. Les zones littorales et côtières sont également soumises à des forçages naturels divers, allant des aléas météorologiques et marins tels que les tempêtes, les tsunamis, ou encore aux phénomènes naturels d'érosion. Le changement climatique induit également un impact sur ces milieux en favorisant par exemple l'élévation du niveau de la mer, ou l'augmentation de la fréquence de certains aléas extrêmes. (Delahayes, 2021).

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). La topographie du littoral Algérien en général et Mostaganémois en particulier est aussi très variée : Côtes rocheuses ou sablonneuses, baies profondes échancrées, caps saillants, nombreuses îles et îlots et une ceinture de hauts fonds sont les éléments les plus caractéristiques (Bouras 2009 ; 2012 et Bouras, 2014 ; Hussein, 2015). Toutes les conditions environnementales combinés à une bioclimatologie favorable offre à la côte de l'Ouest Algérien, dont Mostaganem, une grande richesse et diversité biologique et écologique. (Bouras, 2007 ; Hussein, 2007 et Hussein, 2015).

Les espèces de la macrofaune benthique sont utilisées comme bioindicateurs, car elles présentent de nombreux avantages et sont de plus en plus abondamment prises en compte dans les réseaux de biosurveillance par les chercheurs (Bélangier, 2009; Blanchet, 2004). Elles intègrent les perturbations de l'environnement et répondent par des fluctuations de leurs paramètres de structure, comme le nombre d'espèces et l'abondance par exemple. (Bayed et Bazairi, 2008).

L'évaluation de l'organisation biodiversitaire a pour objectif la détermination des différents genres et espèces d'organismes ainsi que la détection des changements spatiotemporels qui s'ajoutent à ceux causés par le processus naturel, et enfin attribuer les changements aux facteurs écologiques correspondants (Hussein, 2015).

Dans ce sens, notre étude propose donc à évaluer la qualité du milieu marin de la côte de Mostaganem en utilisant la distribution de la biodiversité marine comme bio-indicateur. Et cela, on sélectionnant trois sites importants et différents en termes de sources de perturbation. Ce travail est réparti en trois grandes parties : la première concerne la partie traitant de la recherche bibliographique, en présentant des généralités sur les zones marines côtières, le littoral Algérien, la biodiversité marine, les sources de pollution, les indicateurs de la qualité de l'environnement marin,...etc. tandis que, la deuxième partie est consacrée à la partie expérimentale en décrivant les zones étudiées et les méthodes et techniques analytiques utilisées pour étudier la biodiversité existantes. Alors que la partie du manuscrit, concerne les résultats et discussion. Pour enfin une conclusion générale.

Chapitre I : *Généralités*

I. Généralités :**I.1 Les écosystèmes de la zone côtière :**

Les écosystèmes côtiers sont des entités géomorphologiques assurant la transition entre le continent et l'océan. Par rapport au domaine océanique les caractéristiques majeures de ces écosystèmes sont leur faible profondeur, leur volume restreint et l'influence des apports d'eau douce, ainsi qu'une variabilité à haute fréquence directement reliée à celle des facteurs physiques (marées, vents, débits fluviaux). (Queguiner, 2009).

Parmi les écosystèmes les plus productifs de la planète, les milieux côtiers assurent le bien-être d'une population mondiale en pleine expansion, susceptible de dépasser neuf milliards d'individus d'ici à 2050. Ils aident à réguler le climat mondial et présentent une capacité d'adaptation essentielle. Le rôle de ces écosystèmes pour le bien-être futur de l'homme repose de plus en plus sur les capacités des pays à gérer les usages de ces milieux et les impacts qui en découlent, de manière à assurer que leur santé et leur capacité de résilience ne sont pas remises en cause. (Agardy *et al.*, 2015).

I.1.1 La variabilité des écosystèmes côtiers :

Les conditions environnementales auxquelles sont soumis les écosystèmes côtiers ne sont pas constantes mais au contraire varient de façon périodique, saisonnière et annuelle, ou apériodique, suivant les oscillations caractéristiques des grands cycles du climat. Sur le plan géographique, les écosystèmes côtiers se distinguent entre eux par leur taille allant du plus petit estuaire jusqu'aux fjords ou aux baies et rades côtières. Ces systèmes vont cependant montrer des propriétés communes et des processus particuliers qui vont être déclinés selon l'appartenance à une zone climatique donnée. (Queguiner, 2009).

Un écosystème donné peut varier de plusieurs façon (modifications de la diversité, de la production, ...) sur des échelles de temps journalière à décennale. Les écosystèmes côtiers seront donc le siège d'une forte variabilité à diverses fréquences résultant de modifications des régimes de courant, de la force des vagues (liée elle-même aux régimes de vents), de l'intensité des marées, des conditions climatiques régionales, des processus géomorphologiques ou encore des apports de nutriments ou de substances chimiques provenant du continent, de l'atmosphère ou de l'océan. (Queguiner, 2009).

Des décennies de surpêche, de pollution et de destruction des habitats ont conduit les écosystèmes marins et côtiers au déclin. Leur santé est compromise lorsque les cours d'eau sont dragués sans précaution ou de manière excessive, lorsque les zones humides sont comblées, ou lorsque le développement côtier est réalisé sans prise en compte suffisante de

l'environnement. Le transport de sédiments et l'hydrologie peuvent être altérés par l'utilisation des terres et de l'eau douce dans les bassins versants. En raison de la trop grande quantité de nutriments issus du ruissellement des terres agricoles et des eaux usées, les eaux côtières sont, d'un point de vue chimique, parmi les environnements les plus modifiés dans le monde. Les côtes sont vulnérables aux impacts majeurs de l'élévation du niveau marin, de l'érosion et des tempêtes, et de nombreux écosystèmes marins et côtiers ont dépassé les seuils limites pour un fonctionnement sain, le développement durable des populations humaines voisines s'en trouvant ainsi menacé. (Agardy *et al*, 2015).

I.1.2 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 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.

La diversité des écosystèmes côtiers est directement menacée par l'homme. Le programme "Coral Reef Assessment" de l'IOC (Intergovernmental Oceanographic Commission) a ainsi conclu que les activités humaines menacent la stabilité et la survie des récifs coralliens et ont déjà entraîné la perte de 11% de ces zones à l'échelle globale et la perte de fonctionnalité de 16% de zones supplémentaires (Wilkinson, 2000). Les impacts sur les récifs coralliens montrent de fortes disparités régionales et la région du sud-est asiatique s'avère ainsi fortement impactée, avec 86% de ses récifs considérés comme modérément à fortement menacés par les activités anthropiques notamment la surpêche le développement côtier et l'accroissement de la sédimentation (Talaue-McManus 2002). Dans le sud-est asiatique, plus des $\frac{2}{3}$ des mangroves ont été détruits depuis le début du XXème siècle et cette destruction de l'écosystème se poursuit à un rythme de 1 à 4% par an (McManus *et al.*, 2000). Sur

l'ensemble de la planète les mangroves ont été réduites de plus de la moitié de leur superficie (Kelleher, 1995). Bien qu'aucune étude globale n'ait été produite plusieurs disparitions de zones humides et d'herbiers ont été signalées à différents endroits. D'une manière générale, l'étendue mondiale des modifications des habitats côtiers est la somme de toute une mosaïque d'impacts de pressions climatiques, sociétales et économiques d'intensités variables aux échelles locales et régionales. (Queguiner, 2009).

I.2. La mer méditerranée et ces caractéristiques :

La mer Méditerranée est une mer intercontinentale presque entièrement fermée, située entre l'Europe, l'Afrique et l'Asie et qui s'étend sur une superficie d'environ 2,5 millions de kilomètres carré. Son ouverture vers l'océan Atlantique par le détroit de Gibraltar est large de seulement 14 kilomètres (Fig.1). Elle est reliée à la mer de Marmara et la mer Noire à l'Est et également connectée à la mer rouge dans le Sud-Est par le canal de Suez (Albakjaji, 2011 ; Rochelet, 2015). Elle doit son nom au fait qu'elle est littéralement une « mer au milieu des terres », en latin (*mare médit terra*). (Doglioli 2010).

La Méditerranée est formée d'une série de bassins profonds enserrés par les chaînes alpines d'Europe, d'Asie et d'Afrique. Depuis, l'alternance d'ouvertures et de fermetures des détroits qui la mettent en communication avec l'océan mondial, résultant de sa fragmentation et des fluctuations glaciaires-eustatiques qu'elle a connues au Quaternaire, a favorisé le développement, à partir d'un peuplement principalement atlantique, d'une faune originale. Du point de vue hydrologique, la Méditerranée est une mer continentale à bilan négatif (l'évaporation y est très supérieure aux précipitations et aux apports fluviaux). Les eaux méditerranéennes ont aussi une productivité inférieure à celle des eaux océaniques. (Aubouin *et al.*, 2020).

La mer Méditerranée ne représente que 0,82 % de la surface des océans. Pourtant, elle abrite 4 à 18 % de la biodiversité marine mondiale (Coll *et al.*, 2010) avec près de 17 000 espèces marines connues à ce jour, dont plus de 600 espèces de poissons. Une grande partie des espèces marines méditerranéennes sont endémiques (Boudouresque, 2004). Selon Coll *et al.* (2010) un gradient décroissant de la biodiversité allant des régions nord-ouest vers le Sud-Est, associé aux patrons de production primaire. La biodiversité est généralement plus élevée dans les zones côtières et les plateaux continentaux.

Les eaux côtières peu profondes abritent des espèces clés et des écosystèmes sensibles, tels que les herbiers et les assemblages coralligènes, tandis que les eaux profondes abritent une faune unique et fragile. (Crochelet, 2015).

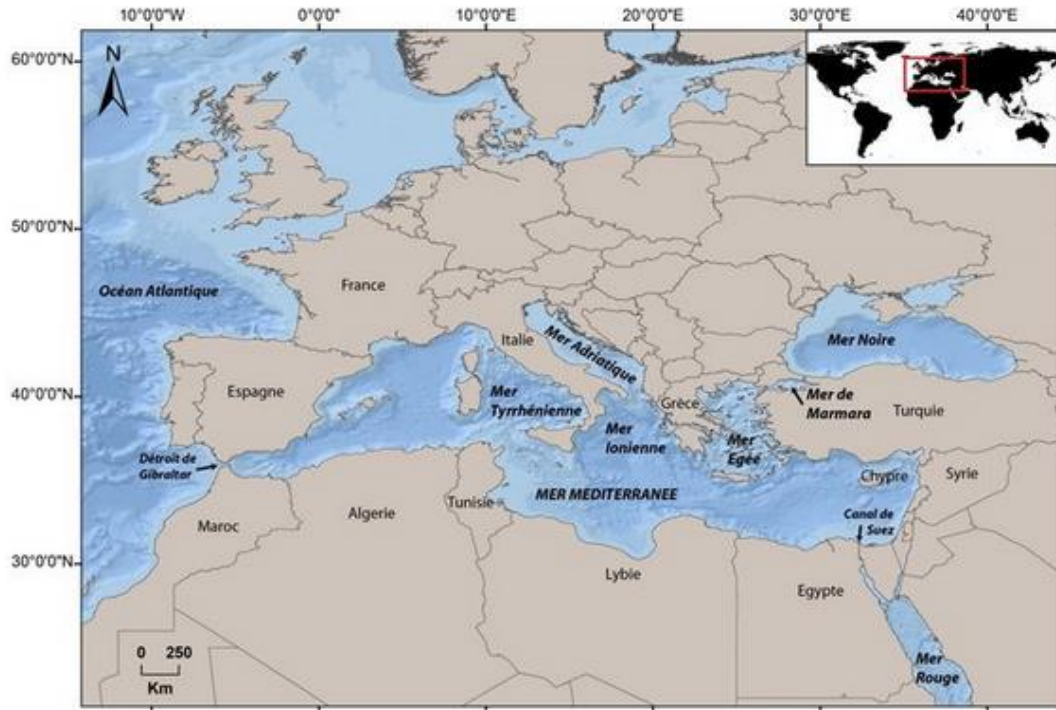


Figure 1 : Présentation et localisation de la mer Méditerranée. (Crochelet, 2015)

I.3 Généralité sur la zone côtière :

I.3. Définition de la zone côtière :

La zone côtière est une zone de transition entre les écosystèmes purement terrestres et les écosystèmes purement marins. Cette zone de transition est aujourd'hui considérée comme une composante importante de la biosphère à la fois pour la diversité des types d'écosystèmes et dans la fourniture de ressources et de services. C'est une zone d'interactions intenses : dans la zone côtière, les processus globaux à dominante continentale et les processus globaux à dominante océanique se recouvrent et interagissent avec pour principale conséquence l'établissement de forts gradients biogéochimiques ainsi qu'une forte dissipation d'énergie.

La zone côtière est donc un endroit où vont se rencontrer différents types d'écosystèmes tous caractérisés par des gradients tridimensionnels de leurs propriétés, par diverses particularités climatiques, géomorphologiques et démographiques, et par la dynamique des processus physiques, chimiques et biologiques. (Queguiner, 2009).

Les processus et les écosystèmes naturels de la zone côtière sont, de ce fait, sujets à des changements variables sur le plan géographique et sur la durée qui vont se combiner pour 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. (Queguiner, 2009).

La zone côtière qui représente environ 12% de la surface terrestre est le siège de 25% de la production primaire globale et apporte près de 70% de la production halieutique mondiale. Actuellement, près de 50% de la population terrestre, soit 2,5 milliards d'habitants, vit à moins de 150 km des côtes. (Corlay, 1993 ; Faye, 2018 ; Vetofish, 2018).

I.3.1 La côte algérienne :

La côte algérienne est située au sud du bassin occidental méditerranéen, elle forme avec les côtes Baléares et Sardes : le bassin algérien (Fig.2). 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. (Refes 2011).

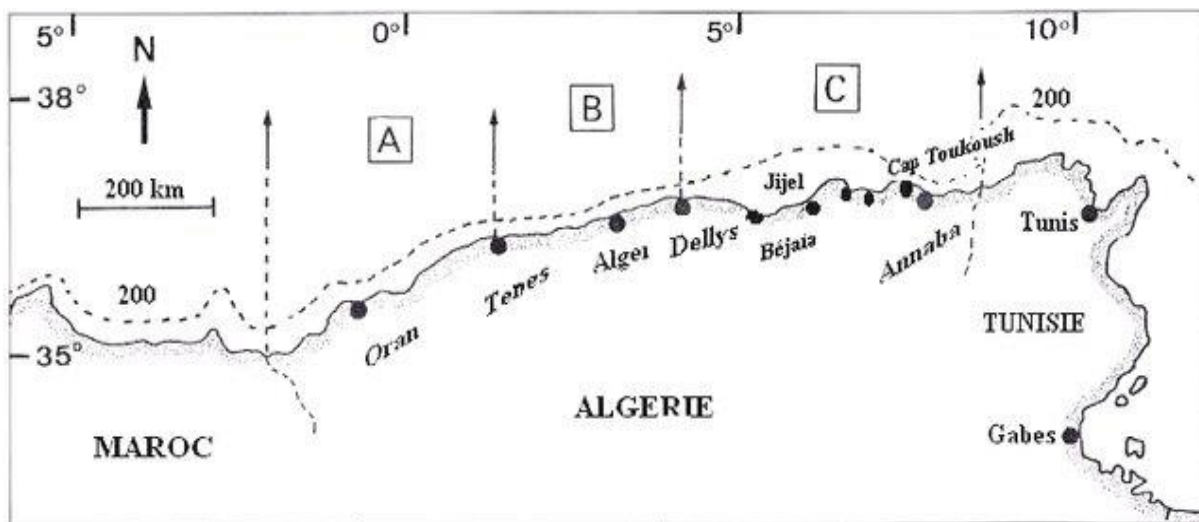


Figure 2 : Carte de la côte algérienne (A : région Ouest ; B : région Centre ; C : région Est).
(Hemida, 2005)

I.3.1.1 Le Relief du littoral algérien :

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 Bejaïa ; 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.3.1.2 Le littoral de Mostaganem :

La wilaya de Mostaganem est limitée au Nord par la mer Méditerranée, à l'Ouest par les wilayas d'Oran et de Mascara, à l'Est par la wilaya de Chélif et au Sud par la wilaya de Relizane. Elle se caractérise par un climat semi-aride en été et tempéré en hiver, avec une pluviométrie variante entre 350mm sur le plateau et 400 mm sur les piémonts du Dahra (S.D.A.T, 2008 in D.E.M, 2011). Elle couvre une superficie de 2.269 Km² pour 746.500 Habitants (R.G.P.H 2008 in D.E.M, 2011). La wilaya de Mostaganem a une façade maritime s'étendant sur 124 Km environ de l'embouchure de la Mactaa à l'Ouest au Cap Nagraoua à l'Est avec une profondeur de cette zone littorale n'excédant pas 3 Km et qui compte une superficie approximative de 300 Km² (soit 13% de la superficie totale de la wilaya de Mostaganem) (D.E.M, 2011). Le plateau sous-marin est très vaste aussi bien en long et en large. Son relief sous-marin est formé de pentes douces avec des fonds sableux et argileux et par endroits isolés avec des fonds rocheux. (Kies., 2012)

I.4 Les substrats durs du fond marin :

Les substrats durs sont constitués des fonds marins rocheux et se caractérisent par la présence d'organismes animaux ou végétaux fixés (fig3) (Bellan-Santini *et al.* 1994 ; Dauvin, 1997 ; Bianchi *et al.*, 2004). Cette notion d'organismes fixés en permanence sur le substrat implique que les cailloutis et les galets de plus de 2 cm richement colonisés peuvent être considérés parmi les substrats durs, assurant ainsi la continuité avec les substrats meubles. Les structures bio construites (coralligène, etc.) entrent également dans la définition des substrats durs, ainsi que les constructions marines anthropiques (digues, épaves, etc.). Les communautés fixées des substrats durs sont soumises à plusieurs facteurs abiotiques qui vont structurer leur

distribution (Bellan-Santini *et al.*, 1994 ; Dauvin, 1997) : la durée d'exondation et l'humectation, la lumière, la température, l'hydrodynamisme, le type et l'orientation du substrat et la salinité. (Dore *et al.*, 2015).

Chacun de ces facteurs structurants crée des gradients verticaux ou horizontaux qui, en se combinant, font apparaître des conditions environnementales souvent variables sur de très faibles distances (échelle métrique à centimétrique). Ainsi, les communautés des substrats durs apparaissent souvent comme des mosaïques hétérogènes de micro-habitats (Bellan-Santini, 1994 ; Murray *et al.*, 2006).



Figure 3 : Quelques espèces benthiques du substrat dur de l'étage Médiolittoral (1. *Pocellana platycheles*, 2. *Anemonia viridis*, 3. *Paracentrotus lividus*, 4. *Patella ferruginea*, 5. *Chiton sp* et 6. *Gibulla divaricata*)

I.4.1 L'étage médiolittoral :

L'étage correspond à la zone de balancement des marées (Atlantique) et du ressac (Méditerranée). Les espèces de cet étage supportent ou ont besoin d'une alternance de périodes d'immersion et d'émersion. Sur les façades Atlantique/Manche - mer du Nord, cet étage est caractérisé par une succession de ceintures algales (*Pelvetia canaliculata*, *Fucus spiralis*, *Fucus vesiculosus* et/ou *Ascophyllum nodosum* en milieu abrité, *Fucus serratus*) accompagnées de divers gastéropodes et crustacés. En Méditerranée, l'étage médiolittoral (fig4) est réduit et correspond pour l'essentiel à la zone battue normalement par les vagues. Il est dominé par des crustacés cirripèdes, des gastéropodes, des mollusques, des cyanobactéries épilithes et endolithes et des algues à développement saisonnier. C'est à ce niveau que l'on

trouve l'encorbellement à *Lithophyllum byssoides* (Synonyme : *L. lichenoides*), formation bio construite qui abrite une faune et une flore abondante dans ses anfractuosités. (Dore *et al.*, 2015).

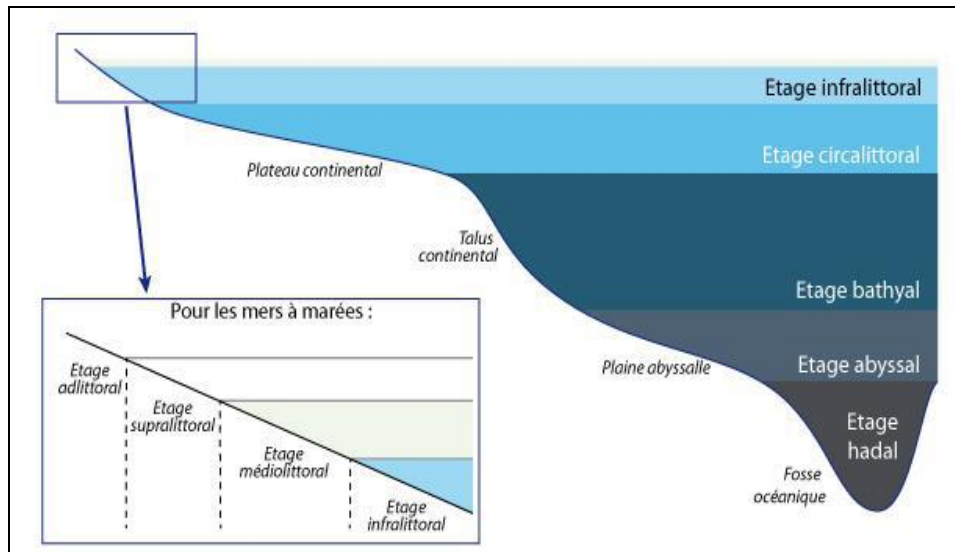


Figure 4 : Etagement vertical en milieu marin. (Dore *et al.*, 2015).

I.5. Biodiversité concept et intérêt :

Le mot « biodiversité » (biodiversity, en anglais) résulte de la fusion des termes « bio » (vie) et « diversité », soit littéralement la diversité de la vie. Chacun de ces deux termes revêt une importance cruciale sur notre planète aux yeux de Tilman (2005) qui estime que « *la caractéristique la plus frappante de la Terre, c'est la vie et la caractéristique la plus frappante de la vie, c'est sa diversité* ».

Il existe aujourd'hui de nombreuses définitions de la biodiversité (Gaston & Spicer, 2002). La plus simple que l'on peut donner en première approximation est donc que la biodiversité est le nombre total d'espèces (richesse spécifique) peuplant un type d'habitat biogéographique ou encore de la biosphère tout entière. En ce sens, le terme de biodiversité est assimilable à la richesse spécifique totale d'une communauté vivante donnée, quelle que soit l'étendue des habitats qu'elle peuple (Ramade, 2009). On ne connaît qu'environ 280 000 espèces marines, alors qu'on estime qu'il en existe plusieurs millions sans doute. Les océans sont, par certains aspects, moins connus que la Lune (Sergent, 2014).

Donc la biodiversité est la variété et la variabilité de tous les organismes vivants. Ceci inclut la variabilité génétique à l'intérieur des espèces et de leurs populations, la variabilité des espèces et de leurs formes de vie, la diversité des complexes d'espèces associées et de leurs

interactions, et celle des processus écologiques qu'ils influencent ou dont ils sont les acteurs (Assemblée Générale de l'UICN, "the World Conservation Union, (Costa Rica, 1988).

Ainsi, il ressort de cette définition générale quatre types de biodiversité :

- a) **Biodiversité génétique:** Elle concerne des populations distinctes de la même espèce. Elle est utilisée dans le domaine du génie génétique.
- b) **Biodiversité spécifique:** Elle se rapporte à la fois au nombre d'espèces dans une région (la richesse spécifique) et aux relations mutuelles entre espèces (la diversité taxinomique).
- c) **Biodiversité des écosystèmes:** qui fait référence à la variabilité des communautés biologiques, et à la dynamique et la nature de leur interdépendance et des interactions avec l'environnement. La diversité à ce niveau est distincte de (a) et (b), dans la mesure où elle comprend à la fois les parties vivante (biotique) et non vivante (abiotique).
- d) **Biodiversité fonctionnelle:** (diversité éco-systémique), Elle met en relation les diversités constitutives-génétiques et spécifiques ainsi la diversité structurelle et fonctionnelle des écosystèmes (abondance relative des espèces, structure des populations en classes d'âges, processus biologiques comme la prédation, le parasitisme, le mutualisme,. Etc.) (Benzait, 2016)

I.5.1 La biodiversité marine en Algérie :

La connaissance de la biodiversité marine est un préalable à sa conservation et à sa protection. Cette connaissance englobe les aspects qualitatifs et taxinomiques mais aussi la compréhension des composantes les plus remarquables ou/et les plus menacées de cette biodiversité. Pour une maîtrise globale de cette question, il est nécessaire de disposer d'éléments quantitatifs tels que la densité et la fréquence d'apparition des espèces, leurs biomasses, leur localisation et l'étendue des surfaces et des volumes que les espèces occupent. Cette connaissance implique, enfin, une bonne compréhension des mécanismes qui gouvernent la structuration et l'organisation des espèces ainsi que le fonctionnement des habitats qui les hébergent. Actuellement, ces conditions sont loin d'être réunies et la connaissance que nous avons de la biodiversité marine en Algérie demeure dans une large mesure qualitative, fragmentaire, localisée, ponctuelle mais surtout cette connaissance n'est pas inscrite dans un cadre stratégique. (Mezali, 2007).

I.6. Notion sur les réseaux de surveillance :

Le milieu marin et les ressources qui lui sont associées constituent des enjeux nationaux et internationaux majeurs en matière d'économie et de santé publique. Le milieu marin et la bordure littorale constituent 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 de réseaux au niveau national ou régional permet de répondre à trois questions majeures:

- ✓ Y'a t-il détérioration ou amélioration de la qualité des eaux littorales et des écosystèmes associés ?
- ✓ Les changements du milieu naturel sont-ils la conséquence de perturbations anthropiques ?
- ✓ Quelles sont les actions à mener en termes de prévention, en cas d'altération du milieu marin ?

L'évaluation globale de la qualité du milieu marin implique de prendre en compte les mesures de divers paramètres et de les confronter. Il s'agit :

- 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;
- Des paramètres biologiques tels que l'abondance, la richesse spécifique, la capacité de résistance des organismes à la contamination, des mesures d'effet.

A l'échelle de la planète, les réseaux couvrent une grande variété d'espaces littoraux et intègrent la mesure de nombreux paramètres selon des techniques diverses. L'objectif des scientifiques est de mieux comprendre les perturbations causées par les espaces urbains au milieu naturel pour préserver le bon état écologique de la mer. (Queguiner, 2009).

I.6.1 Les sources de la pollution dans la mer Méditerranée

Plus de 80 % des pollutions viennent de la terre, causée par les rejets d'origine anthropique arrivant par ruissellement et déversement des rejets directement de différentes formes de pollution. Les conséquences de ces pollutions sont diverses. Les matières en suspension peuvent étouffer des écosystèmes de grand intérêt, les nutriments provoquent la prolifération des macros algues et du phytoplancton opportuniste. Les micropolluants perturbent la physiologie des espèces et se concentrent dans les sédiments et le long des chaînes trophiques jusqu'à l'homme.

Ainsi, plusieurs sources de pollution menacent la mer Méditerranée (UNEP, 2011).

a) Urbanisation

Dans la région Méditerranéenne il existe vingt et un états qui comptent plus de 400 millions résidents. Selon les statistiques ce chiffre devrait passer à 520-570 millions en 2030, pour atteindre approximativement 600 millions en l'an 2050 et, éventuellement, plus de 700 millions à la fin du 21^{ème} siècle. (AEE, 1999)

La concentration croissante de personnes (presque 35 % vivent dans les zones côtières) entraîne cependant l'augmentation d'activités pour satisfaire aux besoins humains donc l'augmentation de taux des déchets et donc les risques de pollution sur la qualité et la quantité des ressources naturelles. Sans oublier les effets des déchets solides municipaux, les matières plastiques représentent à elles seules 75% des déchets de surface et des fonds marins en Méditerranée. (MEDONDES, 2004).

L'absence d'installations de traitement des eaux usées est un grand problème dans la région Méditerranéenne, quelques 48 % des centres urbains sont dépourvus d'installations de traitement des eaux usées, avec pour conséquence le déversement de plus de trois milliards m³ d'eaux non traitées dans la mer par an. S'ajouté à ses pollutions, l'augmentation des activités industrielles liées à l'urbanisation donc la pollution (Albakjaji, 2010).

b) Tourisme

Le tourisme constitue actuellement la première source de devises étrangères de la région. Mais beaucoup ignorent l'importance de protéger l'environnement et d'appliquer les normes du développement durable. Le nombre des touristes va passer à 235-250 millions en 2025 (selon le programme du Plan Bleu). L'incidence du tourisme intensif sur l'environnement se traduit par l'utilisation des terres, la consommation des ressources d'eau, la pollution, les déchets et les pressions physiques et socioculturelles, la réduction des sites naturels et des

espaces libres, la modification substantielle des paysages côtiers ainsi que des conflits sur l'utilisation des terres, de l'eau et des autres ressources. (Albakjaji, 2010)

c) Agriculture

En raison de la morphologie spécifique du bassin Méditerranéen, l'activité agricole est pratiquée de façon intensive dans des plaines côtières restreintes. L'agriculture constitue la principale source non ponctuelle de pollution de la mer Méditerranée, l'utilisation de produits chimiques dans l'agriculture fait que les eaux de ruissellement emportent des pesticides, des nitrates et des phosphates (MEDONDE, 2010). Les pesticides sont présents dans un tiers des rejets agricoles et que l'on retrouve dans 90 % des cours d'eau. Les agriculteurs qui consomment près des 2/3 de l'eau utilisée pour l'arrosage des cultures et des plantes, sont les principaux responsables de la pollution par les nitrates et les pesticides (Albakjaji, 2010)

d) Pêche

La Méditerranée se caractérise par ses conditions naturelles qui demeurent uniques: sa condition de mer oligotrophique, des paysages côtiers exceptionnels, une profondeur importante, des conditions climatiques très belles et rares. Aussi, la mer Méditerranée est un réservoir majeur de biodiversité : 10 000 à 12 000 espèces marines (faune et flore). Avec 0,7% de la surface de l'océan mondial, elle héberge donc 8 à 9% de sa biodiversité ; c'est donc un pôle de biodiversité. Les herbiers de posidonie, les zones intertidales rocheuses et les estuaires de la côte Méditerranéenne sont des habitats de première importance pour beaucoup d'espèces, et sont les zones de fraye et d'alevinage de certaines des principales espèces de poissons.

Mais ces 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, 2010)

e) La pollution par les hydrocarbures liée au trafic maritime :

Les activités industrielles existant autour du bassin Méditerranéen menacent la 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.

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 mer Méditerranée. Certaines zones en présence des industries lourdes telles que les industries chimiques et pétrochimiques...etc. sont plus menacées que les autres régions. (Albakjaji, 2010)

I.7 Les indicateurs de la biodiversité marine et côtière :

Un indicateur sélectionné possédant une signification et une représentativité particulière enferment l'information et simplifient l'approche de phénomènes environnementaux, souvent complexe, ce qui en fait un outil de communication précieux (Blanpain, 2003).

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 :

- a) **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 ;
- b) **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).

Etymologiquement, le terme bio indication correspond à une indication sur la vie. Cela sous-entend que des groupes choisis comme indicateurs sont des organismes vivants ; ce sont des émetteurs d'une information qui n'est destinée qu'à un seul récepteur : l'homme. (Mulhauser, 1990).

I.7.1 La macrofaune benthique indicatrice de la qualité de l'environnement marin :

Les organismes vivant sur/ou dans les substrats 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 le temps et dans l'espace de la perturbation. Ce processus appelé « succession secondaire » s'accompagne en général d'une diminution de la biodiversité : disparition des espèces sensibles à la perturbation et prolifération d'un petit nombre d'espèces dites opportunistes car favorisées par la disparition des précédentes.

L'analyse de la composition spécifique du macro-benthos est souvent utilisée comme indicateur de la qualité des habitats marins. C'est donc un outil sur l'eau qui préconise l'accession à un bon ou très bon état écologique de l'ensemble des masses d'eau. Un tel objectif nécessite de caractériser l'état écologique actuel des masses d'eau et donc de documenter la composition du macro-benthos (Grémare, 2007)

I.7.2 Concepts et utilisation des bioindicateurs :

La surveillance de la qualité de l'environnement marin peut se faire suivant deux approches complémentaires : 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. L'accumulation de polluants dans les organismes peut être le résultat d'une contamination directe depuis le milieu, ou indirecte (bio magnification) au sein des réseaux trophiques (Perez *et al.*, 2007). Néanmoins, aucune de ces approches ne suffit à elle-même pour fournir des informations fiables et complètes sur l'état de l'environnement. Il est donc admis que c'est l'association de ces approches, que dépend une évaluation pertinente de la qualité de l'environnement.

I.7.3 Les caractéristiques des bioindicateurs :

Les principales caractéristiques de la bio indication végétale comme la bio indication animale sont de disposer d'espèces : i) Ayant des sensibilités spécifiques très fortes vis-à-vis de certains polluants ; ii) Ayant au contraire une forte résistance et une capacité d'accumulation élevée. L'emploi de telles espèces permet d'obtenir une valeur approximative d'une pollution moyenne sur des pas de temps élevés.

- Les indicateurs biologiques sont des espèces sensibles, inféodés à un milieu suffisamment restreint pour le caractériser, ou à un état d'un facteur du milieu, qu'ils permettent : i) d'identifier par leur apparition ou disparition, ii) informe sur les conditions du milieu et des dangers potentiels de contamination et permettent ainsi

d'apprécier une modification de la qualité d'un milieu. Pour cela, on se réfère à une biocénose, un groupe écologique ou à une espèce indicatrice ou à une partie de l'espèce (métabolisme). Ils permettent ainsi, une mise en évidence de toutes modifications naturelles ou provoquées (Le Bras, 2007).

Chapitre II :
Materiel et méthodes

II. MATERIEL ET METHODES

II.1. 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, pendant une période de deux mois (Avril et Mai 2022). Les Trois sites ont été sélectionnés, caractérisés par un substrat rocheux : Stidia, Kharouba et Hadjadj (Fig5.). Les sites (comprenant deux stations chacun) 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.

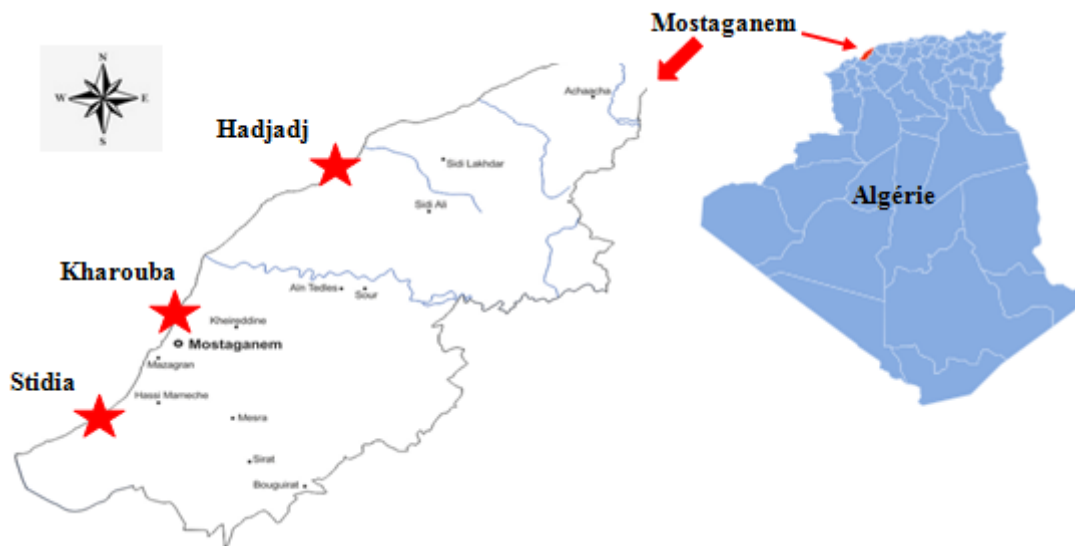


Figure 5 : Carte géographique de Mostaganem montrant les trois sites de l'étude. (<https://d-maps.com>)

II.1.1 Le site de Stidia :

Stidia se situe à 20 km à l'ouest de Mostaganem sur la route d'Oran entre cap Carbon d'Oran et cap de salamandre. Le méridien de Greenwich passe exactement par Stidia qui est à $0^{\circ} 00' 00''$ de longitude. Stidia est une commune côtière d'une superficie de 55 km² avec un littoral de substrat rocheux avec des fonds sableux riche en biodiversité et des prairies d'herbier à Posidonies, donnant un endroit idéal pour les amateurs de pêche et de plongée. Ce site se caractérise par la présence d'un petit port de pêche avoisinant (fig6), une petite ville touristique ne respectant pas la distance réglementaire de la côte (100 mètres) et qui elle-même se trouve entourée par des terres agricoles. Ce qui assure un apport terrigène et rejets urbains continues (Mezali, 2007 ; Oulhiz, 2012). De plus, ce site connaît des projets aquacoles comme la ferme ostréicole.



Figure 6 : Vue de la plage de Stidia : Agglomération trop proche de la cote (à gauche) et les embarcations de pêche (à droite). (Présent travail).

II.1.2 Le site de Hadjadj :

Ce site se trouve à 40 km, vers l'Est du chef-lieu de la wilaya de Mostaganem. 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 (**Fig 7.**). 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 (Oulhiz, 2012).



Figure 7 : Vue de la plage de Hadjadj montrant la nature rocheuse du site d'étude.

II.1.3 Le site de Kharouba :

Kharouba se trouve à 3 km à l'Est de la ville de Mostaganem. 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 (**Fig 8.**) 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. (Oulhiz, 2012).



Figure 8: Vue de la plage de Kharouba montrant les stations du site d'étude.

II.2 Méthodes de travail :

II.2.1 Echantillonnage de la macrofaune de l'étage médiolittoral 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, dominance 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 de ces peuplements.

La récolte des données 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 procéder à des observations qualitatives et quantitatives (inventaire), qui amènent à plus d'informations possible sur l'état de la macrozoobenthos comme l'on préconisé : Guerin et Desroy (2008); Abousamra (2004) et Limam *et al.* (2004).

II.2.2 Prélèvement de la macrofaune benthique :

Pour l'intervention sur le terrain, il est nécessaire d'attendre que les perturbations climatiques disparaissent. L'étude est réalisée 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.

La qualité d'un habitat résulte de diverses interactions et ne peut être mesurée directement. Elle peut être décrite sur la base d'une comparaison inter-sites. Les habitats de bonne qualité sont supposés d'être ceux où la biodiversité (croissance et survie des espèces) est optimale (Gibson, 1994 ; Hussein, 2014).

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 en utilisant un quadra de (50 cm²) (Fig 9.). Et sur cet ongle en a pu alors donner et présenter les caractéristiques faunistiques du site étudié.



Figure 9 : Vue du site d'échantillonnage de Kharouba. (Présent travail).

II.2.3 Détermination et identification des espèces :

A l'aide des ouvrages nécessaires (Fig. 10) et des clés de détermination et de la collection des invertébrés (macrofaune benthiques) des côtes de la méditerranée (Coudre, 2002), on peut déterminer la nature des taxons, triés et consulter au fur et à mesure la liste faunistique et floristique du net (WoRMS : World Register of Marine Species et DORIS : Données d'Observations pour la Reconnaissance et l'Identification de la faune et la flore Subaquatiques). L'identification de la faune est basée aussi sur d'autres documents scientifiques (Brugneaux et Pérès, 2002 ; Pergent *et al.*, 2007). La structure générale du peuplement a été évaluée à travers l'indice de richesse spécifique (nombre total d'espèces recensées sur la zone d'étude). Cet indice combine à la fois richesse et régularité et permet donc d'apprécier la diversité du peuplement benthique présent sur l'ensemble de la zone d'étude (Hereu et al, 2004 ; Vincent et al, 2006 ; Trigui et al, 2007). Et pour approfondir le travail quantitatif, on détermine la dominance. Pour cela, il faut obtenir correctement les paramètres suivants : le nombre d'espèces, le nombre d'individus de chaque espèce (l'abondance).



Figure 10 : Quadra de 50 cm² utilisé pour l'étude de la macrofaune du substrat dur.

II.2.4 Le calcul des indices biologiques

II.2.4.1 Richesse spécifique (S) : La Richesse spécifique S est représentée par le nombre total ou moyen d'espèces recensées par unité de surface.

$$S = \text{Nombre d'espèces de la zone d'étude}$$

Cet indice S peut être utilisé pour analyser la structure taxonomique du peuplement. Il permet également de distinguer :

- des variations spatiales : des secteurs faunistiquement riches et des secteurs plus pauvres ;
- des variations temporelles : des minima et maxima en fonction des saisons et des stations.

Cependant, il présente l'inconvénient d'être fortement dépendant de la taille des échantillons (le nombre d'espèces échantillonnées augmentant avec la surface échantillonnée) et du type d'habitat (la richesse spécifique varie en fonction du type de substrat, de la profondeur, de la salinité...). (Grall et Coïc, 2006).

II.2.4.2 Abondance (A) :

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

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).

Ces différentes réponses vont se traduire au niveau de l'abondance des espèces. Les profils d'abondance dans le temps sont, donc, largement utilisés comme indicateurs des effets des polluants dans les sédiments, au même titre que les courbes de biomasse et de richesse spécifique

II.2.4.2 Dominance (D) :

$$D\% = (ni \times 100) / N$$

Où : ni = nombre d'individus d'une espèce dans l'échantillon; N = nombre total d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon.

II.2.4.3 Indices de diversité :

La diversité prend en compte non seulement le nombre d'espèces, mais également la distribution des individus au sein de ces espèces. Deux principaux indices ont été utilisés : l'indice de Shannon-Wiener, et l'indice de l'Équitabilité. Les principaux indices d'équitabilité consistent, le plus souvent, à établir le rapport entre la diversité mesurée et la diversité théorique maximum, pour une taille d'échantillon et un nombre d'espèces données. Cependant, la valeur du nombre total d'espèces de la population échantillonnée reste

pratiquement impossible à déterminer. Il est, donc, d'usage de prendre le nombre total d'espèces de l'échantillon comme valeur pour les calculs. Cependant, cette valeur sous-estimant le nombre réel d'espèces et étant fortement dépendante de la taille des échantillons, l'équitabilité se trouve toujours surestimée. En somme, l'indice d'équitabilité basé sur l'indice de diversité donne plus ou moins de poids aux espèces et leur abondance.

II.2.4.3.1 Indice de Shannon-Wiener (1948) (H') :

L'indice de Shannon permet de calculer le niveau de diversité d'espèces dans un milieu donné. L'indice de Shannon-Wiener est le plus couramment utilisé et est recommandé par différents auteurs (Gray et al, 1992). Il est donné par la formule suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log p_i$$

Où : p_i = abondance proportionnelle ou pourcentage d'importance de l'espèce : $p_i = n_i/N$; S = nombre total d'espèces; n_i = nombre d'individus d'une espèce dans l'échantillon; N = nombre total d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon.

Il est nécessaire de préciser la base du logarithme utilisée [base 2 (la plus courante), base 10, etc...]. L'indice de Shannon permet d'exprimer la diversité en prenant en compte le nombre d'espèces et l'abondance des individus au sein de chacune de ces espèces. Ainsi, une communauté dominée par une seule espèce aura un coefficient moindre qu'une communauté dont toutes les espèces sont codominantes. La valeur de l'indice varie de 0 (une seule espèce, ou bien une espèce dominant très largement toutes les autres) à $\log S$ (lorsque toutes les espèces ont même abondance)

II.2.4.3.2 L'indice d'équitabilité de Pielou (J') :

$$J' = H'/H'_{max}$$

Où : $H'_{max} = \ln S$ (S = nombre total d'espèces)

L'indice d'équitabilité permet de mesurer la répartition des individus au sein des espèces, indépendamment de la richesse spécifique. Sa valeur varie de 0 (dominance d'une des espèces) à 1 (équirépartition des individus dans les espèces). Ces deux indices restent dépendants de la taille des échantillons (Gray et al., 1992).

Chapitre III :

Résultats et discussions

III. Résultats et discussions

III.1 Détermination de la richesse spécifique des différents sites étudiés :

Dans l'ensemble de notre étude, on a remarqué que la frange littorale rocheuse des sites constitue un milieu très riche en faune benthique diversifiée, soumises à des différentes variations écologiques naturelles (mode battu et/ou calme), climatiques et à des perturbations d'origines anthropiques variables d'une station à une autre.

L'inventaire des Macroinvertébrés des stations étudiées montre 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.

Au niveau des trois stations, nous avons pu répertorier 28 espèces au total, soit 16030 individus de la macrofaune benthique, avec un nombre total d'individus de 3536, 6010, 6484 respectivement dans les trois sites Kharouba, Hadjadj et Stidia; ce qui correspond à des dominances de 22,06% ; 37,49% ; 40,45% dans l'ordre (**Fig 11.**). La richesse de ces sites est considérable (dont 27, 26, 28 espèces pour Kharouba, Hadjadj et Stidia respectivement) mais sont bien loin de représenter la richesse faunistique totale existant sur l'étage Médiolittoral, puisque nous avons choisis de travailler que le niveau supérieur de cet étage pendant une courte période qui nous semble insuffisante pour en présenter la richesse de nos côtes.

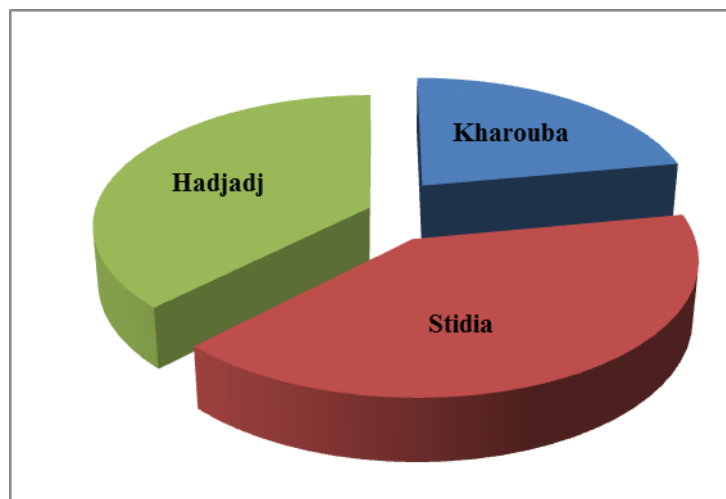


Figure 11 : La distribution de la richesse spécifique en pourcentage des trois sites étudiés.

III.1.1 Le site de Stidia :

Le site de Stidia est caractérisé par une large bande rocheuse allant jusqu'à 15m (vers le large) pour les stations choisies (St1, St2), on retrouvant toute forme de roches, blocs, et galets. 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 28 espèces, soit 6484 individus de la macrofaune benthique. Le graphe (fig 12)...., indique que la distribution des espèces sur le site de Stidia regroupe les quatre groupes zoologiques, dont le plus grand pourcentage d'entre eux revient aux Cnidares 43,42 % suivis par les Arthropodes 23,03 % et les Echinodermes 20,40 % et que la part la plus faible appartienne aux Mollusques avec seulement 13,14 %.

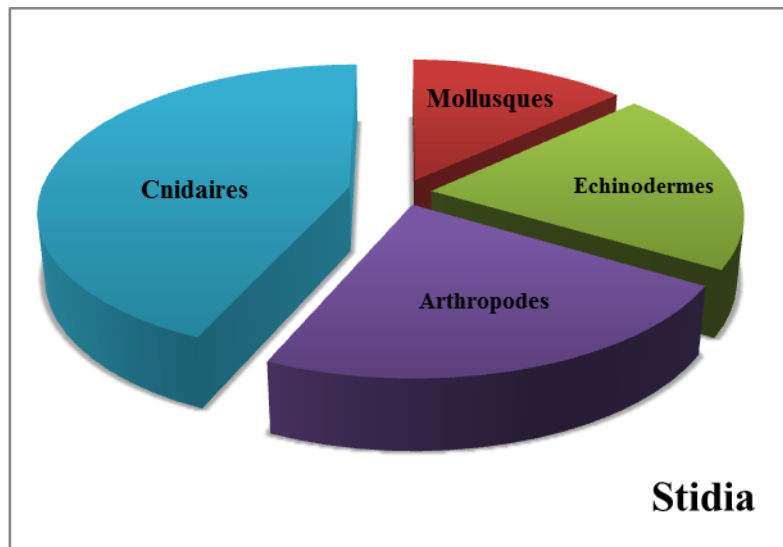


Figure 12 . Principale groupes de la macrofaune benthique du site de Stidia.

a. La station 1 du site de Stidia (S.St1) :

Dans la station 1 de Stidia, la macrofaune du médiolittoral est représentée par 28 espèces et 2165 individus (33,39%). Les spécimens recensés appartiennent aux différents groupes zoologiques suivants : Gastéropodes, Monoplacophores, Cnidares, Crustacés, Echinodermes, Isopodes et Polyplacophore avec des fréquences respectives de 26,74% ; 24,94% ; 19,03% ; 16,30% ; 11,04% ; 01,52% et 0,41% (**Fig 13.**)

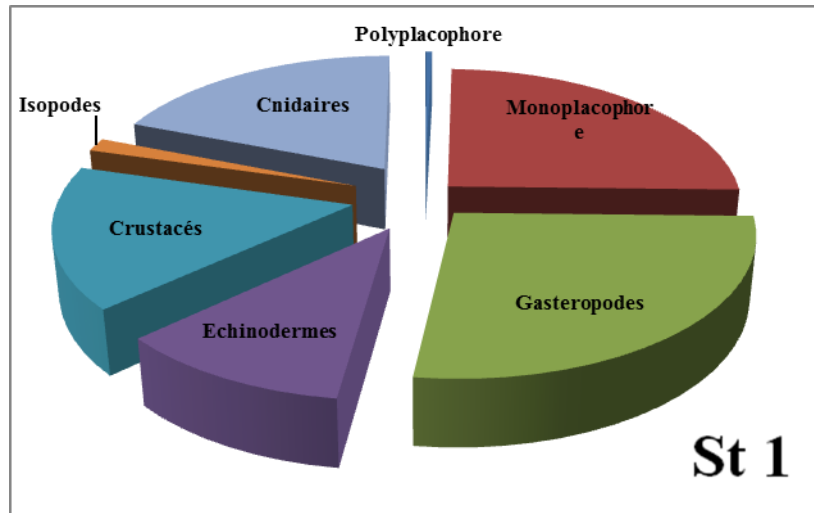


Figure 13 : Diversité zoologique de la macrofaune benthique de la première station de Stidia.

b. La station 2 du site de Stidia (S.St2) :

La station 2 de ce site présente une richesse spécifique de 28 espèces et 4319 individus (d'une dominance de 66,61%). Les grands groupes taxonomiques sont divisés ainsi : Gastéropodes (38,34%), Monoplacophores (30,35%), polyplacophores (02,29%), Echinodermes (11,88%), Crustacés (03,87%), Cnidaires (08,98%) et Isopodes (04,28%) (**Fig 14**).

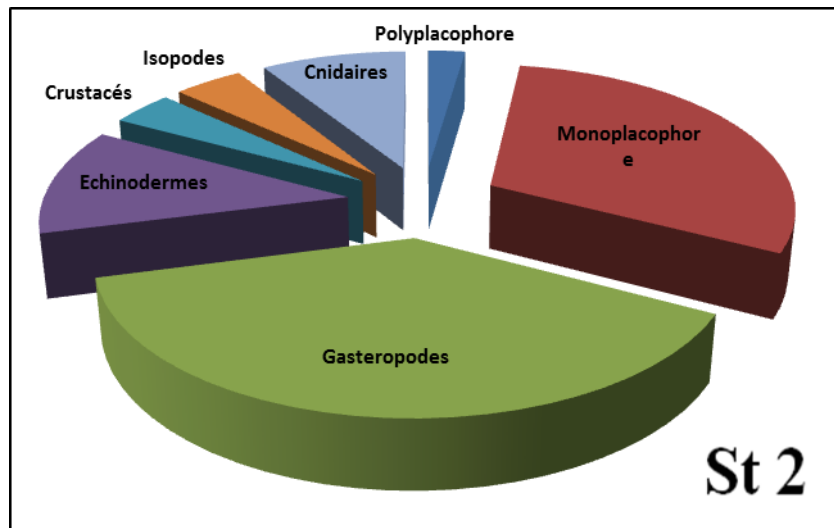


Figure 14 : Répartition des principaux groupes zoologiques de la deuxième station de Stidia.

La répartition de la richesse globale du site de Stidia, montre la présence des cinq groupes zoologiques au niveau des deux stations St1 et St2. Les Mollusques dominent généralement l'aspect biodiversitaire des communautés benthiques du niveau supérieur de l'étage Médiolittoral étudié. Les Mollusques, sont représentées par 18 espèces (Patelles, Prosobranches et Polyplacophores) avec une abondance des patelles (*Diodora sp*: St1 ;

Patella vulgata : St2), et des Gastéropodes (*Cerithium vulgatum* : St1 ; *Thais haemastoma* : St2). Les Gastéropodes sont les plus représentés au niveau de la station 1 par rapport à la station 2 avec une dominance de *Cerithium vulgatum* et *Pisania striata* pour la première station et de *Thais haemastoma* et *Conus ventricosus* pour la station 2.

En revanche, les Echinodermes (03 espèces), sont dominés par les oursins (*Arbacia lixula*, St1 ; *Paracentrotus lividus*, St2) par rapport aux *Holothurians sp.*

Les Arthropodes, représentés principalement par 05 espèces de Crustacés et 02 espèces d'Isopodes, sont dominés par des petits spécimens de : *Clibanarius erythropus* pour la première station et *Porcellana platycheles* en station 2 de Stidia.

Tandis que l'abondance des Cnidaires est en faveur de l'anémone verte *Anemonia Viridis*, avec une légère différence entre les deux stations.

III.1.2 Le site de Kharouba :

Deux stations ont été choisies pour ce site, caractérisées chacune par un substrat rocheux de l'étage médiolittoral supérieur mode battu pour la station 2 et à mode un peu 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. Nous avons répertorié 27 espèces, soit 3536 individus au total sur l'ensemble de nos échantillons et qui sont divisés en quatre groupes : Mollusques, Arthropodes, Echinodermes et Cnidaires (**Fig 15**).

Les résultats obtenus pour le site de Kharouba ont montré une forte présence des Mollusques avec une dominance des Gastéropodes et les Monoplacophores (45% et 19% respectivement), suivi par les Arthropodes dont une dominance nette des Crustacés (14,31%). Tandis que les Echinodermes sont dominés par les oursins (de 9,70% de la totalité de l'abondance des espèces sur ce site) et que les Cnidaires dont les anémones représentent le pourcentage le plus moindre.

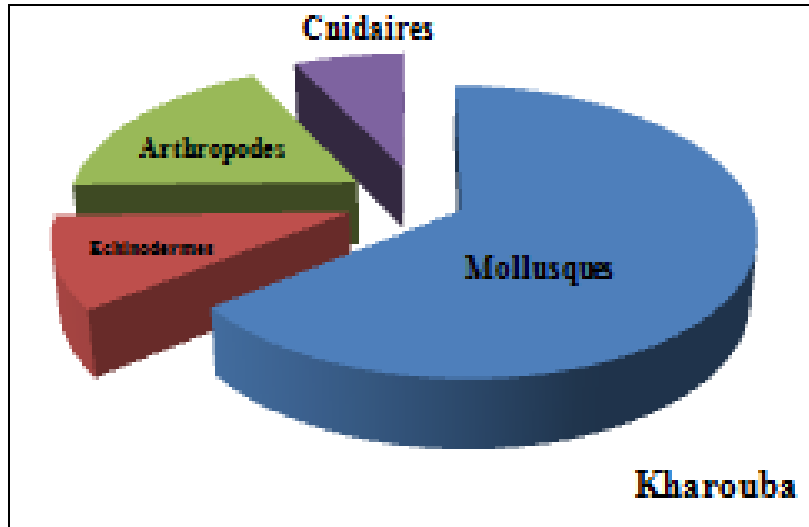


Figure 15 : Principales groupes de la macrofaune benthique du site Kharouba.

b. La station 1 du site de Kharouba (K.St1):

Un total de 1453 individus (soit 41,09 %) est répertorié au niveau de cette station, dont la totalité de la population, est représentée par les Gastéropodes (41,91%), suivis par les crustacés (21,27%), les Monoplacophores (17,48%), et les Echinodermes (09,29%), les cnidaires (07,64%), les Isopodes (02,27%). Tandis que, la station est moins riche en polyplacophores (Fig 16).

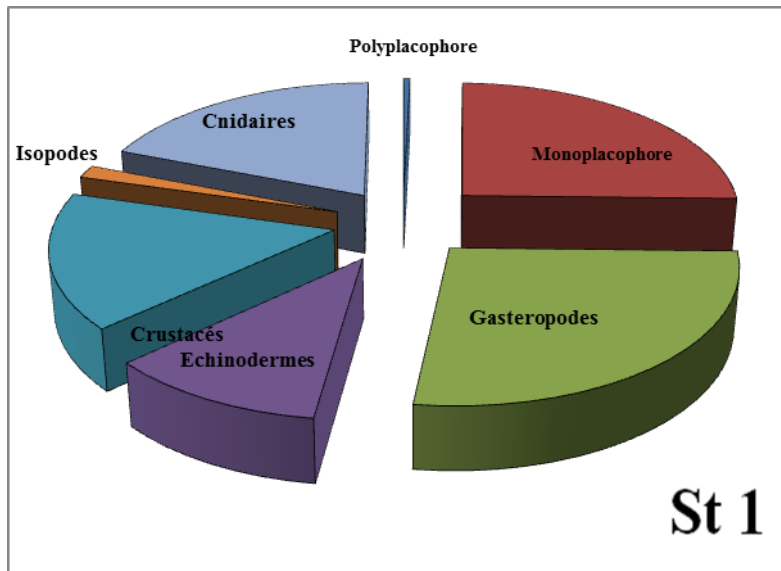


Figure 16 : Répartition des principaux groupes zoologiques de la première station de Kharouba.

c. La station 2 du site de Kharouba (K.St2):

Un total de 2083 individus (soit 58,09%) a été enregistré pour la macrofaune des substrats rocheux de cette station. Ces espèces (d'une richesse de 27) sont réparties inégalement entre les cinq groupes zoologiques recensés (**Fig 17**). Dans cette diversité zoologique, les Gastéropodes dominent avec 47,14%, suivis par les Monoplacophores et les Echinodermes avec une abondance de 20,02% et 11,19% respectivement. Par contre, les polyplacophores présentent seulement 2,30% et la plus faible dominance est marquée.

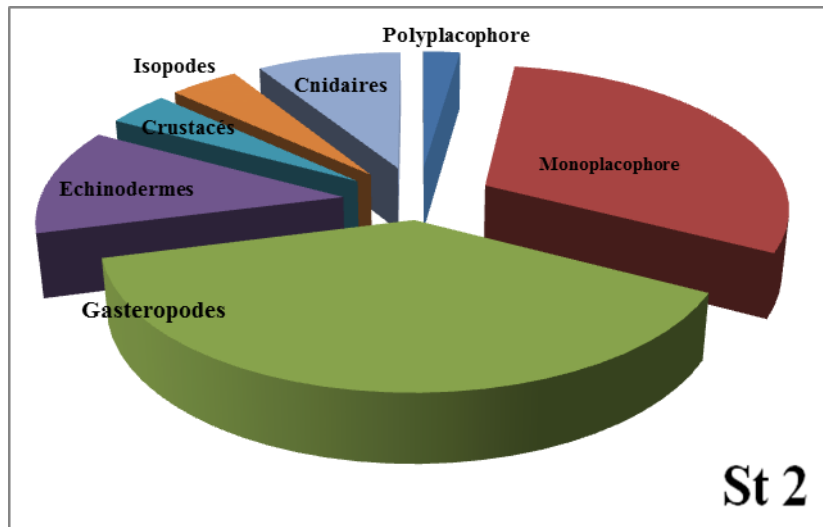


Figure 17 : Répartition des principaux groupes zoologiques de la deuxième station de Kharouba.

Les Mollusques doivent leur grande diversité aux Gastéropodes (Prosobranches) suivis par les Monoplacophores. Pour cette station les Crustacés représentent l'embranchement des Arthropodes avec seulement 4 taxa par rapport à la station précédente (dont 5 taxa).

La répartition de la richesse globale du site de Kharouba pour les deux stations est de 27 espèces, avec une absence de *Patella vulgata* pour la station 1 et de *Clibanarius erythropus* dans la station 1. La dominance des espèces dans la station 2 est plus riche par rapport à la station 1 par les Gastéropodes, les Monoplacophores et les Echinodermes. Alors que, les Crustacés dominent plus la première station et que les autres groupes zoologiques présentent une similitude dans leurs abondances pour les deux stations.

III.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 de données analysés de la population d'invertébrés: 26

espèces ont été identifiés avec 6010 individus, répartis sur les quatre grandes familles : Mollusques, Echinodermes, Arthropodes et Cnidaires, dont leurs dominances : 67,18%, 07,63%, 17,72% et 07,45% respectivement (**Fig 18**).

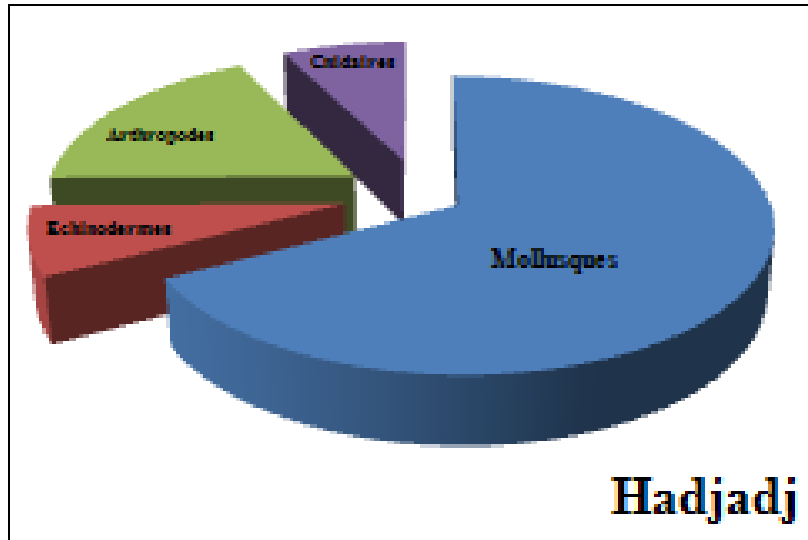


Figure 18 : Principale groupes de la macrofaune benthique du site Hadjadj.

a. La station 1 du site de Hadjadj (H.St1) :

L'analyse du peuplement de la macrofaune des côtes rocheuses de cette station, présente un nombre total de 2336 individus (soit 38,87%), dont les Gastéropodes sont les plus dominants avec une abondance de 40,28%, suivis par les Monoplacophores et les Crustacés (20% et 18,58% respectivement). Les Cnidaires viennent ensuite avec un pourcentage de 11,60%. Tandis que l'abondance la plus faible est celle des Polyplacophores (**fig 19**).

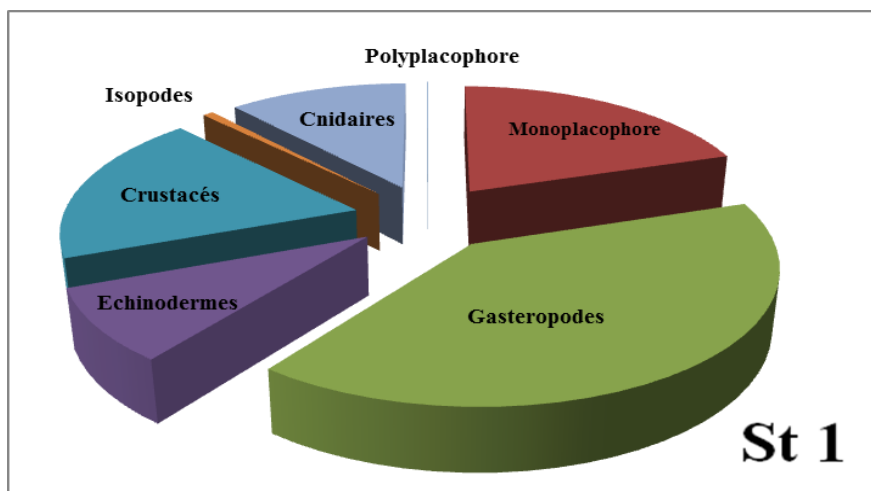


Figure 19 : Répartition des principaux groupes zoologiques de la première station de Hadjadj.

b. La station 2 du site de Hadjadj (H.St2) :

Dans cette station on a pu répertorier 3674 individus (soit 61,13%), parmi les quels les Gastéropodes sont les plus dominants avec un taux de 51,41%. Les autres groupes : Cnidaires (4,87%), Isopodes (0,73%) et Polyplacophores (0,27%) présentent les taux les plus faibles dans cette distribution de la macrofaune benthique. (fig 20)

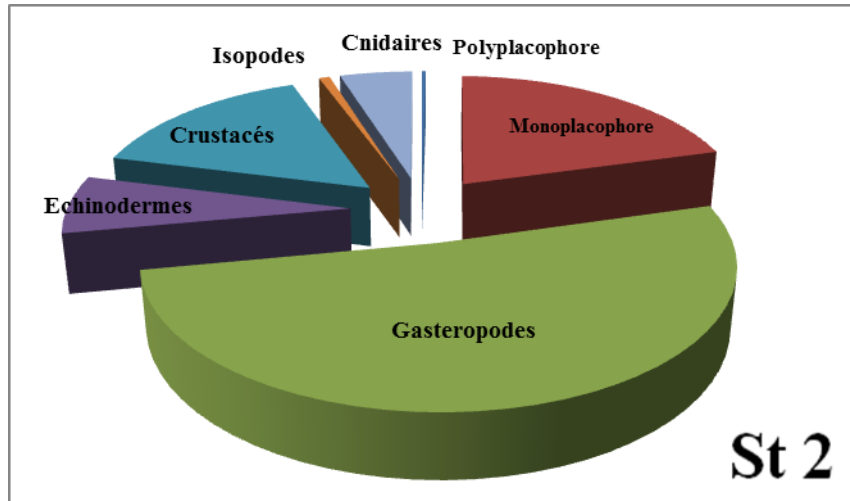


Figure 20 : Répartition des principaux groupes zoologiques de la deuxième station de Hadjadj.

III.2 La diversité spécifique

L’analyse des valeurs des différents indices calculés dans cette étude permet d’estimer avec plus de précision la diversité spécifique des différents sites. 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.

III.2.1 Les indices biologiques de site de Stidia :

Le peuplement est plus diversifié dans la deuxième station avec des valeurs plus élevées, contrairement à la première station du site de Stidia (Tab 1) et (Fig 21).

Tableau 1 : Les différents indices de diversité spécifique des sites et des stations étudiées.

	Stidia		Kharouba		Hadjadj	
	St1	St2	St1	St2	St1	St2
I. Sh (H')	1,198	1,325	1,278	1,308	1,294	1,189
I. E (J')	0,36	0,4	0,39	0,4	0,4	0,36

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 (**Tab2**)

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

Etat du peuplement	Indice d'Equitabilité (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 équilibre	$J' \geq 0,80$

L'indice de diversité de Shannon (H') pour la deuxième station est supérieur par rapport à la première station. Ainsi que la valeur de l'indice de l'Equitabilité (J') pour la station (S.St2) est élevé par rapport à la station (S.St1) mais le peuplement ça reste pour les deux stations en déséquilibre ($0,20 < 0,4 \leq 0,50$) (**fig21**) .

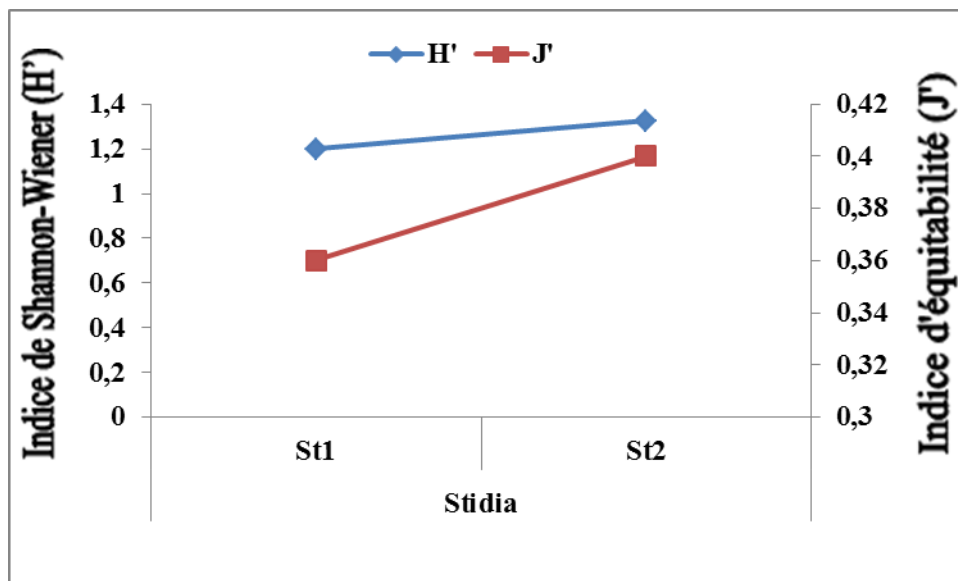


Figure 21 : Répartition des valeurs de l'indice de diversité en fonction des stations de Stidia.

III.2.2 Les indices biologiques de site de Kharouba :

Pour le site de Kharouba, c'est la station 2 qui montre le peuplement macrozoobenthique le plus structuré avec une diversité marquée par une valeur élevée de l'indice de diversité (H') et aussi, bien en équilibre signalé par un indice d'Equitabilité élevé ($0,20 < 0,396 \leq 0,50$). La

station 1 de ce site, indique aussi qu'il y a une dominance des Gastropodes traduit par un faible indice d'Équitabilité ($1,31 \leq J' < 1,33$). (fig 22)

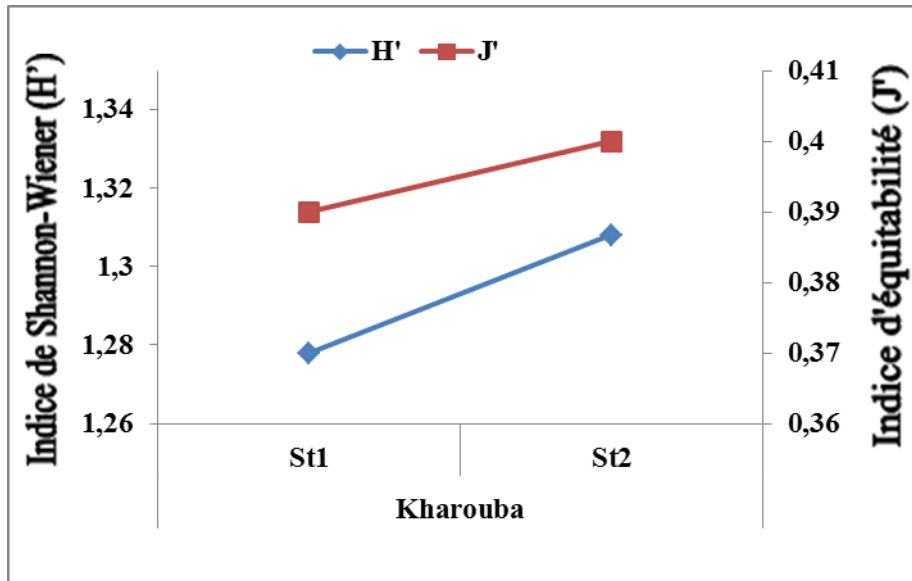


Figure22 : Répartition des valeurs de l'indice de diversité en fonction des stations de Kharouba.

III.2.3 Les indices biologiques de site de Hadjadj :

La faune benthique des côtes rocheuses de la station (H.St1), possède des valeurs plus élevées par rapport à la station (H.St2) concernant l'indice de Shannon-Weaver ($H' = 1,294 > 1,189$) et l'équitabilité ($J' = 0,4 > 0,36$). (Fig 23).

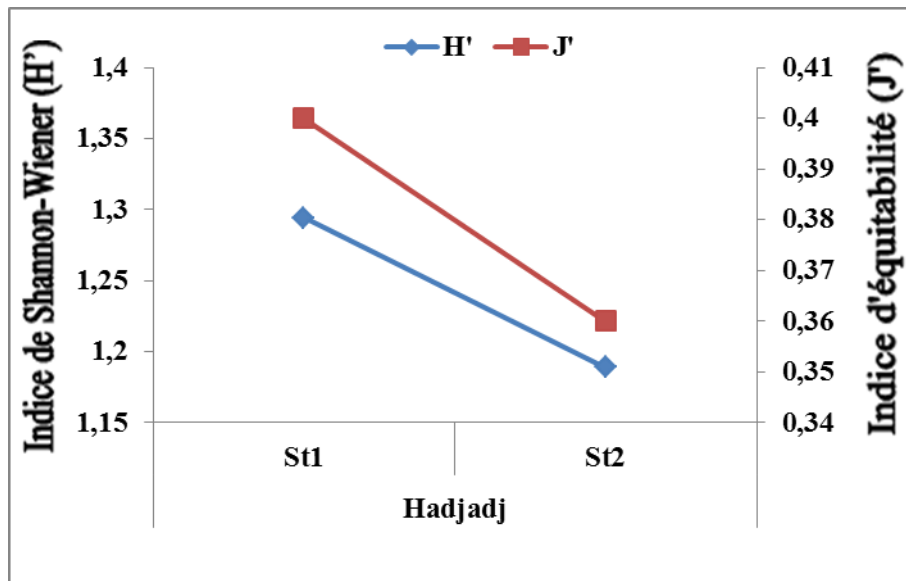


Figure 23 : Répartition des valeurs de l'indice de diversité en fonction des stations de Hadjadj.

III.2.4 Les stations les plus représentatifs :

Pour qu'on puisse comparer les résultats obtenus entre les trois sites, nous avons choisi les stations les plus représentatifs dans chaque site pour que le résultat soit crédible. Nous avons donc pris la deuxième station du site Stidia, la deuxième station du site de Kharouba et la première station du site de Hadjadj.

D'après le tableau 3 et le graph 24, le site de Stidia présente les valeurs les plus élevés en abondance et en richesse spécifique, suivi par le site de Hadjadj par rapport au site de Kharouba. Le site de Stidia est représenté par un totale de 4219 individu avec une richesse spécifique de 28 espèces. Tandis que le site de Hadjadj, malgré qu'il représente une richesse moins (26 espèces) que les autres sites, l'abondance totale est plus élevée que le site de Kharouba. Et que l'indice de Shannon (H') nous indique que le site de Hadjadj est le moins diversifié que les autres sites présenté par une valeur la plus faible. Alors que l'indice de l'équitabilité (J') est le même dans les trois sites et d'après Daget (1979), le peuplement sur les trois sites sont un peu en déséquilibre $0,20 < 0,4 \leq 0,50$.

Tableau 3 Comparaison des valeurs des indices de diversité spécifique et de la richesse du peuplement obtenues dans les sites étudiés choisis.

	Stidia	Kharouba	Hadjadj
	St 2	St 2	St 1
Total	4319	2083	2336
R.S (S)	28	27	26
H'	1,325	1,308	1,294
J'	0,4	0,4	0,4

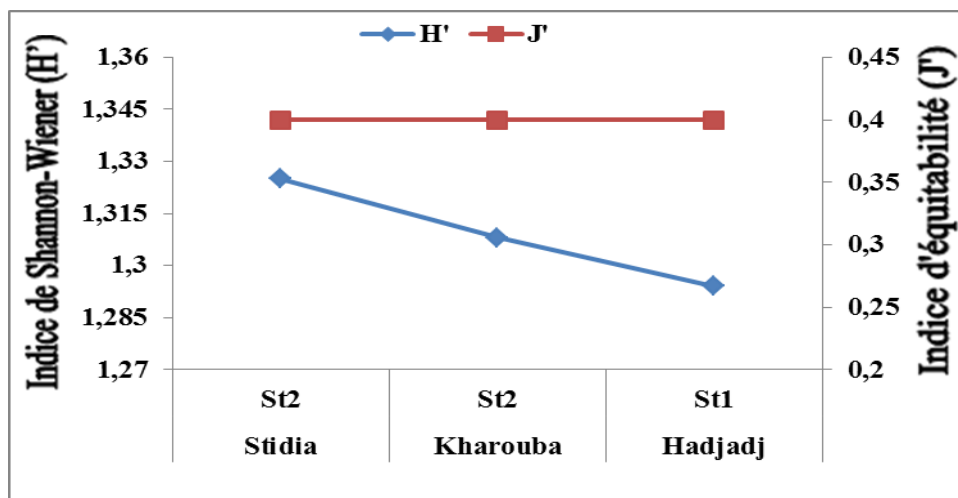


Figure 24 : Répartition des valeurs de l'indice de diversité en fonction des trois stations choisis.

Conclusion

Conclusion :

Le développement côtier et l'artificialisation du littoral augmentent le ruissellement dans l'écosystème des polluants tels que les eaux usées et les déchets solides. Ainsi que, l'agriculture mal gérée près des côtes peut avoir un impact dévastateur en provoquant une baisse de la qualité de l'eau, la prolifération d'algues microscopiques, le développement d'algues macroscopiques, et le déclin des herbiers marins et cela par les sédiments et les nutriments qui sont entraînés par le ruissellement vers les cours d'eau et le milieu marin. L'accumulation de ces impacts peut avoir des effets inattendus et combinés sur la santé de la diversité biologique et sur l'écosystème côtier entiers. (abdulmalak *et al.*, 2010 ; Ghodbani *et al.*, 2015).

En général, la biodiversité spécifique, l'abondance, la production biologique et la distribution spatiale présentent de grandes variations entre sites et dans le temps, et cela en réponse aux différentes variations écologiques et anthropiques exercées sur le milieu (Abdelguerfi., 2003 ; Rosenberg *et al.* 2004 ; Dalton *et al.* 2010, De Young *et al.* 2008 ; Hussein, 2015). La connaissance de ces variations au niveau du littoral de Mostaganem est nécessaire pour la compréhension du fonctionnement des écosystèmes qui y existent.

Le littoral Algérien regroupe un large éventail d'habitats et la biodiversité marine algérienne est considérée parmi les plus élevées du bassin méditerranéen (Beldi, 2012). Et afin de limiter et prévenir la dégradation de cette biodiversité, notre étude a pris place dans la recherche en contribuant à la détermination de la macrofaune de l'étagement du Médiolittoral 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.

La structure quantitative du peuplement benthique des différents sites étudiés, s'organise essentiellement autour des Mollusques avec une dominance des Gastéropodes et des Monoplacophores (patelles), suivis par les Arthropodes dont les Crustacés sont les plus dominants. L'étude de cette distribution macrozoobenthique nous a révélée un résultat presque similaire des deux stations Stidia et Hadjadj par rapport au site de Kharouba à propos de la richesse spécifique et l'abondance de ces espèces recensées.

L'indice de Shannon utilisé ainsi que celui de l'équitabilité, reflètent mieux l'état d'équilibre ou non de la richesse benthique 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 des deuxièmes stations de Stidia et de Kharouba et la première station de Hadjadj. En revanche, les plus faibles valeurs des indices de diversité et d'équitabilité sont obtenues pour la première station de Stidia et la deuxième station de Hadjadj où ces deux zones sont très touchés par l'anthropisation croissante connue sur ces zones.

Par ailleurs, nos résultats restent à être confirmés par un suivi dans le temps et surtout par saison pour qu'on puisse voir le changement sur la répartition de la diversité qui y existe, vu que, les organismes benthiques ayant une durée de vie assez courte, les effets d'une perturbation du milieu disparaissent d'une année sur l'autre. Cette durée de vie reste cependant suffisamment longue pour que les effets des perturbations cumulées sur une saison puissent être observés.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Albakjaji M., 2011.** La pollution de la mer méditerranéenne par les hydrocarbures liée au trafic maritime. Université de PARIS-Est, 298p
- Aubouin J., Doumenge F., Durand-Delga M., 2020.** Méditerranée mer. *Encyclopædia Universalis France*.
- 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.
- Belanger D., 2009.** Utilisation de la faune macrobenthique comme bioindicateur de la qualité de l'environnement marin côtier. Essai de maîtrise d'écologie internationale. Faculté des sciences. Université de Sherbrooke. Québec, Canada, 74 p.
- Bellan-Santini D., Lacaze J.C., Poizat C., ed. 1994.** Les biocénoses marines et littorales de Méditerranée. Synthèse, menaces et perspectives. Collection Patrimoines naturels: Série Patrimoine écologique, 28. Muséum national d'Histoire naturelle: Paris. 245 p.
- Benzait H., 2015.** Contribution à l'évaluation de la biodiversité des Echinodermes de la région côtière de Mostaganem. Mémoire de Magister. Université de Mostaganem. 136 p.
- Berland B., 1996.** Introduction. In: Efflorescences toxiques des eaux côtières françaises, écologie, écophysologie, toxicologie. Berland et Lassus, (eds), IFREMER, p. 9-12
- Bianchi C. N., R. Pronzato R., Cattaneo-Vietti L., Benedetti-Cecchi C., Morri M., Pansini R., Chemello M., Milazzo S., Fraschetti et Terlizzi A. 2004.** Hard bottoms: *Biol Mar Mediterr*, 11(1), p. 185–215.
- Blanchet M. H., 2004.** Structure et fonctionnement des peuplements benthiques du bassin d'Arcachon. Thèse de doctorat. Université Bordeaux I, 226p.
- 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., 2004.** Marine biodiversity in the Mediterranean: status of species, populations and communities. *Scientific Reports of Port-Cros National Park*, 20: 97-146.
- Bouras D., 2007.** Dynamique bioclimatique et morphologique de la zone côtière oranaise (Algérie Nord Occidentale). Thèse de Doctorat de l'Université d'Oran, Algérie, 200p.
- Bouras D., 2009-**patrimoine paysager dans le fonctionnement littoral, Rapports d'intérêts des paysages et des hommes, *Journal le Monde*, N° 1497

Bouras D., 2014 - Ecological and Environmental State of the North-western Algerian Coast. Journal of Scientific Research & Reports 3(11): 1507-1517, 2014.

Coll M., Piroddi C., Steenbeek J., Kaschner K., Ben F., Rais Lasram J., Aguzzi E., Ballesteros C.N., Bianchi J., Corbera T., Dailianis et al., 2010. The biodiversity of the Mediterranean Sea: Estimates, patterns, and threats. PLoS ONE 5(8), e11842. doi:10.1371/journal.pone.0011842

Collignon J., 1991. Ecologie et biologie marines. Introduction à l'halieutique, Masson. Paris, 298p

Dauvin J.C., ed. 1997. Les biocénoses marines et littorales françaises des côtes Atlantique, Manche et Mer du Nord: synthèse, menaces et perspectives. Collection Patrimoines naturels: Série Patrimoine écologique, 28. Muséum national d'Histoire naturelle: Paris. 359 p.

Delahayes D., 2021. La zone côtière et littorale, lieu de confrontation Homme/Océan. <https://www.insu.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/la-zone-cotiere-et-littorale-lieu-de-confrontation-hommeocean>.

Doglioli A.M., 2010. Notes du cours "circulation générale en Méditerranée", Centre de l'Océanologie de Marseille, Université de la Méditerranée, Marseille, France, 55p.

Doré A., Horellou A., Herard K., Touroult J. 2015. Znieff marines. Pratiques et mise en œuvre sur les substrats durs. Rapport SPN 2015 – 47. MNHN, Paris, 55 p.

FAYE M.N.S., 2018. Données sur la biodiversité ichthyologique marine : cas de la baie de Hann et de la Zone Economique Exclusive (ZEE) du Sénégal. Mémoire de Master II en Ecologie et Gestion des Ecosystèmes. Université de Dakar.

Grémare A., 2007. Le macrobenthos : un indicateur de la qualité de l'environnement marin. Écosystèmes aquatiques : ressources et valorisations. Agropolis International, Vol. 6, 68p.

Hemida F., 2005. Les séliaciens de la côte algérienne: Biosystématique des requins et des raies, écologie, re-production et exploitation de quelque populations cap-turées. [The selachians of the Algerian coast: Biosystematics of sharks and rays; ecology, reproduction and exploitation of some captured populations]. Thèse de doctorat d'état, USTHB, Alger, 231 pp.

Hussein K.B., 2007 - Surveillance et évaluation de la qualité de la biodiversité des milieux et des habitats côtiers (cote oranaise, Algérie nord occidentale). Mémoire de Magister, Univ. Es Sénia, Oran, Algérie, 97 p.

Hussein K.B., 2014. Suivi et évaluation de la structure écologique et biodiversitaire infralittorale de la zone côtière oranaise. Thèse de doctorat. Université d'Oran. 252p.

Kacemi M., 2008. La loi de protection et de valorisation du littoral en algérie : 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 à travers les bioindicateurs de la macrofaune benthique. Université de Mostaganem. Mémoire de Master.

Kellher G., 1995. A global representative systems of marine protected areas. The great barrier reef marine park authority. The ru CN Gland .Suisse. p79-81.

Kies F., 2012. Modélisation statistique de la pêche de Mostaganem et des flux de nutriments (N, P, Si) de l'Oued Chélif pour la mise en oeuvre d'une gestion Ecosystémique de la Côte Ouest Algérienne (Mostaganem). Mémoire de Magister. Université de Mostaganem.

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.

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. 7^{ème} 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).

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.

Murray S. N., Ambrose R. F. A., Dethier M. N., 2006. Monitoring rocky shores. Univ of California Press. Berkeley, CA, 220 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, Université de Mostaganem.

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.

Ramade F., 2009. Dictionnaire encyclopedique des sciences de la nature et de la biodiversite. Dunod, Paris, 737 p.

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.

Rochelet B., 2015. Seconde mention de *Sepiana sepium* (Yersin, 1854) en Charente-Maritime (17) (Orthoptera, Tettigoniidae). Pages 89-90.

Sergent G., 2014. La biodiversité marine, cette belle inconnue. Agence française pour la biodiversité. 1 p.

Talaue-McManus L., 2002. Global change in the coastal zone: the case of Southeast Asia. In: Steffen W., Jager J., Carson D.J., Bradshaw C. (eds) Challenges of a changing Earth: proceedings of the global change open science conference Amsterdam, The Netherlands 10–13 July 2001. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, pp 101–105.

UNEP., 2011. Projet de Déclaration de Manille sur le progrès de la mise en œuvre du programme d'action mondial pour la protection du milieu marin contre la pollution due aux activités terrestres. UNEP/GPA/IGR.3/5., 23p.

Wilkinson C., 2000. Status of coral reefs of the world: 2000. Global coral reef monitoring network. Australian Institute of Marine Science, Townsville.

Sites internet:

<https://www.aquaportail.com/definition-1140-littoral.html>

<https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/oceanographie-etage-mediolittoral-12659/>

<https://www.vetofish.com/definition/zone-cotiere>

LISTE DE LA MACROFAUNE BENTHIQUE DU SUBSTRAT DUR

MOLLUSQUES

*Monoplacophores (patelles)

Patella vulgata (Linnaeus, 1758)

Patella nigra (da Costa, 1771)

Patella caerulea (Linnaeus, 1758)

Patella ferruginea (Gmelin, 1791)

Siphonaria pectinata (Linnaeus, 1758)

Diodora graeca (Linnaeus, 1758)

Patella intermedia = *Patella depressa* (Pennant 1777)

*Polyplacophores

Chiton sp

*Gastéropodes

/Gastéropodes (Prosobranches)

Littorina sp

Gibbula umbilicalis (da Costa 1778)

Gibbula divaricata (Linnaeus, 1758)

Conus ventricosus (Gmelin, 1791)

Columbella rustica (Linnaeus, 1758)

Cerithium vulgatum (Bruguière, 1792)

Pisania striata (Gmelin, 1791)

Thais haemastoma (Linnaeus, 1767)

/Gastéropodes (Opistobranches)

Aplysia fasciata (Poiret, 1789)

ECHINODERMES

Paracentrotus lividus (Lamarck, 1816)

Arbacia lixula (Linnaeus, 1758)

Holothuries sp : *Holothuria tubulosa* (Gmelin, 1788);

Holothuria forskali (Delle Chiaje, 1823)

ARTHROPODES

***Crustacés**

Carcinus maenas (Linnaeus, 1758)

Pachygrapsus marmoratus (Fabricius, 1787)

Eriphia verrucosa (Forsskal, 1775)

Porcellana platycheles (Pennant, 1777)

Clibanarius erythropus (Latreille, 1818)

***Isopodes**

Dynamene bidentata (Adams, 1800)

Idotea sp

CNIDAIRES

Anémone verte : *Anemonia viridis* (Forskal, 1775)

Tomate de mer : *Actinia equina* (Linnaeus, 1758)