



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem - Faculté SNV
Département des Sciences de la Mer & de l'Aquaculture

Mémoire de fin d'études

Présenté par

Ouadi Soumia & Maamar Amel

Pour l'obtention du diplôme de

Master en Hydrobiologie Marine et Continentale

Spécialité : Bio-Ressources Marines

Thème

**Étude du substrat marin meuble de la Côte Est de
Mostaganem :
Endofaune, Matière organique et Calcimétrie**

Soutenu publiquement le 17/09/2018

Devant le Jury

Président Dr.B. BOUIAD JRA
Benabdallah

Examinateur M. Tahar FERAH
r M. Nasr-Eddine TAIBI
Encadreur

MCA, Université de Mostaganem

MAA, Université de Mostaganem
PR, Université de Mostaganem

Session Septembre 2018



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem - Faculté SNV
Département des Sciences de la Mer & de l'Aquaculture

Mémoire de fin d'études

Présenté par

Ouadi Soumia & Maamar Amel

Pour l'obtention du diplôme de

Master en Hydrobiologie Marine et Continentale

Spécialité : Bio-Ressources Marines

Thème

**Étude du substrat marin meuble de la Côte Est de
Mostaganem :
Endofaune, Matière organique et Calcimétrie**

Soutenu publiquement le 17/09/2018

Devant le Jury

Président Dr.B. BOUIAD JRA
Benabdallah

MCA, Université de Mostaganem

Examinateur M. Tahar FERAH
r M. Nasr-Eddine TAIBI

MAA, Université de Mostaganem
PR, Université de Mostaganem

Encadreur

Remerciements

Nous exprimons nos profonds remerciements à notre encadreur, Dr TAIBI Nasr-Eddine pour l'aide compétente qu'elle nous a apportée, pour sa patience et son encouragement à finir ce travail.

Ensuite nous tenons à remercier le Chef département M. BALBACHIR Nour-Eddine de Département de science de la mer.

Nous remercions également les membres de jury Dr BACHIR BOUIADJRA MCA et M.FARAH Tahar MAA pour nous avoir fait le plaisir d'accepter d'être les examinateurs de notre travail.

Enfin un grand merci à toute personne ayant contribué de près ou de loin dans l'élaboration de ce mémoire surtout les membres de laboratoire et tout l'équipe et à tout le personnel de l'université de Mostaganem.

Liste des figures

figure	Titre	Page
01	Carte de la zone d'étude plage de Hadjadj I et II.	4
02	Prélèvement de l'échantillon à l'aide d'une benne preneuse de type ECKMAN	5
03	Rinçage du sédiment par l'eau de la mer	6
04	Prélèvement des fragments à l'aide	7
05	Récupération des fragments	7
06	Détermination des espèces	7
07	L'identification des espèces à l'aide de clefs détermination.	7
08	étape 1 : A : passage du sédiment humide ; B : échantillons de sédiments prêts pour le séchage ; C : Broyage des sédiments	10
09	Etape 2 : D : détermination de la masse du sédiment sec pour l'opération de tamisage ; E : ; F : refus récupérés dans des boites et fermé par aluminium.	11
10	Pese les cruset	12
11	peses les creuset dans le four	12
12	Creusets après calcination à 550° C.	12
13	calcule pourcentage à l'aide d'ordinateur	12
14	Calcimétrie (détermination du taux de carbonates dans le sédiment)	13
15	équilibre des niveaux l'ampoule et le tube graduée	14
16	Attaque de l'échantillon l'acide chlorhydrique en renversant Erlenmeyer préalablement fermé.	14
17	Espèce Turritella communis	20
18	Espèce Tellinapulchella(Lamarck, 1818).	20

19	Espèces tube polychètes (Non identifiés).	20
20	Répartition des taxons par embranchement à 06.85m de profondeur	21
21	Répartition des taxons par embranchement à 16.80m de profondeur.	21
22	Répartition des taxons par embranchement à 30.50m de profondeur.	21
23	Répartition des taxons par embranchement à 36.10m de profondeur.	22
24	Répartition des taxons par embranchement à 8. 30m de profondeur.	22
25	Répartition des taxons par embranchement à 43m de profondeur.	22
26	Répartition des taxons par embranchement à 23.50m de profondeur.	23
27	Répartition des taxons par embranchement à 20.10m de profondeur.	23
28	Répartition des taxons par embranchement à 12.20m de profondeur.	23
29	Représentation graphique de la richesse spécifique concernant les deux sites de prélèvements : Hadjadj I (bleu hachuré) et HadjadjII (bleu foncé).	25
30	Représentation graphique de l'Indice de Shannon et Weaver (H') concernant les deux sites de prélèvement Hadjadj I (orange claire hachuré) et Hadjadj II (bleu hachuré)	26
31	Représentation graphique de l'Indice d'équitabilité de Pielou(J') concernant les deux sites d'étude Hadjadj I (bleu hachuré) et Hadjadj II (bleu foncé).	26
32	Évolution des taux de matière organique dans les différents sites	32
33	Évolution des taux de matière organique dans le site Hadjadj I	33
34	Évolution des taux de matière organique dans le site Hadjadj II	33

Liste destableaux

Tableau	Titre	Page
01	Les codes des stations de prélèvement et leurs profondeurs	5
02	Paramètres mesurés et calculés (Picard, 1965)	8
03	masse des échantillons du sédiment humide Hadjadj I	10
04	masse des échantillons du sédiment humide Hadjadj II	10
05	Teneur de carbonate dans un sédiment	13
06	Nature des sédiments de la plage submergée de Hadjadj I	15
07	Nature des sédiments de la plage submergée de Hadjadj II	15
08	Classification des diamètres des grains	16
09	les espèces et les individus des différents groupes zoologiques identifiées dans 770g des sédiments à 16.80 m de profondeur.	17
10	les espèces et les individus des différents groupes zoologiques identifiées dans 770g des sédiments à 6.85m de profondeur.	17
11	Les espèces et les individus des différents groupes zoologiques identifiées dans 770g des sédiments à 30.50 m de profondeur.	18
12	Les espèces et les individus des différents groupes zoologiques identifiées dans 770g des sédiments à 36.10 m de profondeur.	18
13	les espèces et les individus des différents groupes zoologiques identifiées dans 770g des sédiments à 8.30 m de profondeur.	18
14	les espèces et les individus des différents groupes zoologiques identifiées dans 770g des sédiments à 43 m de profondeur.	19
15	les espèces et les individus des différents groupes zoologiques identifiées dans 770g des sédiments à 23.50m de profondeur.	19
16	les espèces et les individus des différents groupes zoologiques identifiées dans 770g des sédiments à 20.10 m de profondeur.	19

17	les espèces et les individus des différents groupes zoologiques identifiés dans 770g des sédiments à 12.20m de profondeur.	19
18	les indices de diversité des espèces dans les deux sites d'étude.	25
19	Granulométrie des échantillons de sédiment Hadjadj I	28
20	Granulométrie des échantillons de sédiment Hadjadj II	28
21	Détermination du taux de carbonates dans les fractions <50, 50, 80 et 100 microns du sédiment de Hadjadj I	30
22	du taux de carbonates dans les fractions <50, 50, 80 et 100 microns du sédiment de Hadjadj II.	30
23	Ce tableau résume le taux de matière organique (%)	32

Sommaire

Remerciement

Dédicace

Liste des figures et des tableaux

Chapitre I

Résumé.....1

Introduction2

Chapitre I : 2. Matériel et méthodes

2.1 .Côte Ouest algérienne (fonds meubles et peuplement benthique).....3

2.2. Zone d'étude3

2.2.1. Présentation de la zone d'étude (Mostaganem).....3

2.2.2. Description du site de Hadjadj I et II3

2.2.3 La commune est divisée en trois parties.....4

2.3. Prélèvements et traitement des échantillons.....4

2.3.1. Prélèvements et profondeurs.....5

2.3.2Conditionnement et traitement des échantillons.....6

2.3.3. Analyse faunistique6

a) Indice de Shannon et Weaver (H')	8
b) L'indice d'équitabilité de Pielou	9
2.4. Analyse granulométrique	9
2.5. Taux de la matière organique	11
2.6. Calcimétrie (détermination du taux de carbonates)	12

Chapitre 3 : Résultats et Discussions

3.1. Biodiversité	15
3.1.1. Description des sédiments	15
3.5. Identification	17
3.2. Granulométrie	28
3.3. Calcimétrie	29
3.4. Matière organique	32

Chapitre 4 : Conclusion

Conclusion	35
Références bibliographiques	36

Annexe

Résumé

L'étude a été menée avec l'objectif de d'identifier les espèces composant la faune benthique vivant à l'intérieur du substrat meuble des fonds marins de Hadjadj. La nature du sédiment a été également déterminée à travers la granulométrie, la teneur en carbonates (calcimétrie) et le taux de matière organique. Neuf échantillons ont été prélevés entre 6.8 et 43 m de profondeur à l'aide d'une benne à sédiment à partir d'une embarcation. Tous les échantillons prélevés dans les deux sites (Hadjadj I et Hadjadj II) présentent des espèces communes, telles que celles appartenant au groupe des Gastéropodes (*Buccinidae rafinesque* et *Turritella communis*) et celles formant partie du groupe des Annélides (*Hyalinoecia tubicola* et *Nephtys spp.*). Le sédiment marin de Hadjadj I est composé d'espèces formant des communautés biologiques dominées par le bivalve *Tellina radiata* (Linnaeus, 1758) avec un nombre d'individus élevé. Les espèces *Buccinidae rafinesque* et *Turritella communis* ont été identifiées dans un sédiment homogène et grossier prélevé à plus de 30,5 m de profondeur ainsi que dans du sable fin à des profondeurs moins importantes. *Tellina radiata* a été identifié dans un sédiment riche en limons (silts) provenant de 16,80 m de profondeur. Les groupes taxonomiques les plus représentés dans le site Hadjadj I sont les Gastéropodes (28%), les Bivalves (27%) et les Polychètes (38%), moins diversifiés. Dans les échantillons prélevés dans les fonds de Hadjadj II, les groupes taxonomiques les plus représentés sont les Gastéropodes (15%), les Bivalves (29%) et les Polychètes (40%).

Les résultats de la granulométrie montrent que la fraction 0,1 mm (100 µm) prédomine dans le substrat dans la majorité des échantillons. Pour le site de Hadjadj I, le taux de carbonates varie entre 65 et 73%, respectivement entre les profondeurs 6 et 30 m. Hadjadj II présente des taux de carbonates compris entre 45 et 79% (profondeurs comprises entre 8 et 43 m). Ces fortes concentrations sont dues, entre-autres, à la présence de fragments résultant de l'érosion de coquilles, squelettes, carapaces, etc. La matière organique est plus concentrée dans le sédiment de Hadjadj I (10,55% à 30,50 m de profondeur) et celui de Hadjadj II (27,14% à 23,25 m). Un gradient croissant a été noté : le taux de matière organique augmente avec la profondeur pour les deux sites.

1. Introduction

L'étude de la faune macro-benthique ainsi que la biodiversité qu'elle peut représenter sont un excellent outil révélant l'état de santé des écosystèmes se situant à l'interface eau-sédiment. Selon les conditions écologiques, les organismes et communautés benthiques se révèlent être particulièrement adaptés à la qualité du milieu dans lequel ils se développent (Pearson & Rosenberg, 1978 ; Gray & Pearson, 1982 ; Warwick, 1986 ; Dauer, 1993). L'endofaune étant sédentaire, ne peut fuir les perturbations écologiques qui peuvent régner au niveau de son habitat. Contrairement aux espèces mobiles, tels que les poissons, l'endofaune permet de donner une illustration précise des conditions du site où les communautés biologiques se sont développées et où elles ont été prélevées. Ces communautés étant composées de différentes espèces, donc présentant des sensibilités écologiques différentes, réagissent différemment aux perturbations du milieu.

Selon Pérès & Picard (1964), la connaissance qualitative des biocénoses de la Mer Méditerranée (substrats meubles et durs) et la notion d'étagement des formations benthiques sont fondamentales pour décrire les biocénoses benthiques et des espèces associées, ainsi que les caractéristiques de chacune d'elles. En se basant sur la connaissance qualitative des biocénoses, il est possible de réaliser une liste de référence des types d'habitats marins de la Méditerranée (Glémarec et Bellan-Santini, 2001).

Objectifs de l'étude

Au niveau du Département des Sciences de la Mer et de l'Aquaculture, quelques travaux de mémoire de fin d'étude ont été réalisés sur la nature du sédiment des fonds marins et des plages de la région de Mostaganem. D'autres travaux ont cerné la biodiversité en relation avec le type de substrat marin (herbiers de *Posidonia oceanica* ; Endofaune des substrats meubles). Dans ce contexte, des sites, tels que Stidia, Salamandre et Petit Port, ont été explorés à de faibles profondeurs (2 à 7 m). La présente étude s'est centrée, d'une part, sur les peuplements benthiques de la côte de Mostaganem, encore mal connus, évoluant sur (Épifaune) ou à l'intérieur du sédiment (Endofaune), à de plus grandes profondeurs (jusqu'à 43 m). D'autre part, la qualité du sédiment a été déterminée par la granulométrie, la teneur en carbonates (calcimétrie) et le taux de matière organique.

2. Matériel et méthodes

2.1. Côte Ouest algérienne (fonds meubles et peuplement benthique)

Les fonds marins de la côte Mostaganem sont relativement plats, sableux est surtout vaseux. La côte Ouest Algérienne est caractérisée par des sédiments calcaires qui longent la plate-forme littorale et le rebord continental spécifiquement dans la baie d'Oran et ses abords, par contre le sédiment siliceux est à peine présente (Leclaire.L., 1972). Des îles Habibas au Cap Falcon, les fonds sont de nature sablonneux, vaseux par endroit, coquilliers et parsemés par de nombreuses roches. On distingue deux type de sables le long du Cap Falcon au Cap de l'Aiguille les sables de la plate-forme continentale et les sables du rebord. Ils sont caractérisés et principalement formés d'algues (lithothamniées) et de coquilles fréquemment incrustées de glauconie (Boutiba, 1992). Selon (Maurin et Boutiba., 1992), l'Ouest Algérien se caractérise par des fonds marins argileux siliceux du Cap Noé jusqu'aux îles Habibas.

2.2. Zone d'étude

2.2.1. Présentation de la zone d'étude (Mostaganem)

La wilaya de Mostaganem est située sur le littoral Ouest du pays, elle dispose d'une façade maritime de 124 km. Le Chef-lieu de la wilaya est situé à 365 km à l'Ouest de la capitale. La wilaya de Mostaganem est limitée : A l'Est par les Wilayas de Chlef et Relizane ; Au Sud par les Wilayas de Mascara et Relizane ; A l'Ouest par les Wilayas d'Oran et Mascara ; Au nord par la Mer Méditerranée (*Direction de l'environnement, 2010*).

2.2.2. Description du site de Hadjadj I et II

Les deux sites Hadjadj I est centré sur 36° 9' 31.7" N/ 0° 16' 38.98"E et Hadjadj II sur (36° 10' 41.10"N/ 0° 18' 25.50"E) est à une distance d'environ 40 Km au Nord-est de la ville de Mostaganem (Coordonnées géographique : 36° 08' N / 1° 80' E).

Situé entre deux embouchures, notamment celles de l'oued Chélif et de l'oued Abid (Fig. 1). Ce site présente une zone sableuse ouverte vers le Nord exposée totalement au vent dominant Nord-Est et qui se caractérise par la présence d'un système dunaire vierge à l'état naturel (*Echium rauwolfii Delile, 1813*). Est une plage sablonneuse, d'une longueur de 8000 m, se situant à 25 Km à l'Est de Mostaganem (Fig. 1) très fréquentée en période estivale où échouent des embarcations de petits métiers, signes forts annonciateurs de l'expansion de

l'espèce invasive *C.racemosa*(Bouiadjra). Le site de Hadjadj est situé à environ 10 Km de la ville Hadjadj, qui compte environ 18.000 habitants (source : www.citypopulation.de2012). Cette région constitue une zone agricole par excellence (principalement la vigne et la culture maraichères) depuis l'ère coloniale.

(<https://www.judaicalgeria.com/medias/files/info-553-mostaganem.pdf>. 06/06/2018)

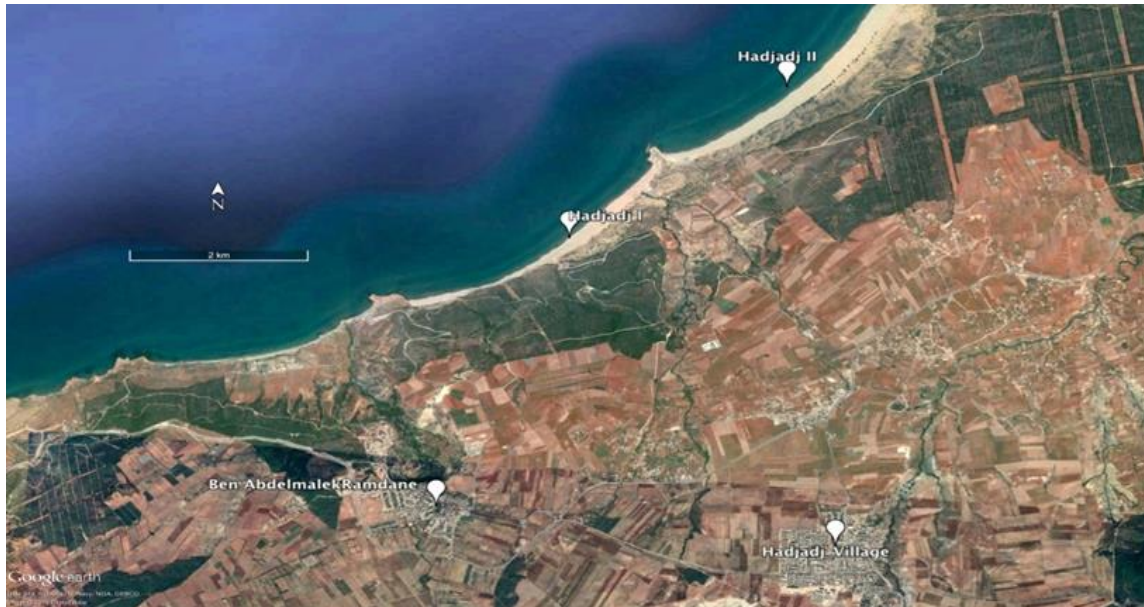


Fig. 1: Carte de la zone d'étude plage de Hadjadj I et II.

2.2.3. Commune divisée en trois parties

Le plateau littoral Nord-est, est une partie montagneuse couverte de forêts et de broussailles et un plateau vallonné au centre. Il existe une frange de territoire au Nord, riche et prospère. Au Sud, la région est montagneuse et déshéritée. Les terres, présentant une légère inclinaison vers la mer, donnent une succession de coteaux propices à la culture et à la vigne. Les forêts de Chouachi et d'Oued Bourahma sont régies par les services de la conservation des eaux et zones de Mostaganem. Les principales essences de ces zones sont : le pin d'Alep, l'eucalyptus, le thuya, le genévrier et le pin pignon.

(https://jeanyvesthorriagnac.fr/wa_files/info_385_20Bosquet.pdf. 06/06/2018)

2.3. Prélèvements et traitement des échantillons

2.3.1. Prélèvements et profondeurs

Les prélèvements ont été effectués début de mai dans les fonds marins des plages de Hadjadj I et II. Échantillonner le benthos à l'aide d'une benne construite localement par le Dr. N.TAIBI (Fig. 2). Selon les spécifications du modèle de la benne Eckman. La benne est envoyée au fond de la mer à l'aide d'une corde et à partir d'une embarcation ; Elle permet l'échantillonnage de 2 à 3 kg de sédiment selon la consistance de ce dernier.

Il y a 3 prélèvements effectués à Hadjadj I à des profondeurs comprises entre 6.85 m, et 30.50 m ; 6 prélèvements effectués à Hadjadj II entre 12.20 m, et 43 m (Tab. 1).

Tab. 1: Les codes des stations de prélèvement et leurs profondeurs

Site	Code	Profondeur (m)
Hadjadj I	001-7	16.80
	003-8	6.85
	009-45	30.50
Hadjadj II	002-9	36.10
	004-40	8.30
	005-10	43
	006-43	23.50
	007-11	20.10
	008-12	8.30



Fig. 2: Prélèvement de l'échantillon à l'aide d'une benne preneuse de type ECKMAN

2.3.2 Conditionnement et traitement des échantillons

Le contenu entier (1 - 3 kg de sédiment) de la benne est déversé dans une boîte en plastique fermante portant toutes les indications relatives à chaque station (numéro de la station, zone d'étude et date du prélèvement). Tous les prélèvements sont transportés au laboratoire juste après la sortie en mer. À l'aide de la loupe binoculaire, les échantillons sont décrits selon leur aspect, couleur, homogénéité/hétérogénéité et texture.

2.3.3. Analyse faunistique

Afin de séparer la faune du sédiment de 770 g max. d'échantillon humide ont été rincés avec environ 5 à 8 litre d'eau de mer à l'intérieur d'un tamis dont la fraction est 1 mm (Fig. 3). Le reste des échantillons a été codifié et archivé. Après le rinçage, A l'aide d'une fine pince (Fig. 4), le tri de la macrofaune se réalise en séparant les espèces en groupes zoologiques distincts (Mollusques, Annélides, Fig. 5).

Les espèces récoltées sont conservées dans des boîtes contenant de l'eau de mer pour être identifié plus tard. Au laboratoire, toute la faune récoltée est conservée dans l'eau de mer. Ces espèces. A étaient conservés dans l'eau salée (l'eau de mer).



Fig. 3 : Rinçage du sédiment par l'eau de la mer



Fig. 4 : Prélèvement des fragments à l'aide d'une petite pince.



Fig. 5 : Récupération des fragments (carbonatés) d'une

Après on détermine les espèces (Fig.6). La détermination s'effectue sous la loupe binoculaire. L'identification se fait jusqu'au rang de l'espèce avec un comptage du nombre d'individus par espèce et prendre des photos de chaque espèce, ce qui permet de dresser les listes faunistiques à l'aide d'une clef de détermination. (Fig. 7).



Fig. 6 : Détermination des espèces.



Fig. 7 : Identification des espèces à l'aide de clefs de détermination.

Les caractéristiques analytiques renseignent sur l'importance, la place et l'influence d'une espèce au sein d'un peuplement. Les données recueillies sont traitées en utilisant la méthode de Picard (1965), seule la densité n'a pas été prise en considération. L'étude de la faune associée nécessite une détermination de certains paramètres (Tab. 4), qui sont :

Tab. 2: Paramètres mesurés et calculés (Picard, 1965)

La richesse spécifique	C'est le nombre total d'espèces (Taxons) présentes dans le prélèvement
Abondance	C'est le nombre d'individus d'une espèce récoltés dans le prélèvement considéré.
Dominance	<p>C'est l'abondance d'une espèce par rapport à l'abondance totale des individus de toutes les espèces du prélèvement. La dominance est exprimée en pourcentage.</p> $Da = \frac{Na}{Na + Nb + \dots + Nn} * 100$ <p>Da : dominance de l'espèce « a » ; Na : abondance de l'espèce « a » ; Na, Nb, ... Nm : somme des abondances des espèces « a, b, ... n » du prélèvement</p>

a) Indice de Shannon-Wiener (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 :

Pi = 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 codominances. 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).

b) L'indice d'équitabilité de Pielou

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

$H'_{max} = \ln S$ (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 (équitartition des individus dans les espèces). Ces deux indices restent dépendants de la taille des échantillons (Gray *et al.*, 1992).

2.4. Analyse granulométrique

Pesé récipient vide et tare sur la balance. À l'aide de spatule, prendre 250 g (il y a quelque échantillon plus ou moins de 250 g) (tableau 2) et (Tableau 3) de sédiment humides a la boîte en plastique de chaque échantillon un récipient représentatif ont été pesé à l'aide d'une balance électronique dont la précision de 0.01 g. Chaque échantillon de sédimentant pesé dans un récipient avec étiqueté pour entrer dans l'étuve à 80 °C pendant 24h. Après le séchage, il y a quelque 'échantillon est dissocié manuellement parce que difficile et posé dans un mortier et pilon pour broyer de sédiment que transformer en (Fig. 8) Ensuite ; mesure l'échantillon de la masse sèche avant tamisage. Vers échantillon dans une colonne de 7 tamis (2 mm ; 1 mm ; 0.2 mm ; 0.1 mm ; 0.08 mm ; 0.05 mm ; <0.05 mm) à l'aide la tamiseuse AS 200 pendant 20 min a 40 vibrations /seconde. Le refus, on mettre chaque tamis sur papier pour la remarque les fragments et la couler de sable ajouter dans récipient pour mesure l'échantillon sur la balance

analytique pour noter la masse sèche après tamisage et verser chaque refus dans une boîte fermante portant une étiquette indiquant le groupe zoologique et le numéro de la station (Fig. 9) pour la détermination du taux de matière organique et détermination de carbonates.

Tab. 3: masse des échantillons du sédiment humide Hadjadj I

Échantillon	Masse humide (g)	Masse sèche (g)
001-7	250.12	188.60
003-8	250.12	190.90
009-45	250.04	172.15

Tab. 4: masse des échantillons du sédiment humide Hadjadj II

Échantillon	Masse humide (g)	Masse sèche (g)
002-9	250.02	178.56
004-40	250.01	181.63
005-10	250.01	176.71
006-43	240.02	179.55
007-11	250.03	186.60
008-12	250.04	190.92

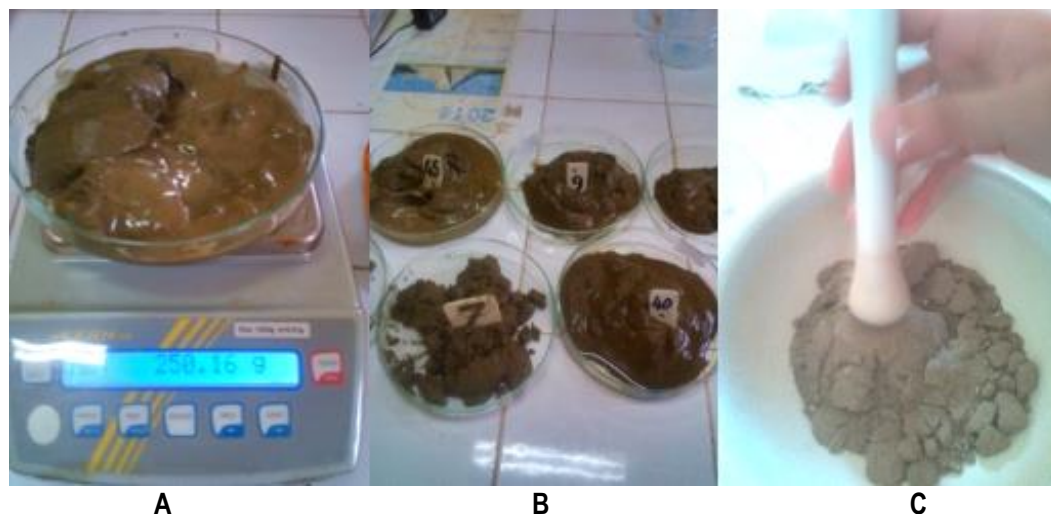


Fig. 8 : Pesage du sédiment humide (A) ; Échantillons de sédiments prêts pour le séchage (B) ; Broyage des sédiments (C).



Fig. 9 :Détermination de la masse du sédiment sec pour l'opération de tamisage (D) ; Refus récupérés dans des boîtes (E et F).

2.5. Taux de matière organique

Prendre la masse de creuset d'aluminium vide et écrire la référence et le code de chaque fraction (Fig. 10). Pèse 2g d'échantillon de la fraction fine de (2mm ; 1 mm ; 0.2 mm ; 0.1 mm ; 0.08 mm ; 0.05 mm ; <0.05 mm) (Fig.11) dans ce creuset d'aluminium vide sur la balance analytique répétés cette opération sur chaque l'échantillon ont été ensuite mises dans un four à 550°C pendant 2 heures (Fig. 12) ; le refroidissement des échantillons exige également 2 heures. Enfin, le creuset d'aluminium est pesé sur la même balance après refroidissement pour calculer le taux de matière organique à l'aide de la Calcul pourcentage à l'aide de l'EXCEL figure 13.

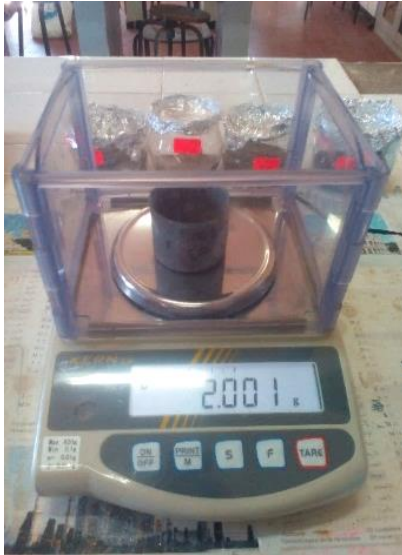


Fig. 10 : Pese les cruset



Fig. 11: peses les cruset dans le four



Fig. 12 : Creusets après calcination à 550° C

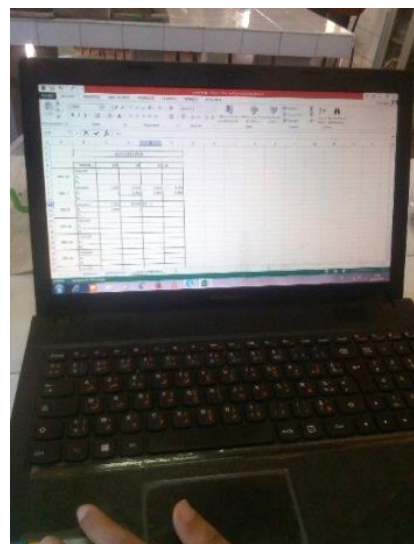
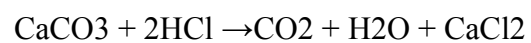


Fig. 13 :Calcul pourcentage à l'aide de l'EXE

2.6. Calcimétrie (détermination du taux de carbonates)

Un calcimètre permet de mesure le volume de CO₂ dégagé par action de l'acide chlorhydrique (HCl) sur le carbonate de calcium (CaCO₃) d'un échantillon de sol ou de roche. Selon la réaction chimique suivante :



Tab. 5 : Teneur de carbonate dans un sédiment

Intensité du bouillonnement	Teneur en carbonate	Masse de la quantité testée
Pas ou très limité	<20	10
Evident, mais bref	20 à 80	5
Fort et durable	80 à 160	2,5
Très fort et très durable	>160	≤ 1

Les étapes :

- 1) Tarer la balance analytique puis peser 0.267 g de CaCO_3 , introduire le CaCO_3 dans la l'Erlenmeyer de volume 250 ml à l'aide d'un entonnoir.
- 2) A l'aide d'une pipette, verser dans une cuvette de l'HCl jusqu'au trait.
- 3) A l'aide d'une pince, mettre en place le tube dans l'erlenmeyer (Fig. 14).
- 4) Modifier la hauteur de l'ampoule de manière à ce que l'eau salée soit au même niveau dans l'ampoule et le tube gradué (Fig. 15).
- 5) Boucher l'erlenmeyer et noter le niveau V_1 .
- 6) Agiter pour la réaction de HCl et le CaCO_3 (Fig. 16).
- 7) Enfin, Il convient de rétablir la pression atmosphérique en descendant l'ampoule jusqu'à obtenir le même niveau dans l'ampoule et le tube graduée pour noter le niveau V_2 .

Répéter cette opération a chaque échantillons 2 g de sol de la fraction fin (2 mm, 1 mm, 0.2 mm, 0.1 mm, 0.08 mm, 0.05 mm, <0.05 mm).



Fig . 14. : Calcimétrie (détermination du taux de carbonates dans le sédiment)



Fig. 15 : Équilibre des niveaux de l'ampoule et de tube gradué.



Fig. 16 : attaque de l'échantillon l'acide chlorhydrique en renversant l'Erlenmeyer préalablement fermé.

3. Résultats et Discussion

3.1. Biodiversité

3.1.1. Description des sédiments

Les caractéristiques du sédiment prélevé à différentes profondeurs marines dans les deux sites, Hadjadj I et Hadjadj II, sont décrites dans les tableaux 6 et 7 (ci-dessous).

➤ Hadjadj I

Tab. 6 : Nature des sédiments de la plage submergée de Hadjadj I

code	Profondeur (m)	Caractéristiques du sédiment
001-7	16.80	Homogène, compose de sable fin, plein de débris de coquilliers
003-8	6.85	Homogène, compose de sable fin, plein de débris de coquilliers
009-45	30.50	Homogène, de sable grossiers et sable fin, pleine des débris des coquilliers

➤ Hadjadj II

Tab. 7 : Nature des sédiments de la plage submergée de Hadjadj II

code	Profondeur (m)	Caractéristiques du sédiment
002-9	36.10	Homogène, de sable vaseux, présence de fragments des coquilliers de petites tailles
004-40	08.30	Homogène, de sable grossiers et sable fin, pleine des débris des coquilliers
005-10	43.00	Homogène, de sable vaseux plein de débris des coquilliers
006-43	23.50	Homogène, de sable grossiers et sable fin, pleine des débris des coquilliers
007-11	20.12	Homogène, compose de sable fin, plein de débris de coquilliers
008-12	12.20	Homogène, de sable grossiers et sable fin, pleine des débris des coquilliers

Les sables sont des grains de roches ou de minéraux ayant un diamètre compris entre (0,0625 mm et 2 mm) ou (4,75 mm et 5 mm), selon le système de classification utilisée (tableau 8). Nous utilisons, ici, le système de classification unifiée des sols (A. S. T. M.), en usage dans le domaine de la géotechnique et du Génie civil en Amérique du Nord. Le tableau suivant montre les limites inférieures et supérieures du diamètre des grains et les numéros de tamis A.

S. T. M. correspondants, pour trois plages de taille de grains de sable : sable grossier, sable moyen et sable fin.

Tab. 8 : Classification des diamètres des grains

NOM	DIAMÈTRE DES GRAINS	NUMÉRO A. S. T. M. DES TAMIS
Sable grossier	> 2,00 mm à < 4,75 mm	tamis 10 - tamis 4
Sable moyen	> 0,465 mm à < 2,00 mm	tamis 40 - tamis 10
Sable fin	> 0,0625 mm à < 0,465 mm	tamis 200 - tamis 40

Source : http://www.groupes.polymtl.ca/gllq1100/Sables/identification_sable.html

Pour les deux sites Hadjadj I et II, tous les échantillons du sédiment humide et homogène, sable grossiers et sable fin plein de débris de coquilliers. Une confusion avec un autre habitat paraît difficile en raison de sa localisation et de sa faible amplitude altitudinale, de la qualité de son sédiment constitué de sables grossiers et fins graviers pratiquement dépourvu de fraction fine, et des deux espèces caractéristiques qui lui semblent bien inféodées (Ros, 1984). Etendues de sables fins à des profondeurs comprises entre (2 et 25 m), La biocénose des sables fins bien calibrés tolère localement une légère dessalure des eaux au voisinage des estuaires et sur le pourtour de certains étangs méditerranéens pouvant présenter des faciès d'épi flore (Bellan et al. 1994).

Composé de sable fin plein de débris de coquilliers, et un seul sédiment de sable vaseux présence de fragments des coquilliers de petites tailles. Selon l'étude faite par (Ardizzone, 1988). L'association se développe dans des eaux peu profondes, de salinité faible (0 à 10 g/l) sur des fonds riches en matières organiques. Habitat situé dans les criques protégées, en milieu calme, où peut s'effectuer une sédimentation fine donnant un sédiment sablo-vaseux parfois mêlé d'une faible proportion de graviers. Sa profondeur est le plus souvent voisine de 1 m et excède rarement 3 mètres. Ces zones peu profondes reçoivent des conditions de milieu très variables et peuvent présenter des faciès d'épi flore ou de développements importants d'espèces filtreuses ou fouisseuses (Peres, 1967).

On remarque quelque fragments (bioclastes), bivalves entiers (vides), gastéropodes entiers (vides), et tubes d'annélides morts la plus élevée par rapport les autres fragments. Il y a dans une seule espèce la plusieurs d'individus comme Bivalves (*Tellinaradiata Linnaeus* ; *Tellina fabula*), Polychètes. La faune et la flore méditerranéennes ont évalué depuis des millions d'années en une combinaison exceptionnelle d'éléments tempérés et subtropicaux, avec une proportion importante (28%) d'espèces endémiques (Fredj et al. 1992).

3.1.2. Identification

Les tableaux 9 à 17 et les figures 20 à 28 représentent les espèces des différents groupes zoologiques trouvés dans le sédiment à différentes profondeurs.

➤ Hadjadj I

Tab.9 : les espèces et les individus des différents groupes zoologiques identifiés dans 770g des sédiments à 16.80 m de profondeur.

L'embranchement	La classe	L'espèce	Nombre d'individus	La taille en (mm)	
				Max	Min
Mollusques	Gastéropodes	<i>Turritella communis</i>	1	0.4	
	Bivalves	<i>Tellinaradiata Linnaeus</i>	27	0.7	0.25
Annélides	Polychètes	non identifiés	18	5.7	0.3
	Vers	<i>Dipolydora coeca</i>	1	0.2	

Tab.10 : les espèces et les individus des différents groupes zoologiques identifiés dans 770 g des sédiments à 6.85 m de profondeur.

L'embranchement	La classe	L'espèce	Nombre d'individus	La taille en (mm)	
				Max	Min
Mollusques	Bivalves	<i>Tellina fabula</i>	9	0.7	0.2
Annélides	Polychètes	non identifiés	3	1.3	1.1
	Vers	<i>Nephtys sp</i>	4	0.3	0.2

Tab. 11 : Les espèces et les individus des différents groupes zoologiques identifiés dans 770 g des sédiments à 30.50 m de profondeur.

L'embranchement	La classe	L'espèce	Nombre d'individus	La taille en (mm)	
				Max.	Min.
Mollusques	Gastéropodes	<i>Buccinidae rafinesque</i> <i>Turritella communis</i>	28	0.3	3.75
	Bivalves	<i>Tellinapulchella lamarck</i>	1	0.25	
Annélides	Vers	<i>Hyalinoecia tubicola</i>	1	0.4	

➤ **Hadjadj II**

Tab. 12 : les espèces et les individus des différents groupes zoologiques identifiés dans 770 g des sédiments à 36.10 m de profondeur.

L'embranchement	La classe	L'espèce	Nombre d'individus	La taille en (mm)	
				Max	Min
Mollusques	Gastéropodes	<i>Turritella communis</i>	15	2.85	0.15
		Turritellidae lovén			
	Bivalves	<i>Donax vittatus</i>	3	0.5	0.1
Annélides	Vers	<i>Dipolydora coeca</i>	5	0.5	0.2

Tab. 13 : les espèces et les individus des différents groupes zoologiques identifiés dans 770 g des sédiments à 8.30 m de profondeur.

L'embranchement	La classe	L'espèce	Nombre d'individus	La taille en (mm)	
				Max	Min
Mollusques	Gastéropodes	<i>Hyalinoecia tubicola</i>	2	0.3	0.1
	Bivalves	<i>Abra albab</i>	2	0.6	0.2
Annélides	Polychètes	Non identifiés	2	0.75	0.6
	Vers	<i>Dipolydora coeca</i>	17	0.5	0.2

Tab. 14 : les espèces et les individus des différents groupes zoologiques identifiés dans 770 g des sédiments à 43 m de profondeur.

L'embranchement	La classe	L'espèce	Nombre d'individus	La taille en (mm)	
				Max	Min
Annélides	Polychètes	Non identifiés	4	9.1	3.2
	Vers	Nephtys sp	2	0.5	0.4
Mollusques	Gastéropodes	Turritella communis	7	3	0.7

Tab. 15 : les espèces et les individus des différents groupes zoologiques identifiés dans 770 g des sédiments à 23.50 m de profondeur.

L'embranchement	La classe	L'espèce	Nombre d'individus	La taille en (mm)	
				Max	Min
Mollusques	Gastéropodes	<i>Littorinidae</i> Children, 1834	7	0.6	0.1
	Bivalves	<i>Tellinaria</i> Linnaeus, 1758	13	0.8	0.2
Annélides	Polychètes	Non identifiés	40	0.3	0.1

Tab.16 : les espèces et les individus des différents groupes zoologiques identifiés dans 770 g des sédiments à 20.10 m de profondeur.

L'embranchement	La classe	L'espèce	Nombre d'individus	La taille en (mm)	
				Max	Min
Mollusques	Gastéropodes	<i>Nassariidae</i> Redale	3	0.8	0.35
	Bivalves	<i>Tritaincarassata</i>	29	1.8	0.25
Annélides	Polychètes	Non identifiés	4	3.7	0.5
	Vers	<i>Hyalinoecia Tubicola</i>	10	0.6	0.2

Tab. 17 : les espèces et les individus des différents groupes zoologiques identifiés dans 770 g des sédiments à 12.20 m de profondeur.

L'embranchement	La classe	L'espèce	Nombre d'individus	La taille en (mm)	
				Max	Min
Mollusques	Gastéropodes	<i>Alvania</i> Risso	6	1.7	0.35
	Bivalves	<i>Donax venustus</i> Poli	10	0.45	0.2
Annélides	Polychètes	Non identifiés	1	1.9	
	Vers	<i>Dipolydora coeca</i>	9	0.5	0.2

Quelques photos :



Fig. 17: *Turritella communis*.



Fig. 18: *Tellina pulchella* (Lamarck, 1818).



Fig. 19: Tubes de polychètes (Non identifiés).

➤ **Hadjadj I**

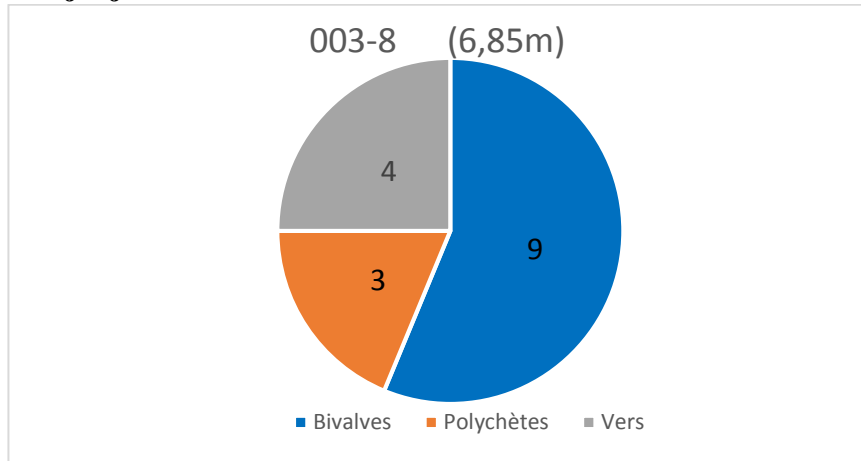


Fig. 20 : Répartition des taxons par embranchement à 6.85 m de profondeur

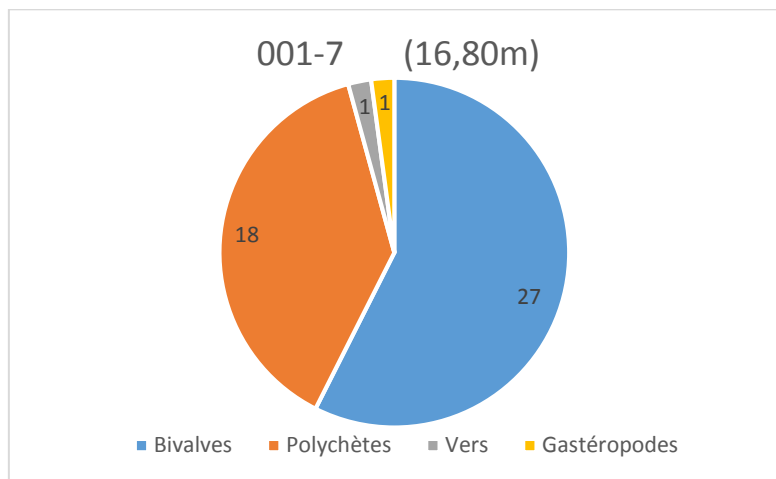


Fig. 21: Répartition des taxons par embranchement à 16.80 m de profondeur.

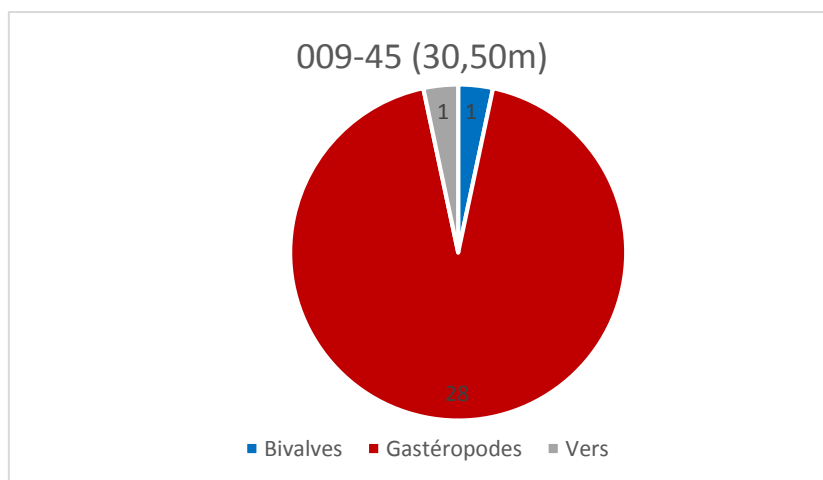


Fig. 22: Répartition des taxons par embranchement à 30.50 m de profondeur.

➤ **Hadjadj II**

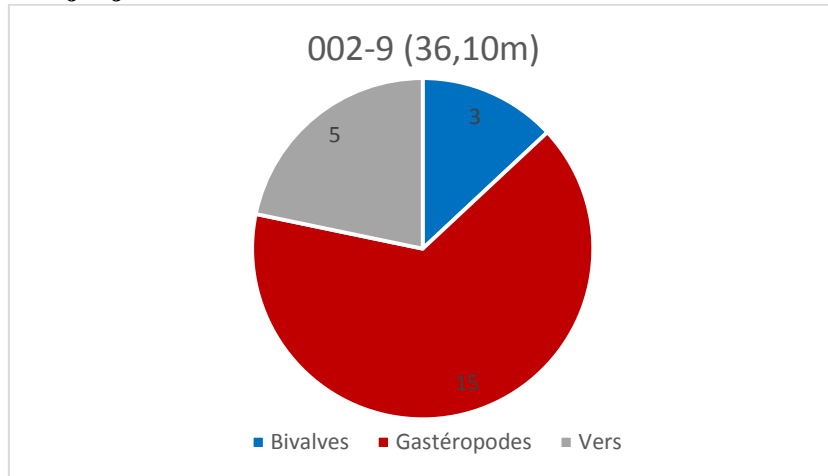


Fig. 23: Répartition des taxons par embranchement à 36.10m de profondeur.

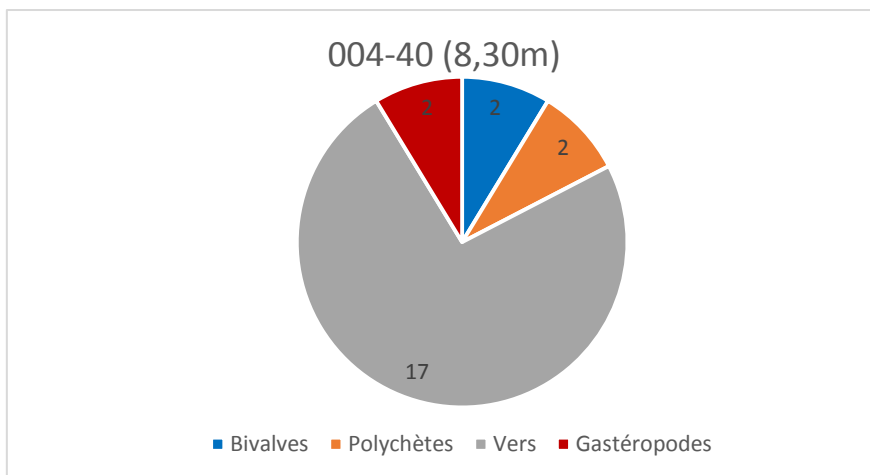


Fig. 24: Répartition des taxons par embranchement à 8.30 m de profondeur.

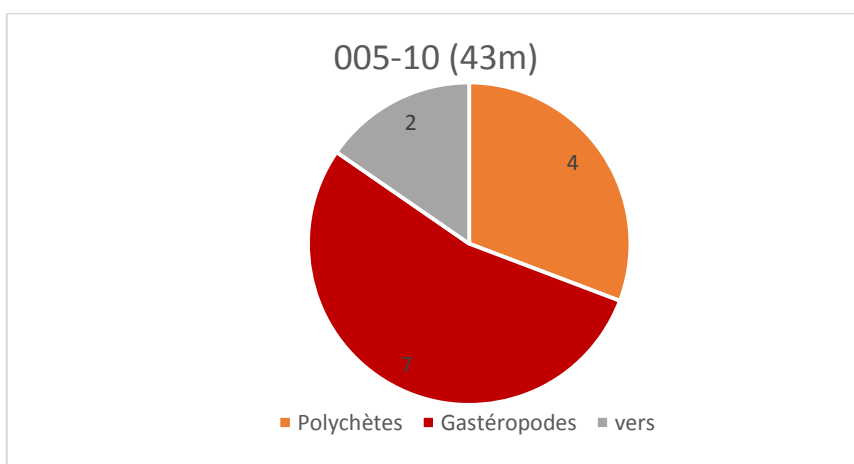


Fig. 25: Répartition des taxons par embranchement à 43m de profondeur.

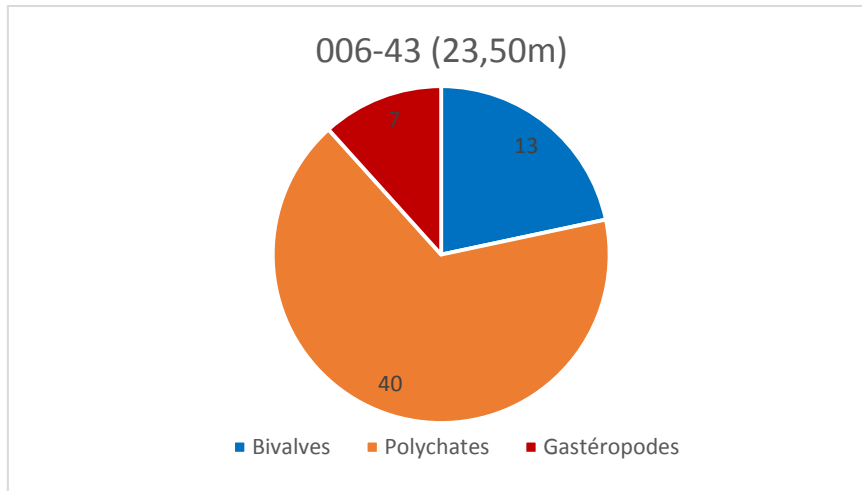


Fig. 26: Répartition des taxons par embranchement à 23.50m de profondeur.

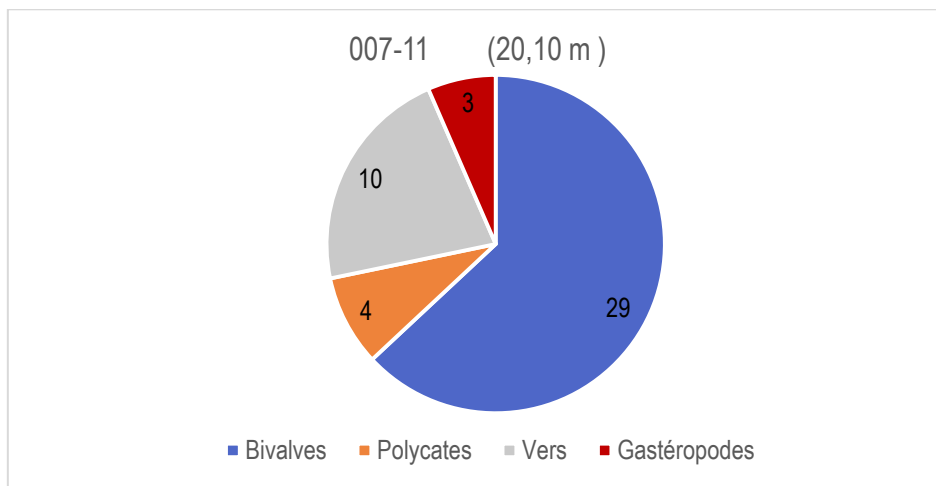


Fig. 27 : Répartition des taxons par embranchement à 20.10 m de profondeur.

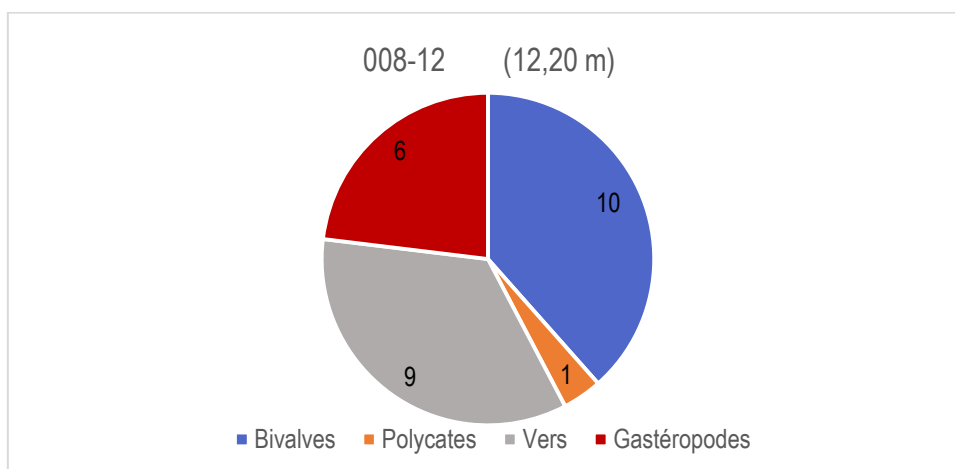


Fig. 28 : Répartition des taxons par embranchement à 12.20 m de profondeur.

Les échantillons provenant à différentes profondeurs (6.85m à 43m). Les bivalves et les Polychètes se présentent dans tous les échantillons dont l'habitat est caractérisé par du sable vaseux, sable grossiers et sable fin. Selon la synthèse réalisée par Grall (2004), la plupart des classifications opérées à partir des espèces sensibles et des espèces tolérantes présentent une part de subjectivité puisque « l'avis de l'expert » est souvent décisif dans la qualification du statut écologique. Pour les bivalves, ce sont essentiellement les *Tellinidae* qui dominent en abondance ; Le genre *Tellina* avec la plusieurs espèces est particulièrement bien représenté dans les zones 4 et 5 (Paea et Mahaena): jusqu'à 53.4 % de la diversité totale de la station 42 (essentiellement *Tellinaoahuana*).

Hadjadj I le nombre total des individus des vers (6) la plus faibles, par rapport à Hadjadj II (43 individus). Aussi, On observe absence d'espèce cornets grand et petit dans quelques profondeurs (6.85 m à 20.10 m) mais présente les Polychètes. A profondeur 23.50 m Hadjadj II ; aucun des vers par que il existe un cornet petit (2 individu) avec les gastéropodes (5 individus) et la valeur maximal par les autres profondeurs des Polychètes (40 individus). Selon Grimes (2010) Les polychètes (annélides), les malacostracés, les décapodes, (arthropodes – crustacés), les bivalves et les gastéropodes (mollusques) sont les classes les mieux diversifiées ; ces classes fournissent la plus de 90 % de la macrofaune benthique identifiée sur les fonds meubles situés entre 0 et 110 m de profondeur le long de la côte algérienne. Aussi, les polychètes, les vers et le nombre des Cornets grands la plus élevée il en existe dans même profondeur 43 m mais absence des gastéropodes et des bivalves dans les fonds marins de Hadjadj II.

Les cornets (*Turritella communis*) au nombre de 27 sont présents dans un seul échantillon de Hadjadj I prélevé à 30.5 m de profondeur et riche en limon (<50 microns). Selon l'étude faite par Mahwachi (2008), les cornets ont une préférence pour les substrats composés de particules fines. Le nombre maximal de gastéropodes est de (6 individus) à 12.20 m ; les autres échantillons en sont dépourvus.

Hadjadj II ne présente aucun gastéropode à profondeurs 43 m. Les bivalves enregistrés sont au nombre maximal de (29 individus) à la profondeur 20.10 m ; mais la profondeur 40m en est dépourvu à Hadjadj II. Les bivalves *Parvicardium exiguum*, *Abra alba* et *Corbula gibba* dominent aux stations confinées où le sédiment est chargé de très fortes teneurs en matière organique en lipides et en métaux lourds (Guerra-Garcia et Garcia-Gomez, 2005). Le polychète *Capitella capitata* et le bivalves *Corbulidae Corbulagibba* sont les deux espèces les plus caractéristiques et les plus communes aux fonds vaseux portuaires perturbés de

l'Algérie (Grimes ; 2010). D'ailleurs, Grémare et *al.* (2009) ont souligné que l'utilisation d'une liste Universelle unique de sensibilité/ tolérance pour différents secteurs géographiques apparaît comme inappropriée pour les espèces benthiques qui peuvent adapter leur comportement aux conditions environnementales locales ou régionales.

Tab. 18 : les indices de diversité des espèces dans les deux sites d'étude.

	Hadjadj I			Hadjadj II					
Profondeur (m)	16,80m	30,50m	6,85m	36,10m	8,30m	43m	23,50m	20,10m	12,20m
S	47	30	16	23	23	13	60	46	26
log2 S	1,672	1,477	1,204	1,361	1,361	1,113	1,778	1,662	1,414
H'	0,369	0,126	0,4273	0,38	0,373	0,427	0,37	0,439	0,520
J'	0,220	0,085	0,354	0,279	0,274	0,383	0,208	0,264	0,367

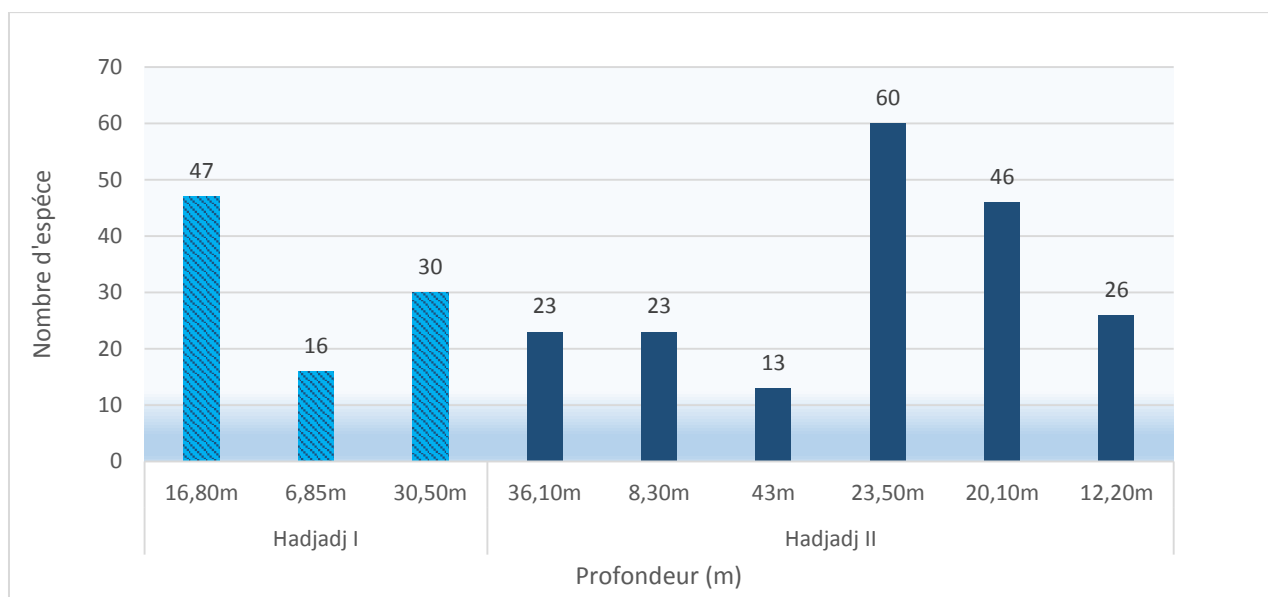


Fig. 29 : Représentation graphique de la richesse spécifique concernant les deux sites de prélèvements : Hadjadj I (bleu hachuré) et Hadjadj II (bleu foncé)

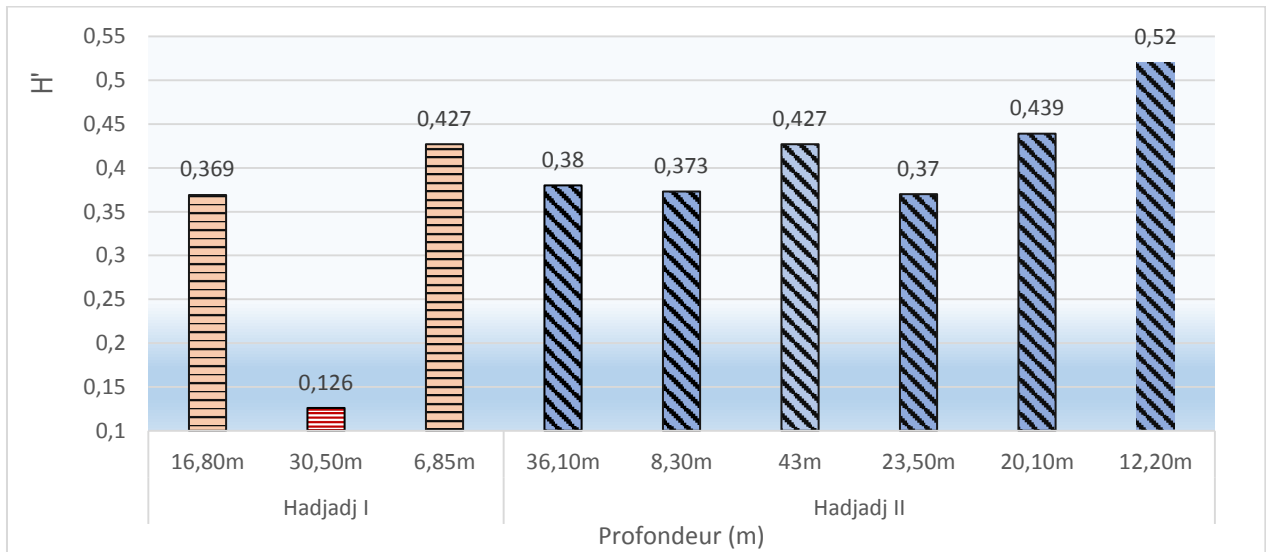


Fig. 30 : Représentation graphique de l'Indice de Shannon et Weaver (H') concernant les deux sites de prélèvement Hadjadj I (orange claire hachuré) et Hadjadj II (bleu hachuré)

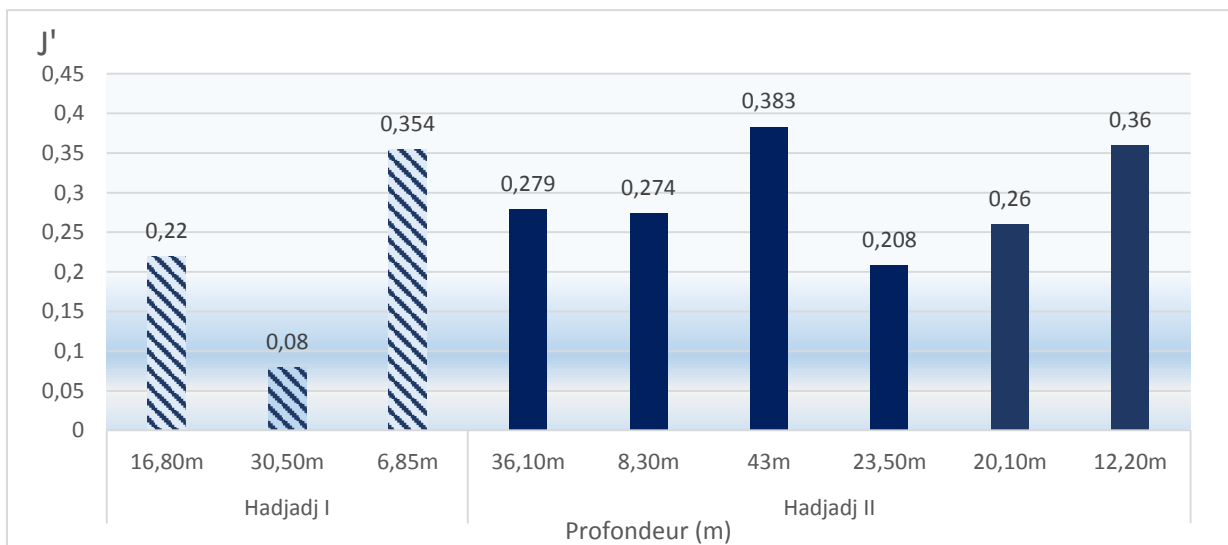


Fig. 31 : Représentation graphique de l'Indice d'équitabilité de Pielou (J') concernant les deux sites d'étude Hadjadj I (bleu hachuré) et Hadjadj II (bleu foncé)

En effet, la richesse spécifique maximale du site Hadjadj II ($S = 60$) est la plus riche que celle calculée pour Hadjadj I ($S = 47$) (Tab. 18). L'étude menée par Frontier et Pichod-Viale (1991) sur les peuplements benthiques des substrats meubles de l'Algérie montre que l'indice de Shannon qui explique la diversité spécifique d'une communauté en fonction du nombre d'espèces récoltées et du nombre d'individus de chaque espèce ne peut être utilisé tout seul pour qualifier le statut écologique d'un site. La macrofaune benthique intègre bien la qualité sédimentaire beaucoup d'indices se basent sur cette macrofaune (Quintino et al. 2006).

La valeur l'Indice de Shannon et Weaver (H') minimale (0.126) et signalée au niveau Hadjadj I, la valeur maximal (0.54) à enregistrés au niveau Hadjadj II (Fig. 30). Hadjadj I a enregistré la valeur maximale (0.427) à la profondeur (6.85m) et la valeur la plus faible (0.126) à 30.50m. Hadjadj II a enregistré la valeur maximale (0.52) à 43m et la valeur minimale (0.37) à la profondeur 23.50m dans ce site les valeurs presque même (Fig. 30). La macrofaune benthique intègre bien la qualité sédimentaire beaucoup d'indices se basent sur cette macrofaune (Quintino et *al.* 2006). La partie la plus à l'Ouest de ce golfe est quasiment uniforme avec une richesse spécifique dans la plus de 80 % de sa surface située entre 20 et 50 espèces. Alors que la partie Est présente une distribution en mosaïque avec des niveaux relativement faibles dans la partie entre Bethioua et Mostaganem et relativement riches dans le reste de ce secteur Grimes(2010). L'espèce du différent groupe zoologique présente des concentrations relativement faibles Hadjadj I par rapport d'autre station Hadjadj II. A cet effet, l'étude de Bakalem et al. (2009) a montré que les baies et les golfes algériens sont apparus de très bonne qualité écologique à la fin des années 1980 et au début des années 1990 ; les sites d'échantillonnage à cette période pourraient être utilisés comme point de référence.

La valeur l'Indice d'équitabilité de Pielou (J') la plus augment (0.383) a enregistré à la profondeur 43m à Hadjadj II et la valeur minimal (0.208) Hadjadj I a la profondeur 30.50. Hadjadj I a enregistré la valeur maximal (0.354) à la profondeur 6.85m et la valeur la plus faible (0.08 à 30.50m). Hadjadj II a enregistré la valeur maximal (0.427) à la profondeur 6.85m et la valeur la plus faible (0.126 à 30.50m) ce site les valeurs presque même (Fig. 31).

Les fonds meubles algériens et notamment en milieux portuaires confinés la réponse aux perturbations liées aux activités anthropiques en terme d'organisation/« désorganisation » de la macrofaune benthique au niveau individu, population, peuplement sont très complexes et parfois contradictoires, ceci rejoint le constat déjà fait pour les peuplements de la baie de Seine par Cabioch & Retiere (1985). D'après la plusieurs travaux Caccia et al(2003), le réservoir majeur des polluants dans le milieu marin est en fait le sédiment. Tous les valeurs de l'indice de pielou (J') a l'inverse une équitable qui tend vers zéro .Donc ; Le peuplement déséquilibré.

3.2. Granulométrie

Les tableaux 19 et 20 montrent le pourcentage de refus de la Granulométrie. Les sables sont classés selon leur granulométrie.

➤ Hadjadj I

Tab. 19 : Granulométrie des échantillons de sédiment Hadjadj I

ECHANTILLON	TAMIS (mm)	REFUS (g)	REFUS (%)	REFUS CUMULES (%)	Masse Totale (g)
001-7	2	0,000	0,00%	100,00%	187,777
	1	0,119	0,06%	100,00%	
	0,2	5,102	2,72%	99,94%	
	0,1	138,038	73,51%	97,22%	
	0,08	34,828	18,55%	23,71%	
	0,05	8,850	4,71%	5,16%	
	<0,05	0,840	0,45%	0,45%	
003-8	2	0,071	0,04%	100,00%	190,664
	1	0,275	0,14%	99,96%	
	0,2	7,45	3,91%	99,82%	
	0,1	165,408	86,75%	95,91%	
	0,08	13,693	7,18%	9,15%	
	0,05	3,475	1,82%	1,97%	
	<0,05	0,292	0,15%	0,15%	
009-45	2	0,108	0,06%	100,00%	172,154
	1	1,645	0,96%	99,94%	
	0,2	16,394	9,52%	98,98%	
	0,1	48,16	27,97%	89,46%	
	0,08	59,604	34,62%	61,49%	
	0,05	32,439	18,84%	26,86%	
	<0,05	13,804	8,02%	8,02%	

Hadjadj II

Tab.20: Granulométrie des échantillons de sédiment Hadjadj II

ECHANTILLON	TAMIS (mm)	REFUS (g)	REFUS (%)	REFUS CUMULES%	Masse Totale (g)
002-9	2	0,421	0,24%	100,00%	178,892
	1	1,644	0,92%	99,77%	
	0,2	9,264	5,18%	98,85%	
	0,1	77,118	43,11%	93,67%	
	0,08	61,693	34,49%	50,56%	
	0,05	21,3	11,91%	16,08%	
	<0,05	7,452	4,17%	4,17%	
004-40	2	0,794	0,44%	100,00%	181,545
	1	0,854	0,47%	99,56%	
	0,2	22,450	12,37%	99,09%	
	0,1	140,140	77,19%	86,72%	
	0,08	7,100	3,91%	9,53%	
	0,05	8,407	4,63%	5,62%	
	<0,05	1,800	0,99%	0,99%	
	2	2,221	1,26%	100,00%	

005-10	1	4,981	2,82%	98,75%	176,709
	0,2	18,566	10,51%	95,93%	
	0,1	43,631	24,69%	85,42%	
	0,08	51,08	28,91%	60,73%	
	0,05	38,23	21,63%	31,82%	
	<0,05	18	10,19%	10,19%	
006-43	2	0,009	0,01%	100,00%	179,554
	1	0,344	0,19%	100,00%	
	0,2	5,327	2,97%	99,80%	
	0,1	132,67	73,89%	96,84%	
	0,08	31,807	17,71%	22,95%	
	0,05	7,817	4,35%	5,23%	
<0,05	1,58	0,88%	0,88%		
007-11	2	0,236	0,13%	100,00%	186,239
	1	0,243	0,13%	99,87%	
	0,2	4,574	2,46%	99,74%	
	0,1	121,105	65,03%	97,29%	
	0,08	49,656	26,66%	32,26%	
	0,05	9,382	5,04%	5,60%	
<0,05	1,043	0,56%	0,56%		
008-12	2	0,000	0,00%	100,00%	190,813
	1	0,009	0,00%	100,00%	
	0,2	10,561	5,53%	100,00%	
	0,1	153,803	80,60%	94,46%	
	0,08	19,780	10,37%	13,86%	
	0,05	5,801	3,04%	3,49%	
<0,05	0,859	0,45%	0,45%		

Les résultats du taux de matière organique des deux sites figurent dans le Tab. 19. L'échantillon 001-7 c'est le la plus élevé (138.038 g) à fraction (0.1 mm) et aucun refus à fraction (2 mm). L'échantillon 003-8 la quantité maximum (165,408 g) dans fraction (0.1mm) et la quantité minimum (0.071g) à fraction (2 mm). L'échantillon de 009-45 la valeur la plus grande dans fraction (0;08 mm) et la valeur minimum (0;108g) dans fraction de (2 mm).a Hadjadj II ; Les valeurs élevées ont été enregistré dans tous les fractions (0.1 mm) ; et les valeurs minimal ont été enregistré dans tous les fractions (2 mm).Donc ; Hadjadj I et II ; les sédiments présent la plus élevée aux fractions (0.1 mm) par tous les échantillons ; et les valeur minimal aux fraction (2 mm) par tous les échantillons.

3.3. Calcimétrie

Les résultats de la détermination du taux de carbonates dans le sédiment (fractions : <50, 50, 80 et 100 microns) sont présentés dans le Tab. 21 pour Hadjadj I et Tab. 22 pour Hadjadj II.

➤ **Hadjadj I**

Tab. 21 : Détermination du taux de carbonates dans les fractions <50, 50, 80 et 100 microns du sédiment de Hadjadj I.

001-7 (16,80m)	poids	Um	V₁	V₂	V₂-V₁ ml	%
	0,260g	100	7	19	12	16,66
	0,261g	80	8	20	12	16,66
	0,262g	50	8	21	13	18,05
	0,260g	<50	12	26	14	19,44
Totale						70,83
003-8 (6,85m)	poids	Um	V₁	V₂	V₂-V₁ ml	%
	0,263g	100	2	15	13	18,05
	0,260g	80	6,5	20	13,5	18,75
	0,262g	50	14	27	13	18,05
	0,262g	<50	17	30,5	13,5	18,75
Totale						73,61
009-45 (30,50m)	poids	Um	V₁	V₂	V₂-V₁ ml	%
	0,260g	100	9	17	8	11,11
	0,263g	80	5	18	13	18,055
	0,260g	50	10	23	13	15,05
	0,260g	<50	2	15	13	18,05
Totale						65,27

➤ **Hadjadj II**

Tab. 22: Détermination du taux de carbonates dans les fractions <50, 50, 80 et 100 microns du sédiment de Hadjadj II.

002-9 (36,10m)	poids	Um	V₁	V₂	V₂-V₁ ml	%
	0,262g	100	9	19	10	13,88
	0,260g	80	9	21	12	16,66
	0,262g	50	7	20	13	18,05
	0,261g	<50	11	23	12	16,66
Total						65,27
004-40 (8,30m)	poids	Um	V₁	V₂	V₂-V₁ ml	%
	0,263g	100	4	12	8	11,11
	0,262g	80	3	14	11	15,27
	0,260g	50	4,5	15	10,5	14,58
	0,261g	<50	7	18,5	11,5	15,97
Total						56,94
005-10	poids	Um	V₁	V₂	V₂-V₁ ml	%

(43,00m)	0,261g sol	100	10	24	14	19,44
	0,265g	80	29	42	13	18,05
	0,264g	50	9	22	13	18,05
	0,260g	<50	7	20	13	18,05
	Total					73,61
006-43 (23,50m)	poids	Um	V ₁	V ₂	V ₂ -V ₁ ml	%
	0,263g	100	5	19	14	19,44
	0,263g	80	8	21	13	18,05
	0,261g	50	3	12	9	12,5
	0,262g	<50	4	15	11	15,27
	Total					65,27
007-11 (20,10m)	poids	Um	V ₁	V ₂	V ₂ -V ₁ ml	%
	0,260g	100	4	14	10	13,88
	0,260g	80	14	25	11	15,27
	0,262g	50	7	20	13	18,05
	0,263g	<50	3	15	12	16,66
	Total					63,88
008-12 (12,20m)	poids	Um	V ₁	V ₂	V ₂ -V ₁ ml	%
	0,261g	100	1	11	10	13,88
	0,263g	80	9	20	11	15,27
	0,262g	50	14	40	26	36,11
	0,260g	<50	3	13	10	13,88
	Total					79,16

La réaction de l'acide chlorhydrique sur tous les échantillons de les deux sites, Hadjadj I et II est positive (Tab. 21 et 22). Le pourcentage de CO₂ dégagé varie entre (65% à 73%) à la profondeur 6 et 30 m dans Hadjadj I. pour le Hadjadj II, le pourcentage de CO₂ dégagé varie entre de 45% à 79% à profondeur (8 à 43 m) dans une forte effervescence (73%) et (79 %). Cependant, il y a un échantillon donne une même valeur (65.276 %) a profondeurs 30 m et 36 m dans deux site I et II. Donc, taux de carbonates dans le sédiment la plus élevée. La circulation des courants, la sédimentologie, la présence/absence d'oueds semblent être les principaux facteurs de cette structuration des peuplements. A ce titre, nos résultats complètent les travaux de Bakalem (1979 à 2008), en particulier ceux menés sur les sables fins de la côte algérienne ainsi que les travaux de Rebzani-Zahaf (1990 à 2003), notamment sur les milieux portuaires. En effet, co2 présent dans des espèces des Coquil.

3.4. Matière organique

Tab. 23 : Ce tableau résume le taux de matière organique (%)

Fraction (mm)	Hadjaj I			Hadjaj II					
	001-7 16.80 m	003-8 6.85 m	009-45 30.50 m	002-9 36.10 m	004-40 8.30 m	005-10 43 m	006-43 23.50 m	007-11 20.10 m	008-12 12.20 m
0.1	4.45	3.64	7.15	9.29	4.17	11.25	15.5	4.99	4.24
0.08	2.44	2.64	5.94	9.75	5.45	6.39	11.38	4.99	5.39
0.05	3.24	3.82	4.6	11.84	6.24	8.15	17.19	24.02	4.44
<0.05	7.27	0	10.55	16	5.69	7.54	27.14	11.49	12.02
Total de chaque échantillon	17,42	10,11	28,24	46,88	21,53	33,33	71,22	45,51	26,11

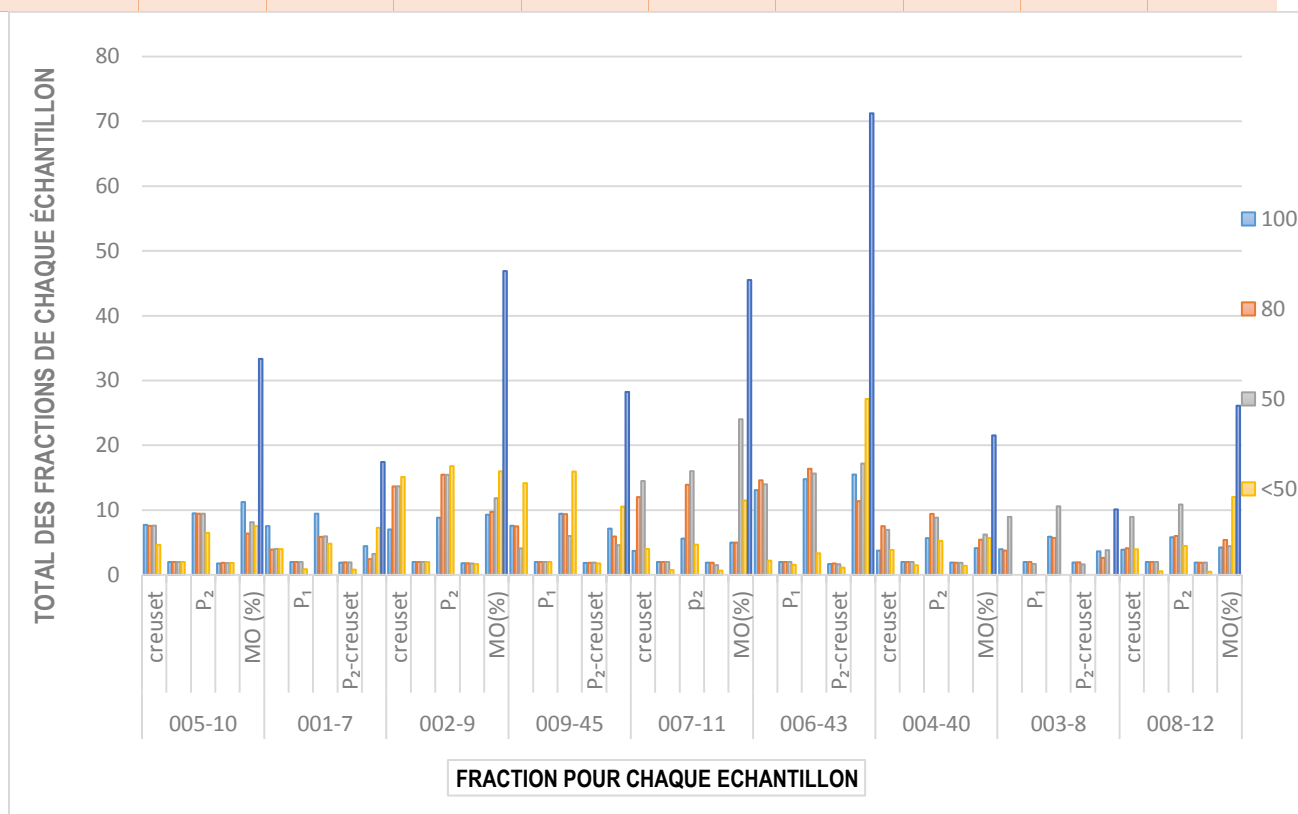


Fig. 32: Évolution des taux de matière organique dans les différents sites

➤ **Hadjajd I**

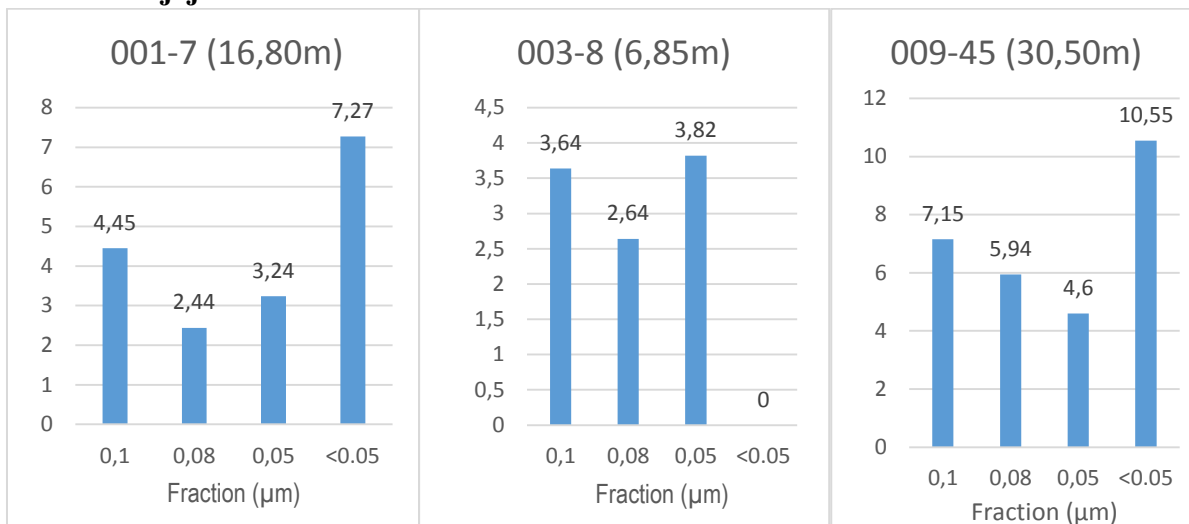


Fig. 33 : Évolution des taux de matière organique dans le site Hadjajd I

➤ **Hadjajd II**

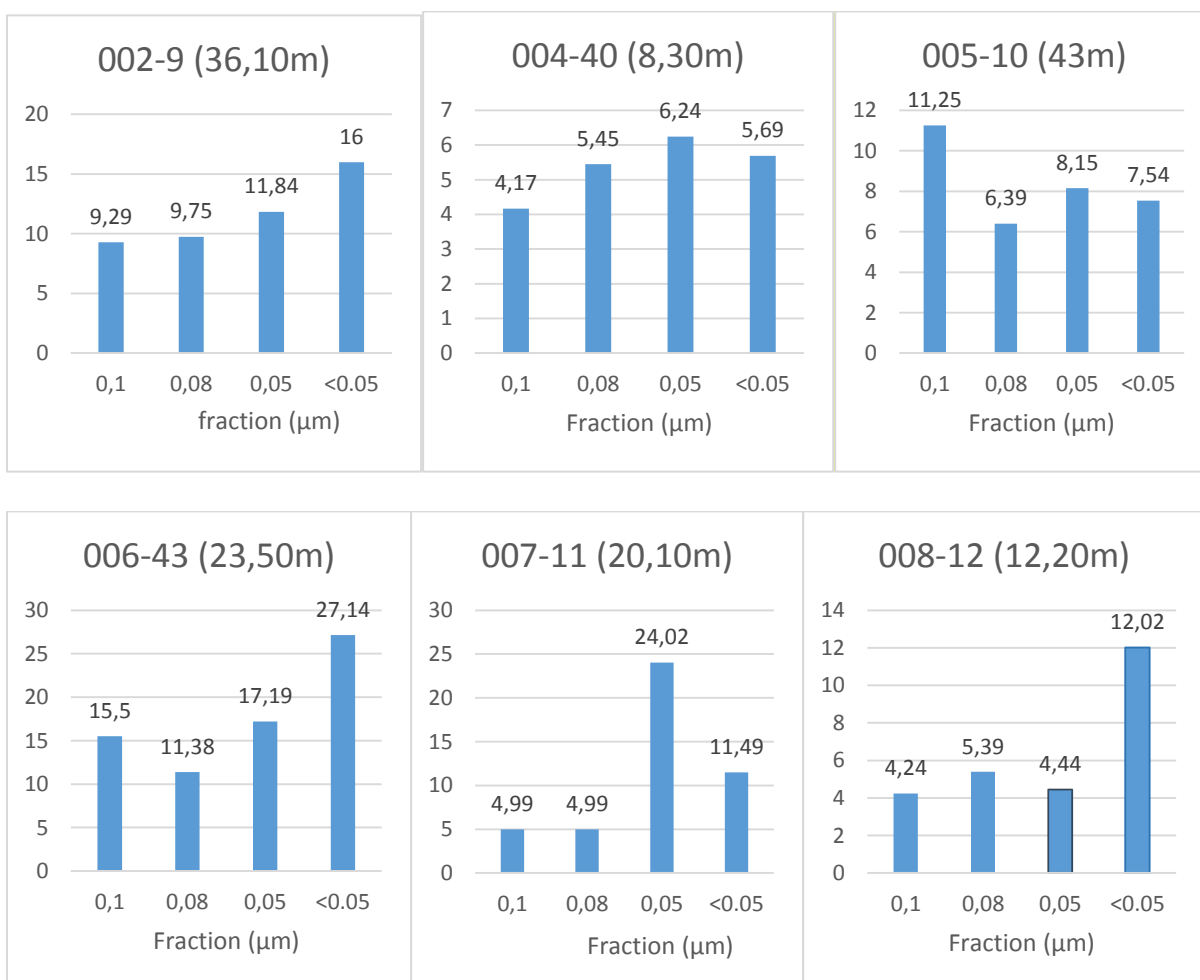


Fig. 34:Évolution des taux de matière organique dans le site Hadjajd II

Les résultats du taux de matière organique des deux sites figurent dans le Tab. 23 et les diagrammes qui leur sont associés, dans la Fig. 32. Hadjadj I présente un taux de matière organique relativement faible (2.44 à 10.55 %) dans toutes les fractions (Fig. 33). A Hadjadj II, la valeur la plus importante est (27%), mesurée dans la fraction (<0.05 mm) de la profondeur 23.50 m (Fig. 34), par les mêmes travaux de (Sun, 1988) et (Hily, 1984) relève des taux de matière organique de (12.45 %) dans le port pollué de Brest. Le total de chaque échantillon de Hadjadj I présente une valeur faible (10.55 à 17%), à l'exception d'un seul échantillon (28.24%). Les valeurs élevées ont été enregistrées dans les fractions (0.1 et <0.05mm). Le total de chaque échantillon de Hadjadj II est de 21.53% à 71.22%, donc le plus élevé par rapport à Hadjadj I. Le taux maximal de matière organique a été déterminé à Hadjadj I dans la fraction 0.1 mm à la profondeur 43 m. Alors, les valeurs les plus fortes ont été enregistrées dans la fraction (<0.05mm) dans le site de Hadjadj II. Au niveau de la matière organique particulaire, les résultats montrent qu'à l'issue de l'étape de floculation-décantation un abattement d'environ (95%) est observé, la filtration sur sable termine l'élimination des matières particulaires qui ne sont plus détectables la plus en aval dans la filière de traitement Servais et al (1991). Ce qui libère de la matière organique, qui devient disponible pour les bactéries à des profondeurs inférieures.

En fin, Selon Rosenberg et al. (2004) les larves de ces espèces (polychète) sont sûrement résistantes et tolérantes à l'enrichissement en matière organique mais par contre les adultes ne sont pas nécessairement tolérants vis-à-vis de la perturbation physique ou à la déficience en oxygène. Aussi, La matière organique est présentée naturellement dans des profondeurs mais en quantités faibles.

Conclusion

Le substrat marin de Hadjadj I est composé d'espèces formant des communautés biologiques dominées par la bivalve *Tellinaria radiata* (Linnaeus, 1758) avec un nombre d'individus élevé (58%). Les espèces (*Buccinaria rafinesquei* et *Turritella communis*) ont été identifiées dans un substrat homogène formé de sable grossier et de sable fin dans les grandes profondeurs (>30,5 m) ainsi que dans du sable fin à moyen prélevé à des profondeurs moins importantes. *Tellinaria radiata* a été identifiée dans un sédiment riche en limons provenant de 16,80 m de profondeur. Les groupes taxonomiques les plus représentés dans le site Hadjadj I sont les Gastéropodes (28%), les Bivalves (27%) et les Polychètes (38%), moins diversifiés. Dans les échantillons prélevés dans les fonds de Hadjadj II, les groupes taxonomiques les plus représentés sont les Gastéropodes (15%), les Bivalves (29%) et les Polychètes (40%).

Tous les échantillons prélevés dans les deux sites (Hadjadj I et Hadjadj II) présentent des espèces communes, telles que celles appartenant au groupe des Gastéropodes (*Buccinaria rafinesquei* et *Turritella communis*) et celles formant partie du groupe des Annélides (*Hyalinoecia tubicola* et *Nephtys sp.*).

Granulométrie et Calcimétrie

Pour les deux sites, les résultats de la granulométrie montrent que la fraction 0,1 mm (100 µm) prédomine dans le substrat. Ce dernier est composé principalement de sable fin et du sable riche en limons (silts). Les échantillons prélevés à de grandes profondeurs sont riches en limons (aspect vaseux). Pour le site de Hadjadj I, le taux de carbonates varie entre 65 et 73%, respectivement entre les profondeurs 6 et 30 m. Hadjadj II présente des taux de carbonates compris entre 45 et 79% (profondeurs comprises entre 8 et 43 m). Ces fortes concentrations sont dues, entre autres, à la présence de fragments résultant de l'érosion de coquilles, squelettes, carapaces, etc.

Matière organique du substrat marin

Les valeurs les plus élevées de la concentration de matière organique (10,55% et 27,14%) sont enregistrées respectivement pour le substrat marin de Hadjadj I prélevé à 30,50 m de

profondeur et de Hadjadj II prélevé à 23,25 m. Il a été constaté que le taux de matière organique augment avec la profondeur pour les deux sites : gradient croissant.

Références bibliographiques

Ardizzone G.D., 1988. Dalla conoscenza alla gestione degli ambienti lagunari. L'intervento della Università di Roma nei laghi costieri laziali: 127-136. In: 1988. La lagune costiere: ricerca e gestione. CARRADA G.C., CICOGNA F., FRESI E., (Editors). CLEM Pubblicazioni, Massalubrense: 1-254

Bakalem A., 1979. Contribution à l'étude des peuplements benthiques de la baie d'Alger. Doctorat 3ème cycle en Océanographie biologique, Ecologie benthique, U.B.O., Brest (France) : 228 p
Bakalem A., Ruellet T., Dauvin J.C., 2009. Benthic indices and ecological quality of shallow Algeria fine sand community. *Ecologie Indicators* 9, 395-408

Bellan-S.D; lacaze j.c., poizat c., 1994. Les biocénoses marines et littorales de Méditerranée, synthèse, menaces et perspectives. Collection Patrimoines Naturels. Secrétariat de la Faune et de la Flore/M.N.H.N., 19: 1-246

Belbachir N ; mémoire pour obtenir le diplôme de magister Intitulé Contribution à l'étude écologique de l'herbier à *Posidonia oceanica* (L.) de la frange côtière de Mostaganem.

Bouiadjra B ; thèse pour l'obtention du titre de docteur en sciences l'étude de la flore algale benthique et les impacts de ses espèces invasives devant la côte mostaganemoise)

Caccia, V.G., Millero, F. J. & Palanques, A. 2003. The distribution of trace metals in Florida Bay sediments. *Marine Pollution Bulletin* 46, 1420- 1433

Créations et suppressions d'emploi en France [Une étude de la période 1984-1992] [article]

Une étude de la période 1984-1992

Dauvin J.C., Bellan G., Bellan-Santini, D., 2010. Benthic indicators: from subjectivity to objectivity—Where is the line? *Marine Pollution Bulletin*, 60, 947–953

Delile L., 1813. *Posidonie oceanica*, Pelote de mer, Chiendent marin, Paille-de-mer (Français)

Ferdj et al. 1992. Guss, B., Eliasson, M., Olsson, A., Uhlen, M., Frej, A. K., Jornvall, H., Flock, J. I. and Lindberg, M. (1986). Structure of the IgG-binding regions of streptococcal protein G. *EMBO* 5, 1567-1575. Horton, J. J., Holden, C. A, Ward

Frontier S. & Pichod-Viale D., 1991- Ecosystèmes – Structure, fonctionnement, évolution. Collection d'écologie 21, Masson Eds., 392 p.

Grall (2004), Approches européennes du classement des communautés benthiques dans le cadre

de la DCE: Méthodologies, Outils de classement proposés. Kristienesberg Marine Station, Communication orale, Septembre 2004

Grémare A., Labrune C., Vanden Berghe E., Amouroux J.M., Bachelet G., Zettler M.L., Vanaverbeke J., Fleischer D., Bigot L., Maire O., Deflandre B., Craeymeersch J., Degraer S., Dounas C., Duineveld G., Heip C., Herrmann M., Hummel H., Karakassis I., Kedra M., Kendall M., Kingston P., Laudien J., Occhipinti-Ambrogi A., Rachor E., Sarda R., Speybroeck J., Van Hoey, G., Vincx M., Whomersley P., Willems W., Wlodarska-Kowalczyk M., Zenetos A., 2009. Comparison of the performances of two biotic indices based on the MacroBen database. *Marine Ecology Progress Series*, 382, 297–311.

Grimes ; S. 2010. Peuplements benthiques des substrats meubles de la cote algérienne Taxonomie, structure et statut écologique. Thèse Doctorat d'état es sciences,

Grimes, S., Ruellet, T., Dauvin, J.C., 2010. Ecological Quality Status of the soft-bottom communities from the Algeria coast: general patterns and diagnostic. *Marine Pollution Bulletin*, 60 .1969–1977.

Gomez Gesteira J.L., Dauvin J.C., 2005. Impact of the Aegean Sea oil spill on the Ría of Ares and

Betanzos fine sand community (Northwest Spain). *Marine Environmental Research*, 60, 289-

316 **Leclaire, L** 1972 La sédimentation holocène sur le versant méridional du bassin algéro-baléares: précontinent algérien / L. Leclaire / Paris : Éditions du Muséum, 1972

Mahwachi Sahb ; 2008 Memoire Online > Rapports de stage Stage agriculture par i esam technicien superieur 2008.

Patrick F. 1996 Structure et fonctionnement des écosystèmes benthiques dans les lagons soumis aux perturbations anthropiques le lagon de Tahiti, Polynésie française

Pearson, T.H. & Rosenberg, R., 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*, 16, 229-311.

Peres J.M., 1967. The Mediterranean benthos. *Oceanogr. Marine Biology Annual Review*. 5. 449-533.

Pérès J. M. & J. Picard, 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique.

Quintino V., Elliott M., Rodrigues A.M., 2006. The derivation performance and role of univariate

and multivariate indicators of benthic change: Case studies at differing spatial scales. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 330 (1), 368-382

Rebzani - Zahaf C., 1990. Les peuplements macrobenthiques du port d'Alger. Evolution spatiotemporelle. Impact de la pollution. Thèse de Magistère, ISN, USTHB, Alger, 199p.

Reish D.J., 1959. An ecological study of pollution in Los Angeles-Long Beach Harbors. California Publication occasional papers, 22, 1-117

Richard W at Plymouth. 1986. Marine Laboratory with 2,084 Reads. DOI: 10.1007/. Article (PDF Available) in *Marine Biology* 92(4):557-562 .

Rosenberg R., Blomqvist M., Nilsson, H.C., Cederwall, H., Dimming, A., 2004. Marine quality

assessment by use of benthic species-abundance distributions: a proposed new protocol within the European Union Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin* 49, 728–739.

ROS j.d., romero j., ballesteros e., gili j.m., 1984. Diving in blue water. The benthos: 233-295 in margalef r. ed., *Western Mediterranean*. Oxford, Pergamon Press, 363

Servais, P., G. Billen, C. Ventresque, and G. Bablon. 1991a Measurements of microbial activity in granular activated carbon filters. Application to the optimisation of the drinking water treatment at the Choisy-le-Roi plant. JAWWA. 83(8):62-68

Servais, P., Gamier, J., Billen, G. & Barillier, A., 1991b. Dégradation de la matière organique et dynamique des bactéries hétérotrophes dans la Seine. Compte-rendu CILEF III, p 108-111

Sites Web:

https://www.google.com/search?q=echakman&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUK Ewi0p-PrtrrdAhWHyYUKHd9NAuAQ_AUICygC&biw=1366&bih=568&dpr=1

<https://www.judaicalgeria.com/medias/files/info-553-mostaganem.pdf>

http://www.groupe.polymtl.ca/glq1100/Sables/identification_sable.html

(Source : www.citypopulation.de 2012).

[Www.Google.Fr](http://www.google.fr)

Annexe

Calculs du taux de matière organique (%)

	Um Masse(g)	100	80	50	<50
005-10	creuset	7,731	7,58	7,612	4,644
	P ₁	2	2,003	2	2,001
	P ₂	9,506	9,455	9,449	6,494
	P ₂ -creuset	1,775	1,875	1,837	1,85
	MO (%)	11,25	6,3904	8,15	7,5462
001-7	creuset	7,545	3,924	4,021	3,993
	P ₁	2	2,002	2,001	0,893
	P ₂	9,456	5,877	5,957	4,821
	P ₂ -creuset	1,911	1,953	1,936	0,828
	MO(%)	4.45	2,4475	3,2483	7,2788
002-9	creuset	7,022	13,664	13,688	15,113
	P ₁	2,001	2	2,001	2
	P ₂	8,837	15,469	15,452	16,793
	P ₂ -creuset	1,815	1,805	1,764	1,68
	MO(%)	9,2953	9,75	11,8440	16
009-45	creuset	7,593	7,502	4,103	14,17
	P ₁	2	2,003	2	2
	P ₂	9,45	9,386	6,011	15,959
	P ₂ -creuset	1,857	1,884	1,908	1,789
	MO(%)	7,15	5,941088	4,6	10,55
007-11	creuset	3,714	12,017	14,493	4,005
	P ₁	2,002	2,001	2,002	0,757
	p ₂	5,616	13,918	16,014	4,675
	P ₂ -creuset	1,902	1,901	1,521	0,67
	MO(%)	4,9950	4,9975	24,02597	11,4927
006-43	creuset	13,094	14,606	13,995	2,208
	P ₁	2	2,002	2,001	1,562
	P ₂	14,784	16,38	15,652	3,346
	P ₂ -creuset	1,69	1,774	1,657	1,138
	MO(%)	15,5	11,3886	17,1914	27,144

004-40	creuset	3,765	7,534	6,961	3,85
	P ₁	2,003	2	2,002	1,492
	P ₂	5,685	9,425	8,838	5,257
	P ₂ -creuset	1,92	1,891	1,877	1,407
	MO(%)	4,143784	5,45	6,243756	5,697051
003-8	creuset	3,973	3,766	8,957	0
	P ₁	2,001	2,005	1,699	0
	P ₂	5,901	5,718	10,591	0
	P ₂ -creuset	1,928	1,952	1,634	0
	MO(%)	3,648176	2,643392	3,82578	#DIV/0!
008-12	creuset	3,9	4,121	8,957	3,965
	P ₁	2,002	2,001	2,001	0,574
	P ₂	5,817	6,014	10,869	4,47
	P ₂ -creuset	1,917	1,893	1,912	0,505
	MO(%)	4,245754	5,397301	4,447776	12,02091

calculs l'indice de Shannon

Hadjaj I

001-7 (16.80m)				
ni	27	18	1	1
n	47	47	47	47
Pi	0,574468085	0,382978723	0,021276596	0,021276596
log2 Pi	-0,240734094	-0,416825353	-1,672097858	-1,672097858
Pi*Log2Pi	-0,138294054	-0,159635242	-0,03557655	-0,03557655
(-)Pi*log2Pi	0,138294054	0,159635242	0,03557655	0,03557655
H'	0,369082396			

003-9 (6.85m)			
ni	9	3	4
n	16	16	16
Pi	0,5625	0,1875	0,25
log2 Pi	-0,249877473	-0,726998728	-0,602059991
Pi*Log2Pi	-0,140556079	-0,136312261	-0,150514998
(-)Pi*log2Pi	0,140556079	0,136312261	0,150514998
H'	0,427383338		

009-45 (30.50m)			
ni	1	1	28
n	30	30	30
Pi	0,033333333	0,033333333	0,933333333
log2 Pi	-1,477121255	-1,477121255	-0,029963223
Pi*Log2Pi	-0,049237375	-0,049237375	-0,027965675

$(-)\text{Pi} \cdot \log_2 \text{Pi}$	0,049237375	0,049237375	0,027965675
H'	0,126440425		

Hadjajd II

002-9 (36.10m)			
n_i	3	5	15
n	23	23	23
P_i	0,130434783	0,217391304	0,652173913
$\log_2 P_i$	-0,884606581	-0,662757832	-0,185636577
$P_i \cdot \log_2 P_i$	-0,115383467	-0,144077789	-0,121067333
$(-)\text{Pi} \cdot \log_2 \text{Pi}$	0,115383467	0,144077789	0,121067333
H'	0,380528589		

004-40 (8.30m)				
n_i	2	2	17	2
n	23	23	23	23
P_i	0,086956522	0,086956522	0,739130435	0,086956522
$\log_2 P_i$	-1,06069784	-1,06069784	-0,131278915	-1,06069784
$P_i \cdot \log_2 P_i$	-0,092234595	-0,092234595	-0,097032241	-0,092234595
$(-)\text{Pi} \cdot \log_2 \text{Pi}$	0,092234595	0,092234595	0,097032241	0,092234595
H'	0,373736026			

005-10 (43m)			
n_i	2	7	4
n	13	13	13
P_i	0,153846154	0,538461538	0,307692308
$\log_2 P_i$	-0,812913357	-0,268845312	-0,511883361
$P_i \cdot \log_2 P_i$	-0,125063593	-0,14476286	-0,157502573
$(-)\text{Pi} \cdot \log_2 \text{Pi}$	0,125063593	0,14476286	0,157502573
H'	0,427329026		

006-43 (23.50m)			
n_i	13	40	7
n	60	60	60
P_i	0,216666667	0,666666667	0,116666667
$\log_2 P_i$	-0,664207898	-0,176091259	-0,93305321
$P_i \cdot \log_2 P_i$	-0,143911711	-0,117394173	-0,108856208
$(-)\text{Pi} \cdot \log_2 \text{Pi}$	0,143911711	0,117394173	0,108856208
H'	0,370162092		

007-11 (20.10m)				
n_i	29	4	10	3
n	46	46	46	46

Pi	0,630434783	0,086956522	0,217391304	0,065217391
log2 Pi	-0,200359834	-1,06069784	-0,662757832	-1,185636577
Pi*Log2Pi	-0,126313808	-0,092234595	-0,144077789	-0,077324125
(-)Pi*log2Pi	0,126313808	0,092234595	0,144077789	0,077324125
H'	0,439950317			

008-12 (12.20m)				
ni	1	9	6	10
n	26	26	26	26
Pi	0,038461538	0,346153846	0,230769231	0,384615385
log2 Pi	-1,414973348	-0,460730839	-0,636822098	-0,414973348
Pi*Log2Pi	-0,054422052	-0,159483752	-0,146958946	-0,159605134
(-)Pi*log2Pi	0,054422052	0,159483752	0,146958946	0,159605134
H'	0,520469883			

Calcul L'indice de pilou (j')

Profondeur (m)	Hadjadj I			Hadjadj II					
	16,80m	30,50m	6,85m	36,10m	8,30m	43m	23,50m	20,10m	12,20m
S	47	30	16	23	23	13	60	46	26
log2 S	1,67209 786	1,47712 125	1,20411 998	1,36172 784	1,36172 784	1,11394 335	1,77815 125	1,66275 783	1,41497 335
H'	0,36908 24	0,126	0,42738 334	0,38	0,37373 603	0,42732 903	0,37	0,43995 032	0,52046 988
J'	0,22073 014	0,08530 105	0,35493 418	0,27905 723	0,27445 721	0,38361 827	0,20808 129	0,26459 074	0,36783 017