

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DES SCIENCES DE LA MER ET
DE L'AMENAGEMENT DU LITTORAL



MEMOIRE de MAGISTER

Option :

Gestion et Surveillance de l'Environnement Marin et Littoral

Thème :

CARACTERISATION DES BIOCENOSES BENTHIQUES DES
COTES ALGERIENNES, EVOLUTION ET SUIVI

Présenté par : MAZOUZI Sakina

Soutenu le 18 Décembre 2014 devant le jury composé de :

Pro. BELKESSA R.	(Professeur - ENSSMAL)	: Président
Pro. HOUMA-BACHARI F.	(Professeur – ENSSMAL)	: Examineur
Pr. BOULAHIDID M.	(Professeur- ENSSMAL)	: Examineur
Pro. REBZANI-ZAHAF C.	(Professeur - USTHB)	: Directrice de thèse

À tous mes chers

REMERCIEMENT

Je suis très heureux de pouvoir exprimer ma gratitude à toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire de Magister. Mes plus vifs remerciements s'adressent à :

Mr. BELKESSA R., Professeur à l'ENSSMAL, qui me fait l'honneur de présider ce jury, en dépit de ses responsabilités académique et professionnelles. J'apprécie sa disponibilité bienveillante. Qu'il trouve ici, l'expression de ma profonde gratitude

Mme HOUMA-BACHARI F., Professeur à l'ENSSMAL, pour avoir accepté de faire partie du jury. Je tiens à la remercier pour tout ce qu'il m'a apporté tout au long de mes études. Qui par la création de cette post-graduation, m'a permis d'évoluer dans mes études J'ai pu apprécier au cours de mon cursus universitaire sa dimension scientifique. J'en profite pour lui exprimer ici ma plus profonde gratitude et mon profond respect.

M. BOULAHID M., Professeur à l'ENSSMAL pour avoir accepté d'examiner ce travail. Qu'il trouve également dans ces lignes le témoignage de ma respectueuse reconnaissance ;

Mme REBZANI-ZAHAF C., Professeur à l'USTHB qui par sa précieuse contribution à la réalisation de ce travail. Elle a encadré et dirigé cette étude. Par ses conseils et sa disponibilité elle a contribué au début ma formation en benthologie. Elle m'a fait bénéficier, de son expérience et de ses connaissances judicieuses. Je lui suis profondément reconnaissant pour l'intérêt qu'elle a porté à ce travail et pour l'empressement qu'elle a manifesté à le voir aboutir.

Ce travail n'aurait pu être réalisé sans l'aide efficace et précieuse de tous ceux qui, tant sur le terrain qu'au laboratoire, m'ont aidé. Ils sont nombreux, mais je tiens à remercier particulièrement :

Mes parents pour m'avoir soutenu tout au long de mes études : mes sœurs, Ainsi que mes amis et l'ensemble du staff de l'ENSSMAL, enseignants, travailleurs et étudiants.

Sans oublier l'équipe de laboratoire de biodiversité, biologie, écologie et environnement marin (LOBEM) FSB/USTHB.

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I : Généralités	3
1. La biosurveillance et l'utilisation des espèces benthiques pour l'évaluation de l'état de milieu marin.....	3
2. Synthèse sur les travaux relatifs à la macrofaune benthique des substrats meubles d'Algérie.....	5
2.1. Substrat meuble.....	5
2.2. Ports.....	5
3. Structure écologique.....	6
3.2. Des espèces à large répartition écologique	6
3.3. Des espèces indicatrices ou bioindicatrices	6
4. Structure trophique.....	7
4.1. Les suspensivores / filtreurs.....	7
4.2. Les dépositivores de surface	7
4.3. Les dépositivores de subsurface	7
4.4. Les carnivores / omnivores	8
CHAPITRE II : présentation de sites d'étude et méthodologies.....	9
1. Description de la zone d'étude.....	9
1.1. La Baie de Bou-Ismaïl	9
1.1.1. Situation géographique	9
1.1.2. Vents	10
1.1.3. Houles	10
1.1.4. Réseau hydrographique.....	10
1.1.5. Bathymétrie.....	11
1.1.6. Sédimentologie.....	12
1.1.7. Les sources de pollutions :	14
1.2. La baie d'Alger	15
1.2.1. Situation géographique	15
1.2.2. La houle.....	15
1.2.3. Les courants	16
1.2.4. Sédimentologie.....	18
1.2.5. Sources potentielles de pollution	18
1.3. Le port d'Alger	20
1.3.1. Position géographique.....	20

1.3.2.	Historique.....	21
1.3.3.	Configuration et Infrastructures.....	22
1.3.4.	Les différentes sources de pollution.....	24
2.	Choix des points de prélèvement.....	24
2.1.	Au niveau de la baie de Bou-Ismaïl.....	25
2.2.	Au niveau de la baie d'Alger.....	26
3.	Méthode d'études.....	27
3.1.	Échantillonnage.....	27
3.2.	Traitements des prélèvements.....	28
3.2.1.	Tri sur le bateau.....	28
3.2.2.	Conservation.....	28
3.2.3.	Tri au laboratoire.....	28
3.2.4.	Identification.....	29
3.3.	Méthodes d'analyse des paramètres physicochimiques :.....	29
3.3.1.	La température.....	29
3.3.2.	Le potentiel hydrogène.....	29
3.3.3.	L'Oxygène dissous.....	30
3.3.4.	La salinité.....	30
3.3.5.	La matière en suspension (MES).....	30
3.4.	Analyse et traitement des données.....	30
3.4.1.	Analyse qualitative et quantitative du peuplement.....	31
3.4.2.	Analyse de la structure du peuplement.....	32
3.4.3.	L'analyse en composantes principales (ACP).....	35
3.4.4.	Classification Ascendante Hiérarchique (CAH).....	35
CHAPITRE III : Résultats, interprétation et discussion.....		36
1.	La baie de Bou-Ismaïl.....	36
1.1.	Analyse qualitative et quantitative du peuplement.....	36
1.1.1.	Richesse qualitative et quantitative du peuplement.....	36
1.2.	Analyse de la structure des peuplements.....	44
1.2.1.	Indice de diversités (indice de Shannon (H') et indice d'équitabilité (E)).....	44
1.2.2.	Diagramme rang-fréquence.....	45
1.2.3.	États d'équilibre des peuplements.....	47
1.2.4.	Classification des peuplements.....	48
2.	La baie d'Alger (Sablettes).....	50
2.1.	Analyse qualitative et quantitative du peuplement.....	50

2.1.1.	Richesse qualitative et quantitative du peuplement	50
2.2.	Analyse de la structure des peuplements :	56
2.2.1.	Indice de diversités (indice de Shannon (H') et indice d'équitabilité (E)).....	56
2.2.2.	Diagramme rang-fréquence.....	57
2.2.3.	Etats d'équilibre des peuplements	58
2.2.4.	Classification des peuplements.....	58
3.	Le port d'Alger	59
3.1.	Analyse qualitative et quantitative du peuplement	59
3.1.1.	Richesse qualitative et quantitative du peuplement	59
3.2.	Analyse de la structure des peuplements.....	76
3.2.1.	Indice de diversités (indice de Shannon (H') et indice d'équitabilité (E)).....	76
3.2.2.	Les diagrammes Rang-Fréquence.....	77
3.2.3.	Etat d'équilibre des peuplements.....	82
3.2.4.	Classification des peuplements.....	82
4.	La classification ascendante hiérarchique.....	83
4.1.	La baie de Bou-Ismaïl	83
4.2.	La baie d'Alger	83
4.3.	Le port d'Alger	83
5.	L'analyse en composantes principales (ACP).....	87
5.1.	La baie de Bou-Ismaïl	87
5.2.	le Port d'Alger.....	91
5.3.	La baie d'Alger (Sablette).....	94
	Conclusion générale	98
	Reference bibliographiques	101
	Annexes	100

Liste des figures

Figure 1 : localisation géographique de la baie de Bou-Ismaïl (Google earth, 2014).	9
Figure 2 : Le réseau hydrographique de la baie de Bou-Ismaïl.....	11
Figure 3 : La carte bathymétrique de la baie de Bou-Ismaïl (Leclaire, 1972).....	11
Figure 4 : Carte sédimentologique de la baie de Bou-Ismaïl. (LEM, 1998 <i>in</i> Kassar, 2011).....	12
Figure 5 : la carte sédimentaire de la baie de Bou-Ismaïl (Bakalem, 2008).....	13
Figure 6 : Carte des pressions naturelles et anthropiques dans la baie de Bou-Ismaïl. (Belkessa et al., 2008 ; Al Sid ChiKh et al.,2009).....	14
Figure 7 : Situation géographique de la baie d'Alger. (S.H.F.M., 2000 ; <i>modifiée</i>).....	15
Figure 8 : Circulation des eaux superficielles dans la méditerranée (Millot et Taupier-Letage, 2005 ; <i>modifiée</i>)	16
Figure 9 : Bilan des courants dans la baie d'Alger. (LEM, 1998).....	17
Figure 10 : Nature du fond de la baie d'Alger. (Maouche, 1987).....	18
Figure 11 : Principaux rejets d'eaux usées dans la baie d'Alger (Rebzani-Zahaf, 2003).	20
Figure 12 : situation de port d'Alger (Rebzani-Zahaf, 2003).....	21
Figure 13 : Configuration du port d'Alger (Rebzani-Zahaf, 2003).....	22
Figure 14 : infrastructure du port d'Alger (Rebzani-Zahaf, 2003).....	24
Figure 15 : stations de prélèvement au niveau de la baie de Bou-Ismaïl.	25
Figure 16 : points de prélèvement au niveau de port d'Alger.	26
Figure 17 : situation géographique de la Sablette (image Google earth 2014)	27
Figure 18 : Évolution théorique de l'allure des diagrammes rang - fréquence selon les stades de la succession écologique notés 1, 1', 2 et 3 sur le graphique (<i>modifiée</i> d'après Frontier 1976, 1977, 2008 et Rebzani-Zahaf, 2003).	34
Figure 19 : densité, abondance et dominance des espèces dans la station 2 au niveau de la baie de Bou-Ismaïl.....	41
Figure 20 : densité, abondance et dominance des espèces dans la station 4 au niveau de la baie de Bou-Ismaïl.....	41
Figure 21 : densité, abondance et dominance des espèces dans la station 5 au niveau de la baie de Bou-Ismaïl.....	42
Figure 22 : densité, abondance et dominance des espèces dans la station 6 au niveau de la baie de Bou-Ismaïl.....	42
Figure 23 : courbes de la richesse spécifique et d'indice de Shannon et d'équitabilité	44
Figure 24 : diagramme rang-fréquence des stations S5 et S6 dans la baie de Bou-Ismaïl.	46
Figure 25 : densité, abondance et dominance des espèces dans la station P1 au niveau de la baie d'Alger	53
Figure 26 : densité, abondance et dominance des espèces dans la station P2 au niveau de la baie d'Alger	53
Figure 27 : densité, abondance et dominance des espèces dans la station P4 au niveau de la baie d'Alger	54
Figure 28 : densité, abondance et dominance des espèces dans la station P5 au niveau de la baie d'Alger	54
Figure 29 : densité, abondance et dominance des espèces dans la station P6 au niveau de la baie d'Alger.....	55
Figure 30 : dominance des groupes zoologique au niveau des stations.....	55
Figure 31 : courbes de la richesse spécifique et d'indice de Shannon et d'équitabilité	57
Figure 32 : densité, abondance et dominance des espèces dans la station 1 au niveau du port d'Alger	69
Figure 33 : densité, abondance et dominance des espèces dans la station 2 au niveau du port d'Alger	69

Figure 34 : densité, abondance et dominance des espèces dans la station 3 au niveau du port d'Alger	70
Figure 35 : densité, abondance et dominance des espèces dans la station 4 au niveau du port d'Alger	70
Figure 36 : densité, abondance et dominance des espèces dans la station 5 au niveau du port d'Alger	71
Figure 37 : densité, abondance et dominance des espèces dans la station 6 au niveau du port d'Alger	71
Figure 38 : densité, abondance et dominance des espèces dans la station 7 au niveau du port d'Alger	72
Figure 39 : densité, abondance et dominance des espèces dans la station 7 au niveau du port d'Alger	72
Figure 40 : dominance des groupes zoologiques dans les différentes stations au niveau de port d'Alger	73
Figure 41 : courbes de richesse spécifique et d'indice de Shannon et d'équitabilité	76
Figure 42 : Diagramme Rang-Fréquence au niveau de bassin de vieux port	79
Figure 43 : diagramme Rang-Fréquence au niveau de bassin de l'Agha	80
Figure 44 : diagramme Rang-Fréquence au niveau de bassin de Mostapha	81
Figure 45 : dendrogrammes de la classification ascendante hiérarchique des stations au niveau de la baie de Bou-Ismaïl et la baie d'Alger	85
Figure 46 : dendrogrammes de la classification ascendante hiérarchique des stations au niveau du port d'Alger	86
Figure 47 : Projection des variables de milieu et les variables de diversité sur les trois plans retenus (I-II ; I-III et II-III)	89
Figure 48 : Projection des stations sur les trois plans retenus (I-II ; I-III et II-III)	90
Figure 49 : Projection des variables sur le plan I-II (Port d'Alger)	93
Figure 50 : Projection des stations sur le plan I-II (Port d'Alger)	93
Figure 51 : Projection des variables sur les différents plans (la baie d'Alger)	96
Figure 52 : Projection des stations sur les trois plans (baie de d'Alger)	97

Liste des tableaux

Tableau 1 : coordonnées géographiques, profondeur et nature de fond des stations :	25
Tableau 2 : paramètres physicochimiques des stations :	26
Tableau 3 : localisation des stations dans le port :	26
Tableau 4 : la richesse spécifique de la baie de Bou-Ismaïl.	36
Tableau 5 : abondance, densité et dominance de la station 2	37
Tableau 6 : abondance, densité et dominance des espèces de la station 4 :	37
Tableau 7 : abondance, densité et dominance des espèces de la station 5.....	38
Tableau 8 : abondance, densité et dominance des espèces de la station 6.....	39
Tableau 9 : fréquences des espèces de la baie de Bou-Ismaïl.	43
Tableau 10 : indices de Shannon (H') et d'équitabilité (E).....	44
Tableau 11 : classification des stations selon l'indice d'équitabilité E (Rebzani-Zahaf, 2003):.....	47
Tableau 12 : critère de classification des peuplements (Rebzani-Zahaf, 2003)	48
Tableau 13 : classification des peuplements au niveau de la baie de Bou-Ismaïl	49
Tableau 14 : la richesse spécifique de la baie de la baie d'Alger	50
Tableau 15 : abondance, densité et dominance des espèces de la station P1	50
Tableau 16 : abondance, densité et dominance des espèces de la station P2	51
Tableau 17 : abondance, densité et dominance des espèces de la station P4	51
Tableau 18 : abondance, densité et dominance des espèces de la station P5	51
Tableau 19 : abondance, densité et dominance des espèces de la station P6	52
Tableau 20 : fréquence des espèces de la baie d'Alger	56
Tableau 21 : richesse spécifique (S), indices de Shannon (H') et d'équitabilité (E).....	57
Tableau 22 : classification des stations selon l'indice d'équitabilité E	58
Tableau 23 : la richesse spécifique au niveau des différentes stations :	59
Tableau 24 : abondance, densité et dominance des espèces de la station 1 :	60
Tableau 26 : abondance, densité et dominance des espèces de la station 3.....	62
Tableau 27 : abondance, densité et dominance des espèces de la station 4.....	63
Tableau 28 : abondance, densité et dominance des espèces de la station 5.....	64
Tableau 29 : abondance, densité et dominance des espèces de la station 6.....	65
Tableau 30 : abondance, densité et dominance des espèces de la station 7.....	66
Tableau 31 : abondance, densité et dominance des espèces de la station 8.....	67
Tableau 32 : fréquence des espèces de la baie d'Alger	74
Tableau 33 : richesse spécifique (S) indices de Shannon (H') et d'équitabilité (E).....	76
Tableau 34 : classification des stations selon indice d'équitabilité E :	82
Tableau 35 : classification des peuplements au niveau du port d'Alger	82
Tableau 36 : Extraction des composantes principales et les valeurs propres des trois axes retenus	87
Tableau 37 : Contribution des variables à la formation des axes (cercle de corrélation).	88
Tableau 38 : Extraction des composantes principales et les valeurs propres des trois axes retenus	91
Tableau 39 : Contribution des variables à la formation des axes (Port d'Alger).	91
Tableau 40 : Extraction des composantes principales et les valeurs propres des trois axes retenus	94
Tableau 41 : Contribution des variables à la formation des axes (la baie d'Alger).....	94

INTRODUCTION

INTRODUCTION

L'Algérie renferme une diversité taxonomique et écosystémique, paysagère et culturelle très importante. Malheureusement, d'importantes menaces pèsent sur ce patrimoine qui se trouve soumis à des risques importants de dégradation. Les menaces et les pressions qui pèsent sur la biodiversité sont d'ordre naturelles (changements climatiques,...) et anthropiques (pollution, tourisme,...)

Les écosystèmes marins et littoraux sont confrontés à de très fortes pressions anthropiques qui affectent négativement l'état de la biodiversité. L'évacuation des rejets urbains et industriels directement en mer par voie d'émissaires s'est révélé l'une des principales causes de la détérioration de l'écosystème côtier en Algérie engendrant des dysfonctionnements des différents compartiments physique et biologique de cet écosystème.

Cette perturbation de l'état de la mer nécessite une réflexion sur les différentes méthodes à fin de comprendre ce dysfonctionnement et dans la moindre mesure à réduire les effets de la pollution sur le milieu marins. Dans ce but les principales tâches actuelles des scientifiques est de mesurer et prévoir les effets de l'activité humaine sur l'environnement en général et marin en particulier (Keough et Quinn, 1991 *in* Frouin, 1996).

Plusieurs méthode d'étude sont utilisées notamment l'étude de la structure des communautés benthiques en particulier la caractérisation des biocénoses de substrat meuble.

Le milieu sédimentaire et la macrofaune benthique sont deux éléments importants permettant d'analyser les écosystèmes marins côtiers.

La macrofaune de substrat meuble constitue un indicateur pertinent du niveau de perturbation des écosystèmes marins côtiers et profonds. Ces organismes constituent un important maillon de la chaîne alimentaire des milieux aquatiques, puisqu'ils sont une source de nourriture primaire pour plusieurs espèces de poissons, d'amphibiens et d'oiseaux (Touzin, 2008). La capacité de la macrofaune à traduire les modifications environnementales est liée :

- à la faible mobilité de ces organismes qui sont donc souvent directement affectés par les sources de perturbations potentielles (Olsgard et Gray, 1995 ; Rosenberg, 2001 ; Shin et al., 2004).
- à leur durée de vie longue qui leur permet d'intégrer l'action des perturbations sur des échelles de temps significatives.
- à l'existence d'un large spectre de sensibilité et de tolérance écologique suivant la nature et les adaptations des organismes considérés (Pearson et Rosenberg, 1978 ; Ferraro et Cole, 1995 ; Grall et Glemarec, 1997 ; Paiva, 2001 ; Mendez, 2002 ; Lancellotti et Stotz, 2004)

Les espèces benthiques et tout particulièrement certaines espèces d'annélides polychètes reflètent les conditions des milieux non seulement au moment de leur prélèvement, mais aussi depuis le moment où elles se sont développées dans leur biotope ; l'étude des espèces benthiques est donc très riche en enseignements dans la mise en évidence des perturbations des écosystèmes et des modifications des conditions environnementales qu'elles soient d'origine naturelle ou anthropique (Rebzani-Zahaf, 2003).

INTRODUCTION

Les travaux de bionomie benthique : identification, caractérisation et cartographie des peuplements macrobenthiques des fonds meubles, sont rares en Algérie. Les quelques travaux disponibles sont très limités dans le temps et l'espace et ils sont faite d'une manière anarchique.

Les recherches sur la biodiversité marine posent un défi considérable en raison de l'immensité et de la difficulté d'accès des écosystèmes marins (Gray, 1997).

Dans ce présent travail, l'étude de la caractérisation les biocénoses benthiques de substrat meuble de la côte Algéroise, a été réalisée sur trois sites différents dans le but de mettre en évidence l'état de santé de ces sites.

L'analyse qualitative et quantitative des peuplements, l'étude de la richesse (dominance, densité, fréquence ...) des peuplements sa structure (indice de Shannon et indice d'équitabilité et Diagramme Rang-Fréquence), les analyses multivariées (analyse des composantes principale) et on a opté à la méthode de classification (Classification Hiérarchique Ascendante) ont pu divisés ces sites d'études en différentes zones vis-à-vis de l'état de santé de ces sites.

Ce travail comprend :

- Dans le premier chapitre, une synthèse bibliographique
- Dans le deuxième chapitre, une description détaillée des sites d'études, la méthodologie utilisée au laboratoire pour réaliser cette étude ainsi que les analyses statistiques adoptées.
- Le troisième chapitre est consacré pour les résultats et les interprétations.

Une conclusion générale à la fin de ce document.

CHAPITRE I

Généralités

1. La biosurveillance et l'utilisation des espèces benthiques pour l'évaluation de l'état de milieu marin

Pendant de nombreuses années, les méthodes d'évaluation de la qualité de l'environnement marin reposaient presque exclusivement sur des mesures de paramètres chimiques de l'eau et des sédiments (Munawar et al., 1995). D'autres méthodes plus récentes utilisant les paramètres biologiques, physiques et biochimiques des organismes vivants, tant à l'échelle du simple individu que des écosystèmes entiers, sont venues combler les lacunes inhérentes aux analyses strictement chimiques (Daby, 2006 ; Kaiser, 2001; Markert et al., 2003). Certaines espèces sont plus sensibles que d'autres et nécessitent des conditions particulières pour se maintenir dans leur milieu naturel. Lorsque les conditions du milieu naturel sont altérées, par exemple dans le cas de contamination par des polluants, ces espèces peuvent être affectées de plusieurs façons reflétant ainsi le déséquilibre des conditions initiales du milieu naturel. De telles espèces sont appelées indicateurs biologiques (ou indicateurs écologiques) en raison de leur capacité à caractériser l'état d'un écosystème soumis à un stress environnemental, ainsi qu'à permettre de détecter ou prévoir des changements significatifs pouvant survenir à l'intérieur de ce même écosystème (Kaiser, 2001 ; Sammarco et al., 2007).

Les organismes et communautés benthiques se révèlent être particulièrement adaptés pour l'évaluation de l'état des écosystèmes dans lesquels ils se développent (Gray et Pearson, 1982 ; Pearson et Rosenberg, 1978 ; Warwick, 1986 ; Warwick, 1993 ; Dauer, 1993 ; Fano et al, 2003 in Grall et Coic, 2006, Touzin, 2008).

Le macrozoobenthos, en tant que maillon intermédiaire de la chaîne alimentaire, intègre rapidement les modifications des caractéristiques environnementales. Le suivi de la faune macrozoobenthique permet d'étudier les conséquences de ces évolutions naturelles et anthropiques, tout en intégrant les modifications biotiques et abiotiques du milieu (Timsit et al., 2004).

L'évaluation de la qualité des eaux littorales et le suivi des impacts des activités anthropiques sur le milieu marin font généralement appel à la mesure de :

- paramètres physico-chimiques et écotoxicologiques de l'eau et du sédiment. Les paramètres les plus couramment mesurés sont l'oxygène dissous, le pH, la conductivité spécifique, la température, les matières solides dissoutes, la turbidité.
- Les paramètres biologiques mesurés ont longtemps été limités à la chlorophylle a et aux bactéries coliformes fécales (Grall et Coic, 2006).

Cependant, ces paramètres pouvant varier naturellement entre différents habitats, ils n'ont qu'une valeur descriptive de l'écosystème et permettent difficilement d'en déduire la qualité et encore moins les impacts d'activités anthropiques ou de pollution. Ils illustrent de plus l'état du système à un instant "t" particulier sans pouvoir détecter les tendances ou les effets à long terme des perturbations (Grall et Coic, 2006).

Parmi les communautés biologiques, les communautés de macroinvertébrés benthiques sont les plus utilisées pour évaluer l'état de santé global des écosystèmes aquatiques (Ce sont des

organismes visibles à l'œil nu, tels que les mollusques, les crustacés et les vers, qui habitent le fond des cours d'eau et des lacs) (Hellawell, 1986 ; Barbour et al., 1999; WFD, 2003 in Touzin, 2008). Ces organismes constituent un important maillon de la chaîne alimentaire des milieux aquatiques, puisqu'ils sont une source de nourriture primaire pour plusieurs espèces de poissons, d'amphibiens et d'oiseaux (Touzin, 2008).

Du point de vue du benthique, les principaux stress correspondent à des hypoxies engendrées par des excès en matière organique créant une forte demande en oxygène, ou bien par les excès de contaminants chimiques (hydrocarbures, pesticides, PCB, Métaux lourds...).

- Leur sédentarité et leur mobilité limitée les empêchant de fuir les perturbations leur permet de donner une illustration fiable des conditions du site où ils se sont développés et où ils ont été récoltés, contrairement aux poissons et autres espèces mobiles ;
- Leur cycle de vie varié ;
- Les peuplements se composant de multiples espèces, ayant des sensibilités spécifiques et des réponses différentes aux perturbations, leur structure reflète directement le stress subit par les organismes. Cette propriété permet de constituer des groupes fonctionnels caractéristiques des niveaux de perturbation ;
- Enfin les organismes benthiques ayant une durée de vie assez courte, les effets d'une pollution ponctuelle 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
- ils sont faciles à récolter et on peut les identifier ;
- ils intègrent le facteur temps ainsi que les variations des conditions chimiques, physiques et biologiques de l'eau ;
- leur grande diversité et leur tolérance variable à la pollution et à la dégradation de l'habitat.
- ils possèdent un niveau de tolérance à la pollution qui est variable (Gagnon et Pedneau, 2006, Touzin, 2008).

Le suivi des espèces benthiques est utile pour :

- évaluer l'état de santé global des écosystèmes aquatiques ;
- suivre l'évolution de l'état de santé des écosystèmes aquatiques au fil du temps ;
- évaluer et vérifier l'effet d'une source de pollution connue sur l'intégrité de l'écosystème ;
- évaluer les impacts des efforts de restauration (habitat et qualité de l'eau) ;
- apporter un complément biologique au programme de surveillance de la qualité bactériologique et physicochimique des écosystèmes aquatiques ;
- documenter la biodiversité des espèces benthiques dans les écosystèmes aquatiques (Moisan et Pelletier, 2008).

Ainsi, la composition et la structure des peuplements sont directement liées aux conditions environnementales et l'étude de ces caractéristiques permet une mesure directe des conditions du milieu ;

Les effets des perturbations sur les organismes peuvent s'exprimer au niveau de l'espèce ou au niveau d'un peuplement dans son ensemble et permettent de développer différentes techniques permettant d'étudier l'état d'un milieu.

2. Synthèse sur les travaux relatifs à la macrofaune benthique des substrats meubles d'Algérie

2.1. Substrat meuble

Les travaux consacrés à la macrofaune benthique des substrats meubles de la côte algérienne demeurent très insuffisants et localisés aux fonds côtiers : (Bakalem, 1979 ; Bakalem et Romano 1983, 1996, Bakalem A., 1981a, b, c, d ; Hassam, 1991 ; Oulmi, 1991, Kerfouf, 1997 ; Amar, 1998 ; Grimes et Arkam, 1998 ; Grimes et *al.*, 1998 ; Grimes, 2004 ; Bakalem, 2008 ; Bakalem et Romano, 1978 ; Bakalem et Romano, 1982 ; Bakalem et Dauvin, 1995 ; Bakalem et *al.*, 1986 ; Bakalem, Messili et Romano, 1990 ; Bakalem et *al.*, Romano, 1996 ; Bakalem et *al.*, 1988 ; Bakalem et *al.*, 1990). Quelques études apportent des éléments très fragmentaires (Dauzenberg, 1895 ; Locard, 1898; Chevreux, 1909, 1910; Seurat, 1927, 1932; Dieuzeïde, 1933, 1940, 1950; Vaissière et Fredj, 1963; Pérès, 1955; Picard, 1955 ; Vaissière et Fredj, 1963; Dieuzeïde et Roland, 1957; Gauthier, 1955; Devries, 1957; Petit, 1972 ; Mouëza, 1975; Louis, 1980; Vaissière et Fredj, 1963; Bakalem et Romano, 1978; Abada-Boudjema, 1983 ; Boubezari, 1992). D'autres travaux portent sur des groupes zoologiques limités ou traitent essentiellement de la dynamique des populations de quelques espèces (Mouëza, 1975, Grimes, 1994 ; Refes, 1994) ou ceux plus anciens relatifs au benthos des fonds chalutables (Le Danois, 1925; Spack, 1931; Délye, 1957). Dieuzeïde et Goëau-Brissonnière (1951), Molinier et Picard (1952), Le Gall (1969), Boumaza (1995) et Semroud (1992) ont abordés, entre autres, des aspects liés au benthos des herbiers et des phanérogames de la côte algéroise tout particulièrement. Falconetti (1970) aborde quant à lui la diversité des fonds de maërl de la région de Bou Ismail.

2.2. Ports

Concernant la macrofaune benthique des milieux portuaires, les premiers travaux ont été à l'initiative de Bakalem et Romano (1985) au port d'Alger et par ces mêmes auteurs en 1986 au port de Bejaia. Rebzani-Zahaf et *al.* (1992) a réalisé une étude complète sur les peuplements portuaires d'Alger, notamment sur les aspects zoologiques et la pollution. Au milieu des années 1990, nous avons initié un programme pour la caractérisation de l'ensemble des milieux portuaires algériens (Grimes et Bakalem, 1993, Grimes et Arkam, 1998, Grimes et Gueraini, 2001 a et b, Grimes, 2004) et dont la présente étude fait le point sur les résultats majeurs. L'intérêt porté à ces milieux est lié à trois facteurs :

- les aménagements portuaires eux-mêmes,
- les activités portuaires
- les diverses pollutions qui sont déversées dans ces enceintes.

L'essentiel des travaux a porté sur le port d'Alger (Bakalem et Romano, 1985 ; Bakalem et *al.*, 1986 ; Bakalem et Romano, 1988, a, b et c ; Rebzani- Zahaf et *al.*, 1988 ; Bakalem et *al.*, 1989 ; Rebzani-Zahaf, 1990 ; Rebzani-Zahaf et *al.*, 1997 ; Rebzani-Zahaf, 2003 ; Bakalem, 2009) ; le port de Béjaia (Bakalem et Romano, 1989 ; Grimes et *al.*, 1998, Rebzani-Zahaf, 2003), les indices biotiques (Bakalem et *al.*, 2009 ; Grimes et *al.*, 2010). D'autres ports ont été l'objet d'intérêt comme l'ancien port de Skikda (Grimes et Bakalem, 1993 ; Grimes et Arkam, 1998),

le port de Djendjen (Grimes et Gueraini, 2001), le port de Jijel (Grimes et Gueraini, 2001), le port d'Oran (Grimes et Boudjakdji, 1996 ; Grimes, 1998), le port d'Annaba (Grimes et *al.*, 1998), ainsi que le nouveau port de Skikda (Grimes et Arkam, 1998). Enfin, quelques synthèses ont également fait l'objet de travaux (Grimes, 1998a ; 1998b ; 2004).

3. Structure écologique

La signification écologique d'une espèce correspond à son affinité vis à vis du substrat (la fraction sédimentaire qui lui convient) et à sa capacité à traduire la qualité des fonds qu'elle occupe (pollué, très pollué, enrichi, propre...)

3.1.Des espèces caractéristiques exclusives

C'est-à-dire strictement inféodées, quelle que soient leur abondance et leur dominance à un biotope donné ; Comme l'a noté Lechapt et *al.* (1993) in Rebzani-Zahaf (2003), il paraît utile de rappeler qu'une espèce caractéristique est liée à une structure biocénotique particulière. Les espèces caractéristiques ont été identifiées par Pérès et Picard (1964). Ces espèces caractéristiques sont largement utilisées dans les approches typologiques ; c'est-à-dire descriptives, de structures écologiques assimilables à des communautés (ou biocénoses).

3.2.Des espèces à large répartition écologique

Elles sont ubiquistes et présentes dans divers types de biotopes ; elles sont capables, par exemple, de supporter des conditions d'envasement ou d'enrichissement organique de fond (Rebzani-Zahaf, 2003).

3.3.Des espèces indicatrices ou bioindicatrices

Rebzani-Zahaf (2003) a décrit :

- **Les espèces indicatrices de pollution (IP)**

Ce groupe d'espèces a été décrit par plusieurs auteurs notamment Reish (1959), Bellan (1964) et Bellan (1993) et Pérès et Picard (1964) signale que les indicateurs biologiques les plus connus sont les « espèces indicatrices de pollution organique » ; il remarque que la teneur en carbone organique du sédiment est comprise entre 2 et 10g pour 100g ; il s'agit de *Capitella capitata*, *Cardium exigum*, *Cirriiformis (Audouinia) tentaculata*, *Malacoceros (Scolelepis) fuliginosus*, *Nereis caudata*, et *Staurocaphalus (Dorvillea) rudolphii*. Ces espèces sont d'abord faiblement représentées puis au fur et à mesure que le milieu s'anthropise, elles deviennent plus abondantes, finalement seules *Malacoceros fuliginosus* et *Capitella capitata* subsistent ; cette dernière résistera aux conditions les plus extrêmes.

Les indicateurs biologiques les plus connus dans le domaine marin sont ceux désignés comme « espèces indicatrices de pollution organiques » (Bellan, 1993). Cet auteur signale que la teneur en carbone organique est comprise entre 2 et 10 g pour 100 g de sédiment.

Ceci a nettement été observé au cours de notre étude et nous avons séparé en deux groupes ces espèces ; ainsi nous avons :

- **IP d'ordre 1 (IP1)** : *Capitella capitata* et *Malacoceros (Scolelepis) fuliginosus* ; elles sont beaucoup plus résistantes et peuvent subsister soit ensemble soit séparément en fonction du siège de la pollution (eau, sédiment)

- **IP d'ordre 2 (IP2)** : *Cirriiformis (Audouinia) tentaculata*, *Cardium exigum*, *Nereis caudata*, *Polydora antennata* et *Staurocaphalus (Dorvillea) rudolphii* ; ces espèces résistent assez mal à une trop forte pollution comme l'ont signalée Nodot *et al.* (1984).

4. Structure trophique

Les organismes benthiques sont capables de trouver leur source de nourriture dans trois principaux types d'environnement :

- le sédiment,
- à l'interface eau-sédiment,
- la colonne d'eau au-dessus du sédiment (Ponsero et Sturbois, 2012).

L'étude de la diversité fonctionnelle est basée sur la reconnaissance préalable des groupes trophiques des différents taxons rencontrés. Chaque groupe trophique est identifié sur la base du comportement et des habitudes alimentaires (Chaouti et Bayed, 2011).

Les habitudes alimentaires de la macrofaune benthique doivent être considérées car les associations entre espèces se font en fonction non seulement des facteurs abiotiques mais aussi des facteurs biotiques (association, compétition, ...) (Rebzani-Zahaf, 2003).

Rebzani-Zahaf, (2003) a classé les espèces selon les groupes trophiques suivant :

4.1. Les suspensivores / filtreurs

Ils filtrent le matériel en suspension. Les particules nutritives en suspension sont capturées dans la colonne d'eau ; les organismes déploient leurs appendices ou forment des gangues muqueuses sur lesquelles viennent se déposer les particules transportées par les courants. Ils aspirent l'eau qu'ils dirigent vers des appareils de filtrage pour en récupérer les particules nutritives. Il s'agit par exemple de *Corbula gibba*, *Venerupis aurea* et *Venerupis decussatus*.

4.2. Les dépositivores de surface

Ces organismes se nourrissent à l'interface eau-sédiment en collectant les particules organiques déposées. Ces particules nutritives sont capturées après qu'elles se seraient déposées à la surface du sédiment. Tous les mouvements du corps sont impliqués dans la capture de la nourriture et les organismes sont alors généralement mobiles ; ces espèces combinent des déplacements aussi bien dans la colonne d'eau (nage) que dans le sédiment (labourage, fouissage) pour augmenter leur chance d'accéder à de nouvelles ressources nutritives ; nous citerons quelques espèces comme *Malacoceros fuliginosus*, *Melina palmata*, *Pariambus typicus*, *Phtisica marina*.

4.3. Les dépositivores de subsurface

Ce sont des organismes qui vivent dans des sédiments dégradés et se nourrissent plus ou moins de matériels divers (matière organique dissoute, utilisation de méthane, débris végétaux,

produits de dégradation bactérienne). Les particules nutritives sont récupérées plus profondément dans le sédiment que les dépositivores de surface. Nous citerons comme espèces : *Capitella capitata*, *Audouinia tentaculata*, *Tharyx marioni*, *Chaetozone setosa*, *Heteromastus filiformis*, *Notomastus latericeus*, *Prionospio malmgreni*.

La séparation réalisée entre ces deux groupes repose sur une distinction entre dépôts de surface et dépôts sub-superficiels, en raison de la dégradation plus avancée de la matière organique à l'intérieur du sédiment et des phénomènes plus généraux liés à la bioturbation (Bachelet, 1981).

4.4. Les carnivores / omnivores

Les espèces prédatrices sont dans ce groupe. Il s'agit des carnivores stricts et des nécrophages. La plupart des Polychètes errantes telles que *Glycera alba*, *G. cnvoluta*, *Lumbrinereis latreilli*, *L. impatiens*, *Pholoe minuta*, *Nephtys hombergii*, *Nereis caudata* et des Crustacés *Pagarus cuanensis*, *Apseudes africanus orientalis*, *A. latreilli méditerranéen* appartiennent à ce type de régime trophique.

Certaines espèces peuvent adapter leur mode d'alimentation en fonction des conditions du milieu ; elles sont soit suspensivores et récoltent les particules dans la colonne d'eau, soit dépositivores de surface et se nourrissent à la surface du sédiment ; c'est le cas de *Abra alba*.

CHAPITRE II

***Présentation de sites d'étude
et méthodologies***

1. Description de la zone d'étude

1.1. La Baie de Bou-Ismaïl

1.1.1. Situation géographique

La baie de Bou Ismaïl (ex-Castiglione) se situe à l'Ouest d'Alger dans la wilaya de Tipaza entre 2° 20' E et 2° 55' E. Elle est délimitée à l'Ouest par le cap du mont Chenoua et Ras Acrata à l'Est (dans la baie d'El Djamila).

Elle couvre une superficie de 350 Km². L'ouverture de la baie est de l'ordre de 40 Km.

Cette baie peut être divisée en quatre zones géographiques :

- la baie d'El Djamila limitée à l'est par Ras Acrata et à l'ouest par la presqu'île de Sidi Fredj. Au niveau de cette baie débouche l'oued Beni Messous ;
- le secteur Sidi Fredj - Oued Mazafran, constitué de plage de sables fins sur environ 12 km ;
- une côte rocheuse, faisant suite au secteur ci-dessus, longue de 30 km dont la limite à l'ouest est Tipaza ;
- la baie du Chenoua débute à partir de Tipaza ; elle est bordée dans sa partie ouest par le massif du Chenoua. L'oued Nador se jette dans cette baie.

Les deux premières zones constituent le secteur ouest et les deux dernières le secteur Est (Bakalem, 2008).



Figure 1 : localisation géographique de la baie de Bou-Ismaïl (Google earth, 2014).

1.1.2. Vents

En baie de Bou-Ismaïl, le vent d'Est souffle du mois de juin au mois de septembre. Il peut être violent, sa force peut atteindre entre 15 et 20 m/s durant 3 à 4 jours consécutifs. Les vents les plus violents soufflent de décembre à mars et proviennent de l'Ouest. (Asso, 1982)

Les vents les plus fréquents sont de direction ouest. La période hivernale est caractérisée par une dominance des vents d'ouest. Lors de la saison estivale les vents les plus fréquents sont les vents d'est. La vitesse des vents les plus fréquents est comprises entre 3 à 5 m/s. Les vents les plus violents sont issus du secteur ouest.

1.1.3. Houles

La houle est le facteur le plus important dans la dynamique sédimentaire des petits fonds. La direction de propagation de la houle est liée à celle du vent et longueur d'onde de la houle (Bonnefille, 1976).

Les houles présentent des variations saisonnières très nettes :

- en hiver, les houles dominantes sont de direction ouest et nord-ouest. Ces houles arrivent perpendiculairement à la côte et quelle que soit la morphologie de fonds elles engendrent seulement une remise en suspension des éléments fins du sédiment ;
- en été, les houles dominantes sont de direction nord et nord-est. Ces houles ont une direction presque tangente à la côte, cela induit une dérive littorale de l'est vers l'ouest qui étale le sédiment sur le fond ou l'achemine vers les régions situées à l'ouest (Leclair, 1972).

1.1.4. Réseau hydrographique

Deux cours d'eau déversent dans la baie de Bou-Ismaïl, l'oued Mazafran et l'oued Nador :

- **L'oued Mazafran** se situe à 30 km à l'Ouest d'Alger, il prend naissance à la jonction de l'oued Chiffa et l'oued Djer. Le bassin versant couvre une superficie de 1850 km². L'oued débouche dans la mer entre Douaouda et Zeralda avec un débit de 7,566 m³/s pendant la période de décembre à avril avec une moyenne annuelle de 43,8 millions de m³, cet oued est marqué par un long étiage qui dure de juin à décembre représentant 17,38 % du déversement liquide annuel (Benzohra, 1993).
- **L'oued Nador** se situe entre Tipaza et le Mont Chenoua, il regroupe trois oueds, Bou Yersen, Bou Ardon et Merrad, son étendue est de 230 km² avec un débit de 0,89 m³/s. Ces oueds jouent un rôle très important dans les apports en eaux usées (Benzohra, 1993).

Les apports de l'oued Nador comparés à ceux du Mazafran sont beaucoup plus modestes ; cet oued constitue la principale source d'apports solide et liquide dans la baie du Chenoua (Bakalem, 2008).

1.1.6. Sédimentologie

Le plateau continental algérien est fragmenté et discontinu extrêmement réduit et il disparaît en bordure des massifs montagneux côtiers ou des côtes élevées, il se développe près des côtes basses.

La sédimentation dans les baies et les golfes algériens est d'origine doubles :

- Biogènes à partir des peuplements planctoniques et benthiques.
- Terrigènes dues essentiellement aux apports solides des oueds.

Cette dernière est la plus importante.

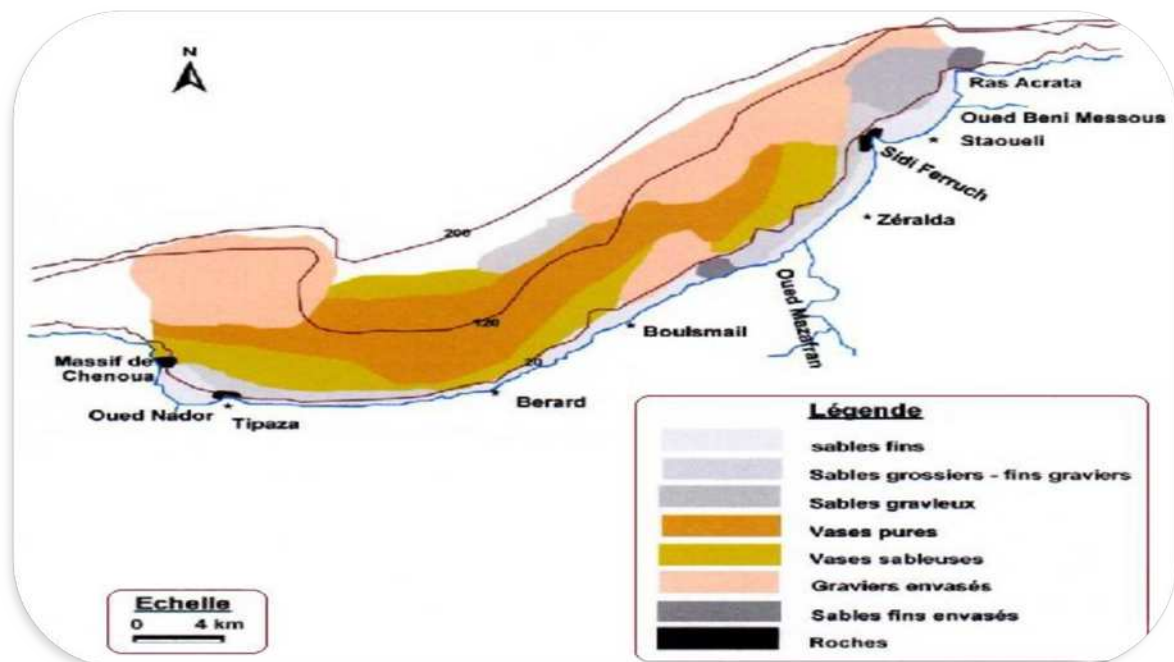


Figure 4 : Carte sédimentologique de la baie de Bou-Ismaïl. (LEM, 1998 in Kassar, 2011)

Deux régions apparaissent, la région orientale et la région occidentale et chaque région présente sa caractéristique sédimentologique propre (Belkessa, 1999). Les vases pures sont très développées dans la région occidentale et forment ainsi une importante vasière littorale, tandis que les graviers envasés sont dans la région orientale. De même, le faciès des sables grossiers et des fins graviers et le faciès des sables graveleux ne sont présents que dans la région orientale (LEM, 1998 in Kassar, 2011).

Vers l'embouchure de l'oued Mazafran et jusqu'à une profondeur de 25 m, les sables grossiers caractérisent la baie. Au-delà de ce dépôt fluviomarain et jusqu'à une profondeur de 10 à 15m, les sables moyens réapparaissent qu'au niveau de Khemisti sur une zone étroite qui continue jusqu'à Tipaza (Al Sid Chikh et *al.*, 2009).

Une bande de sable fin apparaît au large de Sidi-Fredj et Palm Beach à moins de 2 m de profondeur et tapisse le fond de 15 m à 25 m tout le long de la baie. Parallèlement à ces faciès,

les sables fins vaseux longent la côte entre 25 à 40 m de profondeur (LEM, 1998 *in* Kassar, 2011).

Leclaire (1972) a adressé une carte de la couverture sédimentaire de toute la baie de Bou-Ismaïl, il a distingué ainsi trois zones d'affleurement rocheux difficilement chalutables qui sont comme suit :

- Le prolongement du massif de Chenoua, lequel rejoint la vallée sous-marine du Ras-Nador depuis la côte jusqu'à l'isobathe 180 m en direction Nord Nord-est.
- Entre Bouharoun et Douaouda Marine, depuis la côte jusqu'à l'isobathe 100 m.
- Depuis les fonds de 110 à 150 m au Nord de Bou-Ismaïl jusqu'à la hauteur de Sidi-Fredj.

Bakalem (2008) a déduit d'après l'analyse des sédiments prélevés lors de la campagne océanographique d'août 1988 de connaître la nature des sédiments, les zones sédimentaires et d'établir la couverture sédimentaire de la baie de Bou Ismaïl. Neuf faciès ont été identifiés et définis : les sables fins, les sables fins envasés, les vases sableuses, les sables graveleux, les graviers envasés, les sables grossiers et fins graviers, les vases pures, le faciès rocheux, l'herbier à Posidonies.

Les sables fins, débutants dans la partie littorale de la baie d'El-Djamila, forment une bande le long de la frange côtière, avec cependant deux discontinuités :

- dans le secteur de Fouka Marine - Bou Ismaïl où les fonds sont occupés par la gravelle et l'herbier à Posidonies ;
- face à Tipaza où les affleurements du substratum sont à l'origine des fonds rocheux.

Les sables fins couvrent entièrement les petits fonds des baies d'El Djamila et du Chenoua.

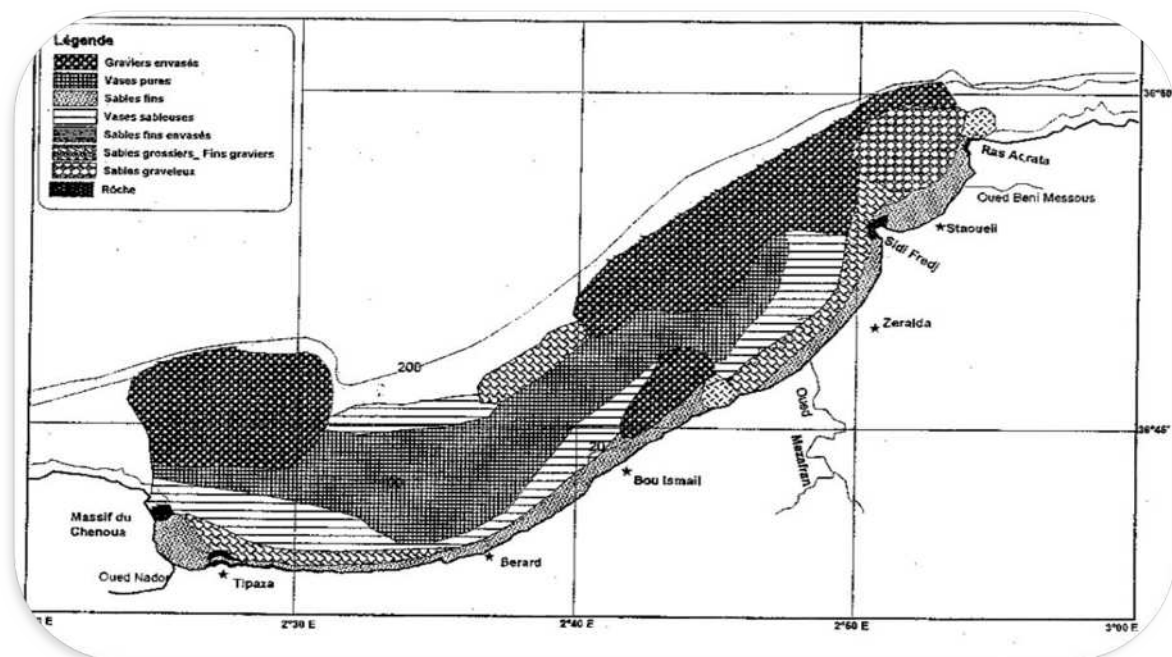


Figure 5 : la carte sédimentaire de la baie de Bou-Ismaïl (Bakalem, 2008)

1.1.7. Les sources de pollutions :

La région de Bou-Ismaïl est une zone à vocation touristique et agricole ; sa frange côtière est soumise principalement aux rejets domestiques des villes et des complexes touristiques qui se déversent directement dans le milieu naturel sans aucun traitement au préalable dans la plupart des cas s'accroissant en période estivale. Les rejets d'eaux usées, véhiculées par les oueds, traversent les centres urbains se déversent en mer ; ils drainent les eaux de ruissellement des terres agricoles, des effluents urbains et industriels (LEM, 1998 *in* Houma, 2009).

La frange de cette région côtière est soumise principalement aux rejets domestiques des villes et des complexes touristiques qui déversent directement en mer, sans aucun traitement au préalable dans la plupart des cas. Ajoutant à cela les rejets des eaux usées véhiculées par les oueds qui traversent les centres urbains, drainent les eaux de ruissellement des terres agricoles, des effluents urbains et industriels dont les entreprises industrielles de plastique et de caoutchouc (LEM, 1998). Les oueds entraînent vers la mer une partie des eaux usées de Blida et de la base centrale logistique de Beni Mered au niveau de l'oued Macta Makhlouf (continuité de l'oued Beni Azza) où déversent les eaux usées de la tannerie du moulin, d'une unité d'électro-glace, une manufacture de mobilier métallique, d'une unité de transformation de plastique, d'industrie agroalimentaire ainsi que les eaux des ateliers de traitement de surface de la base logistique de Beni Mered.

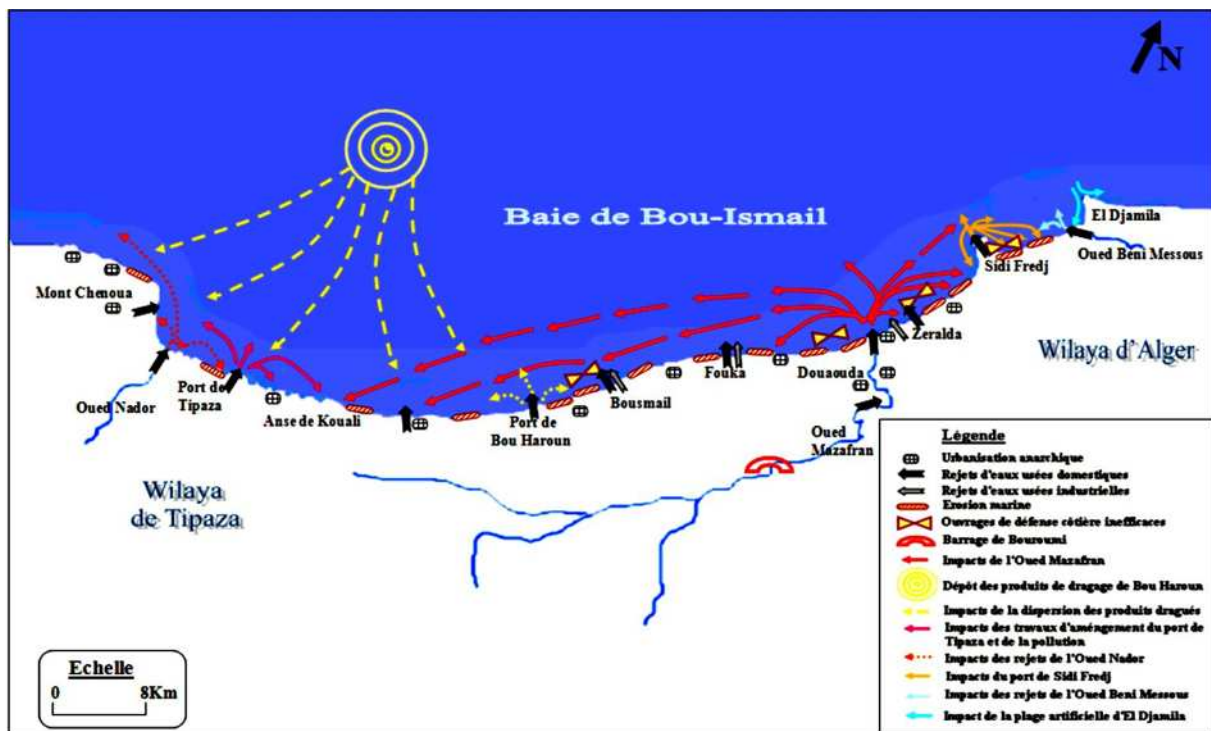


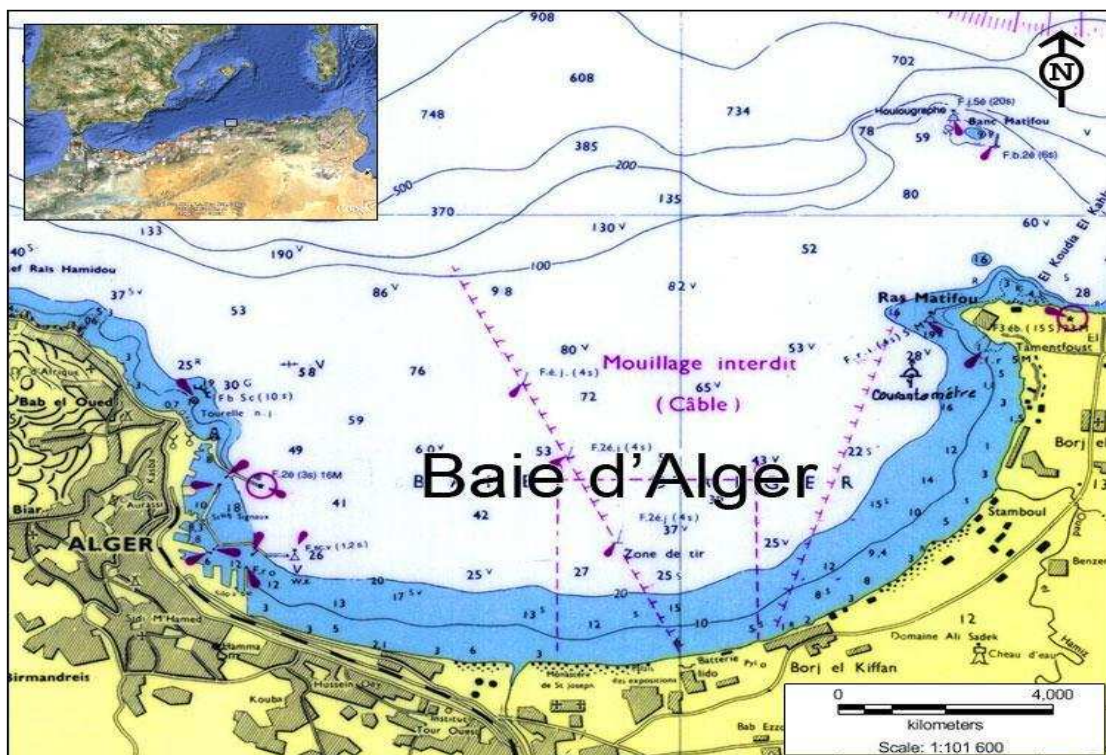
Figure 6 : Carte des pressions naturelles et anthropiques dans la baie de Bou-Ismaïl. (Belkessa et al., 2008 ; Al Sid ChiKh et al., 2009)

A Bou-Ismaïl, les principales sources de pollution par les métaux lourds sont les apports continentaux déversés dans la baie (activités touristiques et agricoles) en plus des rejets d'eaux usées domestiques par le biais des oueds (Nador, Mazafran).

1.2. La baie d'Alger

1.2.1. Situation géographique

La baie d'Alger est située dans la partie centrale de la côte algérienne. Elle s'inscrit en creux dans la plaine de Mitidja de forme semi-circulaire d'une superficie approximative de l'ordre de 180 km², délimitée par deux caps, la Pointe Pescade (Rais Hamidou) à l'Ouest et le cap Matifou (Bordj El-Bahri) à l'est. Elle est limitée au nord par la mer Méditerranée. Quant aux coordonnées géographiques de son étendue, elles se situent entre une longitude Est 03° 14' 50'' à 03° 00' 40'' et une latitude Nord 36° 49' 35'' à 36° 49' 50''



1.2.2. La houle

Etant le facteur le plus important dans la dynamique sédimentaire des petits fonds, sa direction de propagation est liée à celle du vent et de la profondeur, tant que la profondeur est plus grande que la longueur d'onde de la houle. Ainsi la houle de la baie d'Alger suit le régime des vents, qui est un régime saisonnier comme pour le reste de la marge algérienne (Leclaire, 1972).

En hiver, les houles sont de direction Ouest-Nord-Ouest (300°) et, en été, elles sont de direction nord nord-est (20°- 40°) (Belkessa et al., 2008, Benzohra, 1993).

Au contact des irrégularités du fond, les houles donnent lieu à des rouleaux qui provoquent la mise en suspension des particules ce favorise leur déplacement. Le sens et l'intensité de ce

courant sont fonction de l'amplitude, de l'incidence de la houle par rapport à la côte, de la topographie de la plage sous-marine et de la granulométrie des sédiments (Millot, 1989).

Dans le cas général de houles de petites et moyennes amplitudes, les courants ne sont notables que dans les zones de déferlement et n'affectent donc que le triage des sables et des graviers de la frange littorale (fond à -10 m). Ils assurent le transport latéral par dérive littorale et la dispersion. Par contre les houles de fortes amplitudes pourraient agir jusqu'à des fonds de -40 m à -60 m (Houma-Bachari, 2009).

1.2.3. Les courants

L'origine du courant Algérien, qui vient coller les côtes maghrébines à environ 0° de longitude, provient des eaux atlantiques qui pénètrent à travers le détroit de Gibraltar (Taupier-Letage, 1988). Ce courant, allant d'ouest en est, provoque des remontées d'eau importantes à cause de ses tourbillons anticycloniques qui atteignent un diamètre de 100 à 200 km (même plus) avec des courants mobilisant une couche qui peut aller jusqu'à 200 m de profondeur, phénomène qui se produit plusieurs fois par an sur une grande partie du bassin Algérien (Millot et Taupier-Letage, 2005). Les remontées d'eau, ou *upwellings*, provoqués soutiennent une remarquable richesse biologique à cause de la remise en suspension des nutriments du fond (Collignon, 1991).

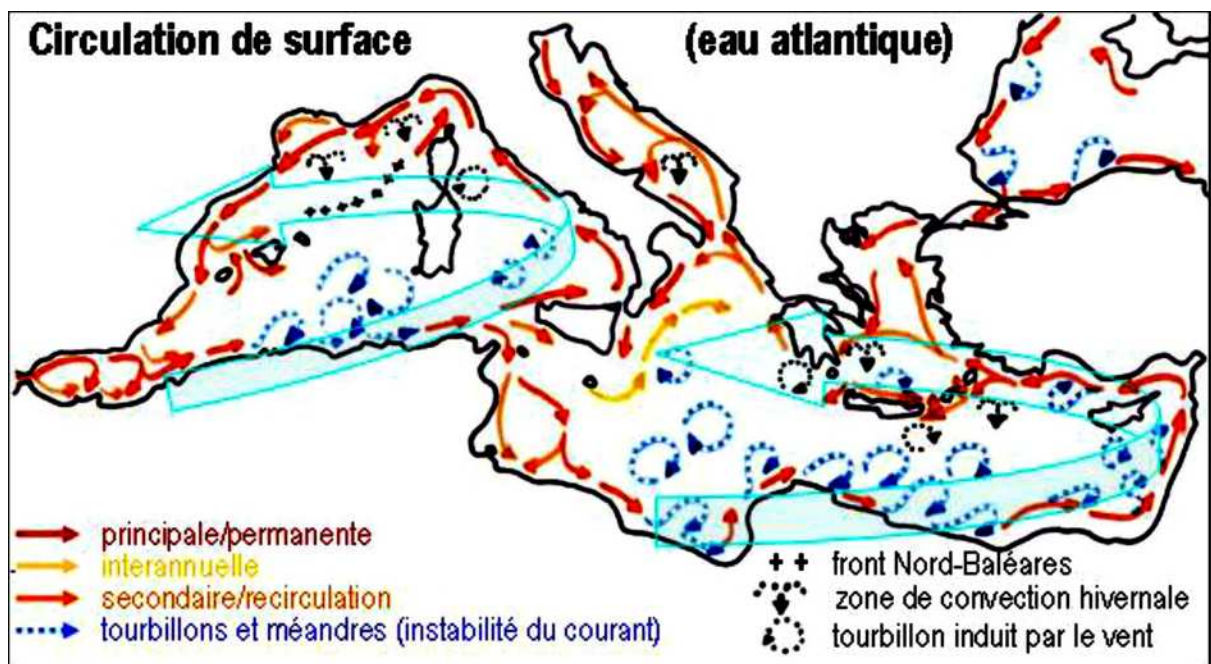


Figure 8 : Circulation des eaux superficielles dans la méditerranée (Millot et Taupier-Letage, 2005 ; modifiée)

Les courants induits par la houle au large ou à la côte, sont à peu près les seuls à agir de façon active sur la sédimentation actuelle (Caulet, 1972). La circulation d'un courant le long des côtes

africaines est appelée « courant algérien ». Il est défini comme une veine d'eau de surface près du méridien 0°, avec les caractéristiques suivantes : une largeur de l'ordre 50 Km, une profondeur maximum de l'ordre de 150 m, une vitesse maximale supérieure à 50 cm/s. (Benzohra, 1993).

Le courant algérien, contrairement à ce qui était largement admis, serait un courant turbulent qui se déplacerait d'Ouest en Est en tourbillons croissants (Millot, 1987). Ce courant peut avoir une influence dans le cas d'une immersion de produits de dragage.

La côte algérienne est caractérisée par ces deux couches d'eaux superposées, l'eau Atlantique modifiée et l'eau méditerranéenne. En effet, l'eau Atlantique pénètre dans la mer d'Alboran où ses caractéristiques initiales commencent à s'altérer, donnant ainsi naissance à l'eau atlantique modifiée (Benzohra, 1993). Ce même auteur signale cette eau dans le bassin algérien où elle se reconnaît dans une couche superficielle de 150 m d'épaisseur, avec une température de 15 à 23°C en surface et de 13,5 à 14°C en profondeur et de salinités allant de 36,5 à 38 ‰.

Le long des côtes algériennes, l'eau Atlantique modifiée décrit un écoulement plus ou moins stable avant de se diviser en deux branches. Dans le bassin algérien, l'eau Atlantique modifiée pénétrerait (Millot, 1987 ; Millot, 1993 et Benzohra, 1993) sous forme d'une veine de courant étroite qui donne naissance à des méandres et tourbillons côtier associés à des upwellings. Ces derniers favoriseraient une forte productivité biologique et par conséquent, augmentation des capacités trophiques du milieu.

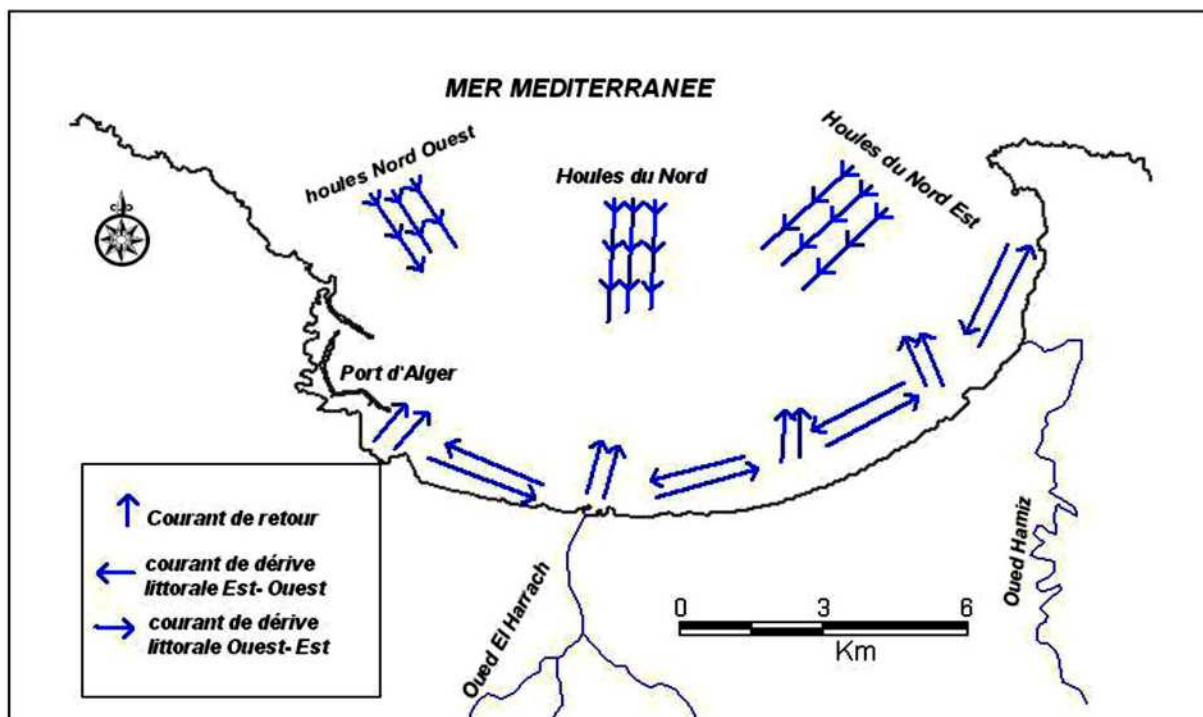


Figure 9 : Bilan des courants dans la baie d'Alger. (LEM, 1998)

La baie d'Alger est caractérisée par la même circulation que le bassin algérien.

D'une façon générale, l'hydrologie de la baie est caractéristique des eaux atlantiques dont la circulation varie en fonction du régime des vents. La baie largement ouverte à l'Ouest reçoit les

eaux océaniques qui s'écouleraient à vitesse moyenne de trois nœuds avec un maximum en Décembre et un minimum en juillet à août où les vents d'Est sont dominants (Gaumer, 1981)

1.2.4. Sédimentologie

La dynamique sédimentaire est la résultante d'actions hydrodynamiques (ou fluides) et solides, réagissant l'un sur l'autre (Broman *et al.*, 1988).

Trois faciès sédimentaires existent dans la sédimentologie de la baie d'Alger :

Faciès sableux

Ils se limitent à la bordure littorale entre 10 et 35 m de profondeur au Nord des émissaires, et en prolongement des caps où ils s'étendent à des profondeurs plus élevées, et ceci en direction du centre de la baie (Maouche, 1987).

- Les sables fins, qui sont essentiellement d'origine terrigène occupant les petits fonds.
- Les sables moyens, qui sont limités au secteur littoral de la bordure rocheuse occidentale, ils représentent une bande étroite parallèle au rivage.
- Les sables grossiers, qui sont prédominants dans le secteur Est où ils sont mélangés aux faciès pélitiques du Cap Matifou vers l'embouchure de Oued El Hamiz.

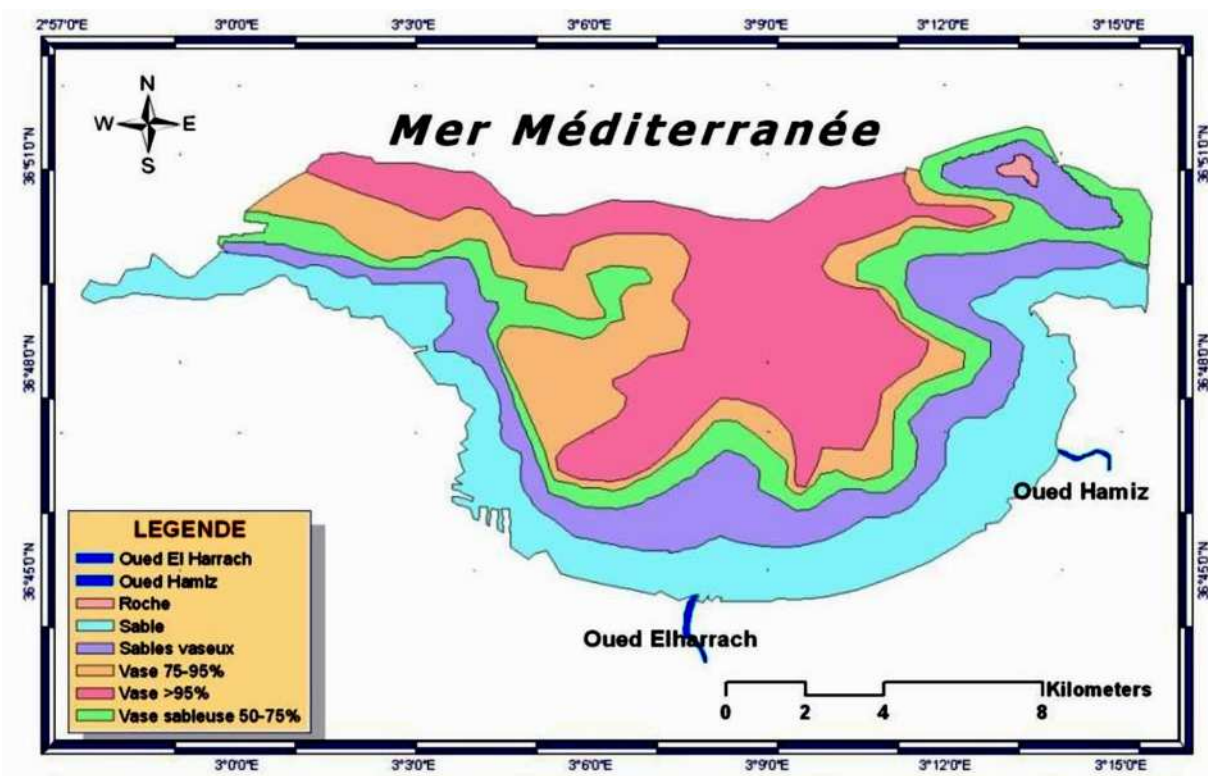


Figure 10 : Nature du fond de la baie d'Alger. (Maouche, 1987)

1.2.5. Sources potentielles de pollution

Rebzani-Zahaf (2003) a noté que la baie d'Alger est également le réceptacle des rejets d'une zone très urbanisée dotée de plusieurs industries. L'ensemble des collecteurs entraînant les eaux usées de la ville d'Alger et des agglomérations implantées le long de cette baie, s'y déversent

directement. Ces sources de pollution sont les collecteurs des oueds Kniss, El Harrach et Hamiz ; ils drainent tous les rejets des importantes zones industrielles et urbaines des quartiers est de la ville (Gué de Constantine et Oued Smar notamment) qu'ils traversent ; ces effets viennent renforcer les dépôts de sédiment. Dans l'algérois, environ 160 unités de production déversent leurs eaux dans l'oued El Harrach

Les principales zones urbanisées et/ou industrialisées sont :

- Hussein Dey : Zone principalement soumise aux rejets urbains et à l'influence des activités portuaires (Houma-Bachari, 2009).
- El Harrach : Son bassin versant couvre une superficie 970 km², son débit en période de pluie est de 1000 m³/seconde. C'est un bassin difficile d'accès caractérisé par de fortes dénivelées, une végétation peu dense et une pluviométrie importante. A ces facteurs d'érosion s'ajoute le caractère torrentiel de l'oued, qui accentue une forte érosion et un alluvionnement important (LEM, 1998). Le bilan des écoulements moyens annuels est de 5.4 m³/s. Ce dernier reçoit tous les rejets urbains, industriels et agricoles, qui influent sur la qualité physico-chimique et microbiologique du milieu marin de la baie d'Alger, ainsi il provoque la rupture de l'équilibre du milieu naturel (Houma-Bachari, 2009).

Bordj El Kiffan : Située à une dizaine de kilomètre à l'Est d'Alger, ce secteur connaît un développement industriel et urbain qui l'expose à une pollution assez accentuée selon le sens du courant et par l'influence des oueds El-Harrach et El-Hamiz (Houma-Bachari, 2009).

- El Hamiz : Elle se situe à l'Est de la baie près du cap Matifou. La superficie du bassin versant est de 160 km², son embouchure se situe près du cap Matifou. La présence du barrage El Hamiz en amont réduit considérablement les apports solides venant en mer (LEM, 1998), le débit est régulé par un barrage. L'activité industrielle y est réduite. Il présente une charge polluante peu importante (Houma-Bachari, 2009).

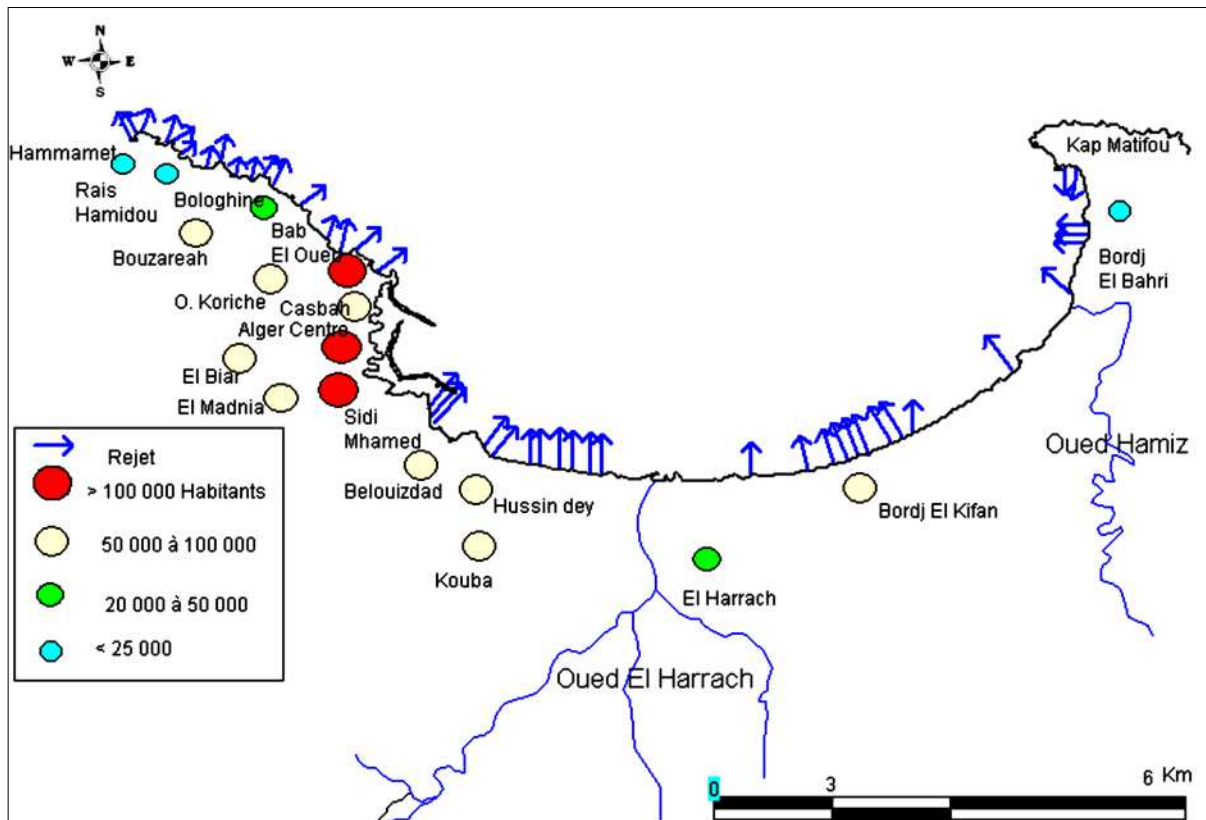


Figure 11 : Principaux rejets d'eaux usées dans la baie d'Alger (Rebzani-Zahaf, 2003).

1.3. Le port d'Alger

1.3.1. Position géographique

Le port d'Alger est situé à l'Ouest de la baie d'Alger ayant comme coordonnées :

- Longitude Est : 03°03'44'' et 03°04'60''
- Latitude Nord : 36°45'44'' et 36°47'43''

Située dans la région centrale de la côte algérienne, la baie d'Alger s'incurve sur 47 km entre Raïs Hamidou (ou Pointe Pescade) à l'ouest et Bordj El Bahri (ou Cap Matifou) à l'est. Deux oueds débouchent dans la baie ; il s'agit de l'oued El Harrach et de l'oued Hamiz.

L'urbanisation se développe le long de cette baie et au-delà, ce qui rend cette région la plus peuplée d'Algérie (3 millions d'habitants), elle comporte à l'est et au sud d'importantes zones industrielles (El Harrach, Oued Smar, Rouiba) et agricoles (la plaine de la Mitidja).

Le port d'Alger a été construit à l'ouest de la baie, protégé par le massif de Bouzaréah. C'est est le port le plus important du pays.

Plus de 90 % des échanges commerciaux avec l'étranger s'effectuent par voie maritime, le port d'Alger assure le tiers de ces échanges en volume du trafic national des marchandises diverses

(céréales, denrées alimentaires, produits pétroliers, ciments, produits métalliques, engrais, produits chimiques, transactions, biens d'équipements).

En moyenne le port d'Alger avitaille 20 navires par jour ; 16 millions de tonnes de marchandises y transitent annuellement dont plus de 600 000 t/an de véhicules roulants, remorques, bus, engins, etc, (soit 100 000 unités/an) et plus de 250 000 conteneurs en 2001, avec une progression de 8 à 10 000 par année.

Il constitue un milieu semi-fermé et comprend une importante zone industrielle et commerciale à aire de stockage et de manutention et une zone de pêche et de plaisance. Il couvre un plan d'eau de 179 ha et est subdivisé en trois bassins : bassin du Vieux port, de l'Agha et de Mustapha (Rebzani-Zahaf, 2003).

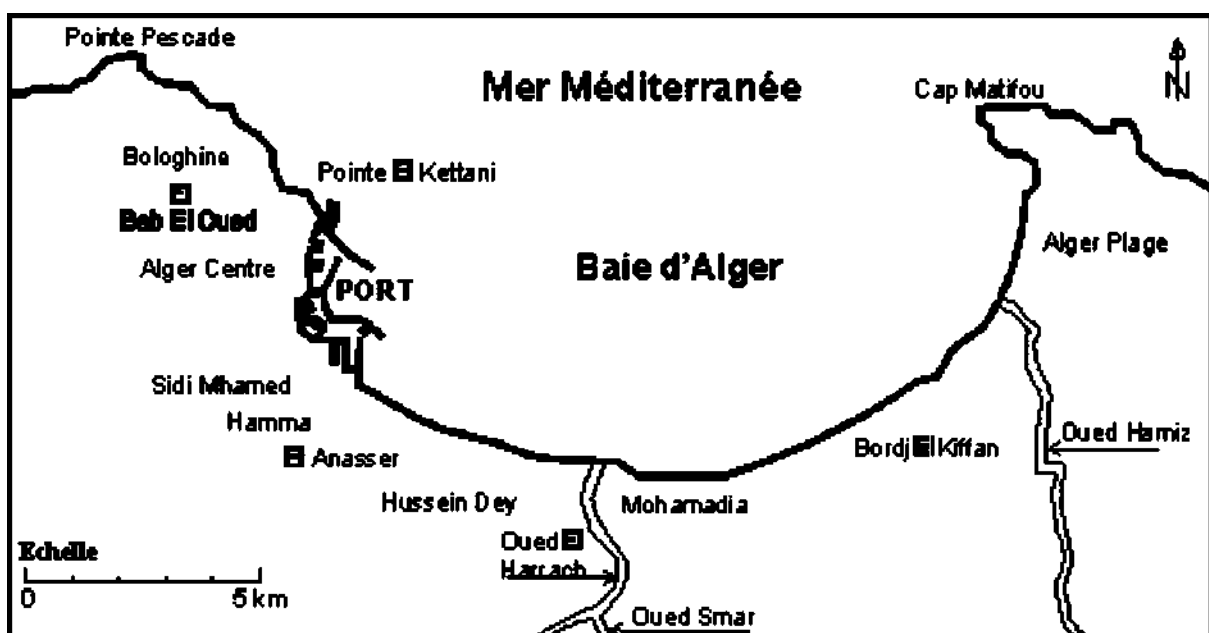


Figure 12 : situation de port d'Alger (Rebzani-Zahaf, 2003).

1.3.2. Historique

La configuration du port de 1985 a évolué par les aménagements suivants :

- 1987 à 1988 : comblement de la darse de Calvi (Darse n°7) et réalisation d'un appontement en Duc d'Albe et trois rampes Ro-Ro (équipement de chargement et de déchargement des marchandises horizontalement).
- 1992 à 1999 : construction du terminal à conteneurs d'une superficie de 1,75 ha.
- Depuis 1988 les travaux de prolongement de la jetée Mustapha (longueur de 700 m) est en cours, un musoir définitif est en cours de finition.

- 1999 : un terminal à conteneurs a été réceptionné sur cette jetée, il comprend un bâtiment administratif, de manutention, d'un parc d'engins, un atelier de maintenance et un poste de contrôle.

La suppression de la darse 7 permet d'avoir une surface d'entrepôt plus importante pour l'importation et a réduit la superficie du plan d'eau du port de 184 ha à 179 ha.

Plus de 162 000 conteneurs de 20 pieds ont transité en 1998 par les quais du port d'Alger en dehors de l'assiette du terminal à conteneur qui était en construction et dont l'exploitation est encore en phase expérimentale.

Plus de 3000 conteneurs de 20 pieds sont actuellement entreposés sur la plate-forme conçue pour recevoir 5600 conteneurs avec un gerbage de trois niveaux.

Il est prévu la construction du terminal à conteneurs en 2007 et 2010, d'une capacité supérieur à 250 000 conteneurs de 20 pieds (Rebzani-Zahaf, 2003).

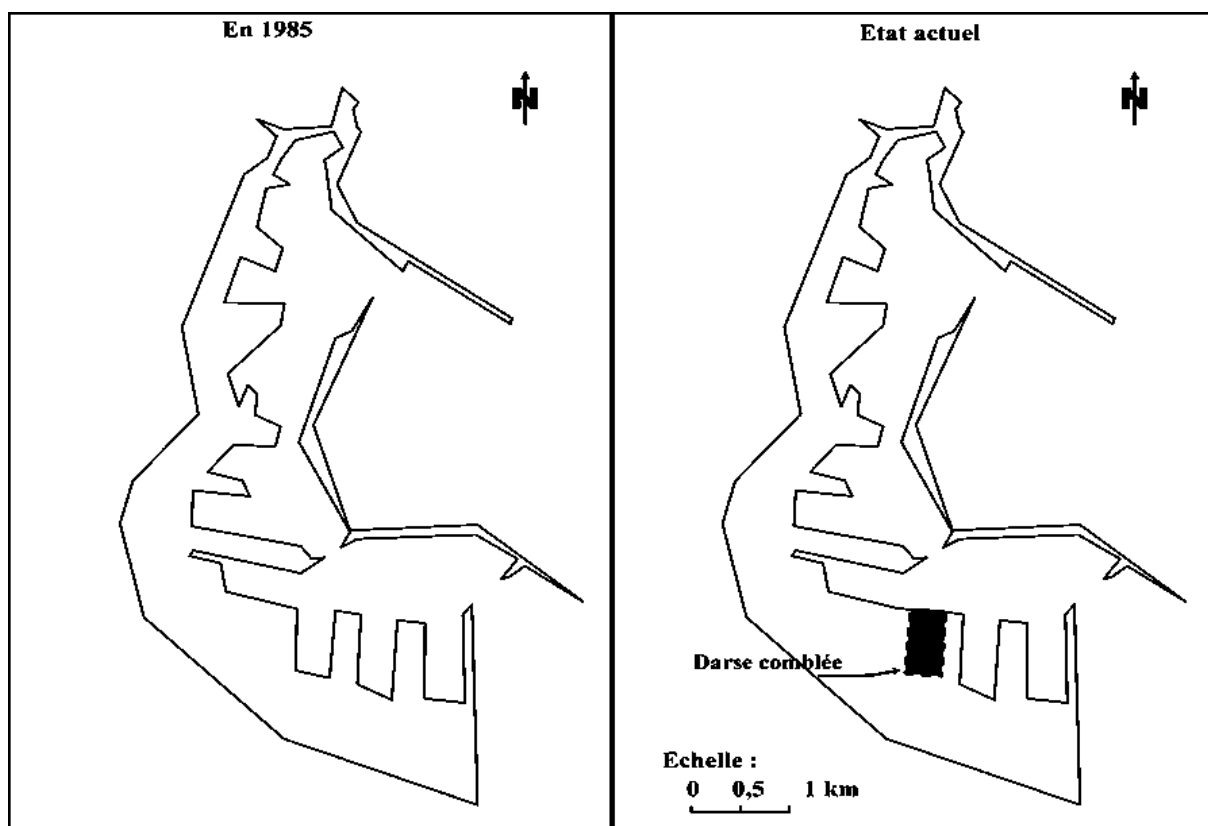


Figure 13 : Configuration du port d'Alger (Rebzani-Zahaf, 2003)

1.3.3. Configuration et Infrastructures

Les caractéristiques des ouvrages d'infrastructures du port d'Alger ont été déterminées par les conditions hydrographiques et géologiques locales.

A l'exception de la darse de l'amirauté qui est partiellement abritée par les îlots d'El Djazaïr, l'ensemble de la protection est artificiel et les terre-pleins eux-mêmes ont été gagnés sur la mer. Les digues de protection principales se situent par des fonds de 20 à 35 mètres. Leur construction a été difficile d'autant que le port d'Alger est situé à cheval sur les terrains

métamorphiques très durs (gneiss et schistes) du massif ancien de Bouzaréah et les terrains marneux plus récents formant l'assiette de la partie sud-est du port.

Jetées et brise-lames : Au nord, la jetée Kheir Eddine ; à l'est, la jetée du Vieux Port et celle de l'Agha (1 500 m) ; au sud-est la jetée Mustapha (1 304 m) et au sud, le brise-lame Est.

Accès au port : Deux accès sont possibles, la passe nord de 176 mètres de largeur et 22 mètres de profondeur et la passe sud de 240 mètres de largeur et 16 mètres de profondeur.

Superficie du plan d'eau abrité : Le remblaiement de la darse 7 a permis d'avoir une surface d'entrepôt plus importante et a réduit la superficie du plan d'eau du port de 184 ha à 179 ha, répartis en 03 bassins :

- **Bassin de Mustapha :** qui couvre 70 ha, communique avec le large par la passe sud et avec le bassin de l'Agha par la passe de Mustapha ; il est délimité par la jetée de Mustapha et le brise lame Est. Sa profondeur varie entre 7 et 15 m. C'est un bassin à intense activité industrielle et commerciale
- **Bassin de l'Agha :** bassin de transport de marchandises diverses, il est situé entre le bassin de Mustapha et du Vieux port, il est protégé par la jetée du même nom et offre un plan de 35 ha. Il comporte 2 700 m de quai et sa profondeur est comprise entre 6 et 15m. Il communique avec le bassin du Vieux Port par la passe du Vieux Port.
- **Bassin du Vieux Port :** a une superficie de 74 ha et une profondeur de 7 à 20 m. Il comporte 3 000 m de quai et communique avec le large par la passe nord. Il est délimité par la jetée Kheïreddine à l'est et par la jetée du Vieux Port au nord. C'est un bassin à fonctions multiples : transport de marchandises et de voyageurs, plaisance, pêche et radoub. Les quais sont au nombre de 37 dont 12 spécialisés (soutage, Ro-Ro, conteneurs, grues, portiques, céréales). Les terre-pleins ont une surface totale de 126 ha y compris les voies publiques. Les hangars représentent 70 000 m² (superficie globale couverte), soit 26 magasins.

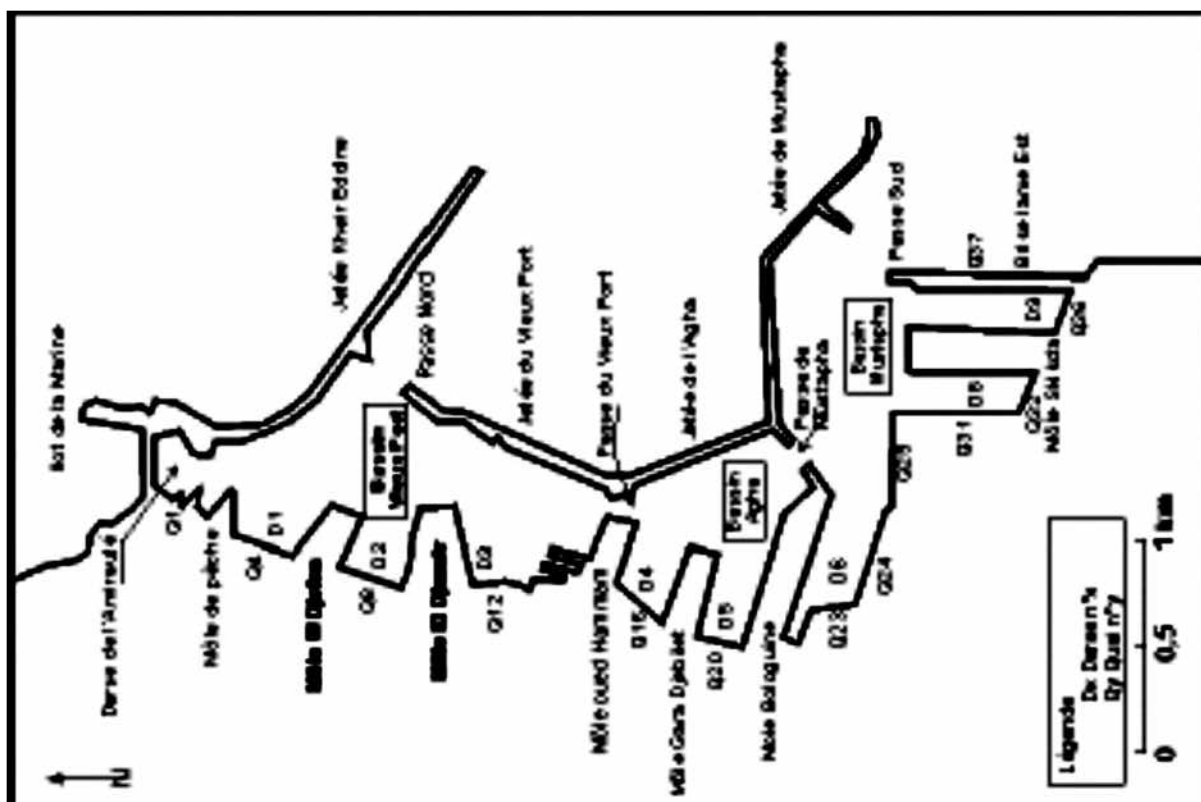


Figure 14 : infrastructure du port d'Alger (Rebzani-Zahaf, 2003).

1.3.4. Les différentes sources de pollution

Dans le port : Selon les données de l'Inspection de l'Environnement d'Alger (1996), le port compte 70 points de rejets dont 15 sont d'origine industrielle et le reste d'origine urbaine et portuaire. Le bassin de Mustapha concentre le plus grand nombre de points de rejets avec 31 sur 70, le bassin du Vieux Port en compte 25 et le bassin de l'Agha 14. Ces points de rejets sont représentés dans la Figure 6 qui indique également les principales activités industrielles. Une forte concentration de l'activité industrielle se trouve dans le bassin de Mustapha, soit 12 unités représentant 80% de l'activité industrielle du port. Les rejets à ce niveau sont surtout industriels et confirment la forte pollution particulièrement au niveau des fonds de darse qui sont azoïques toute l'année (Rebzani-Zahaf, 1990) et dont le renouvellement de ses eaux se fait très lentement (Tayeb, 2000 *in* Rebzani-Zahaf, 2003). Deux unités industrielles sont localisées au niveau du bassin de l'Agha et une au niveau du Vieux Port. Toutes ces unités rejettent leurs effluents, sans traitements ou à très faible traitement (20%) au niveau des bassins où elles se localisent.

2. Choix des points de prélèvement

Dans le cadre de programme national de la réhabilitation de la zone algéroise, nous avons choisis deux sites d'études : la baie de Bou-Ismaïl et la baie d'Alger (les Sablète et le port d'Alger)

2.1. Au niveau de la baie de Bou-Ismaïl

Pour étudier la baie de Bou Ismail, la macrofaune benthique a été identifiée d'une base de données d'une campagne océanographique qui a été effectuée en période estivale de l'année 2011.

Tableau 1 : coordonnées géographiques, profondeur et nature de fond des stations :

Stations	Latitude	Longitude	Profondeur	Nature de fond
1	36°36'11.75"N	2°25'4.99"E	5	Sables fins
2	36°36'1.37"N	2°34'59.78"E	8	Vases
3	36°35'44.94"N	2°31'1.14"E	6	Sables grossiers
4	36°35'52.22"N	2°29'1.16"E	9	Sables grossiers
5	36°35'52.33"N	2°26'0.69"E	2	Sables fins
6	36°35'59.57"N	2°26'58.99"E	10	Sables fins



Figure 15 : stations de prélèvement au niveau de la baie de Bou-Ismaïl.

Les paramètres physicochimiques ont été mesuré *in-situ* en utilisant une balise multiparamètres, la matière en suspension a été mesurée suivant le protocole. Les résultats de ces paramètres sont présentés dans le tableau 2.

Tableau 2 : paramètres physicochimiques des stations :

Stations	T °C	S (PSU)	MES (mg/l)	pH
1	17,7	36	22,67	8,04
2	18,2	36,6	33,67	8,12
3	18	36,3	26,47	8,08
4	18,2	36,5	13,67	8,39
5	18,4	36,6	36,80	8,18
6	17,9	36,6	23,80	8,07

2.2.Au niveau de la baie d'Alger

- Le port d'Alger

Pour étudier le port d'Alger on a utilisé une liste faunistique des espèces macrobenthique déjà identifiées. La localisation de station est illustrée dans la figure suivante :

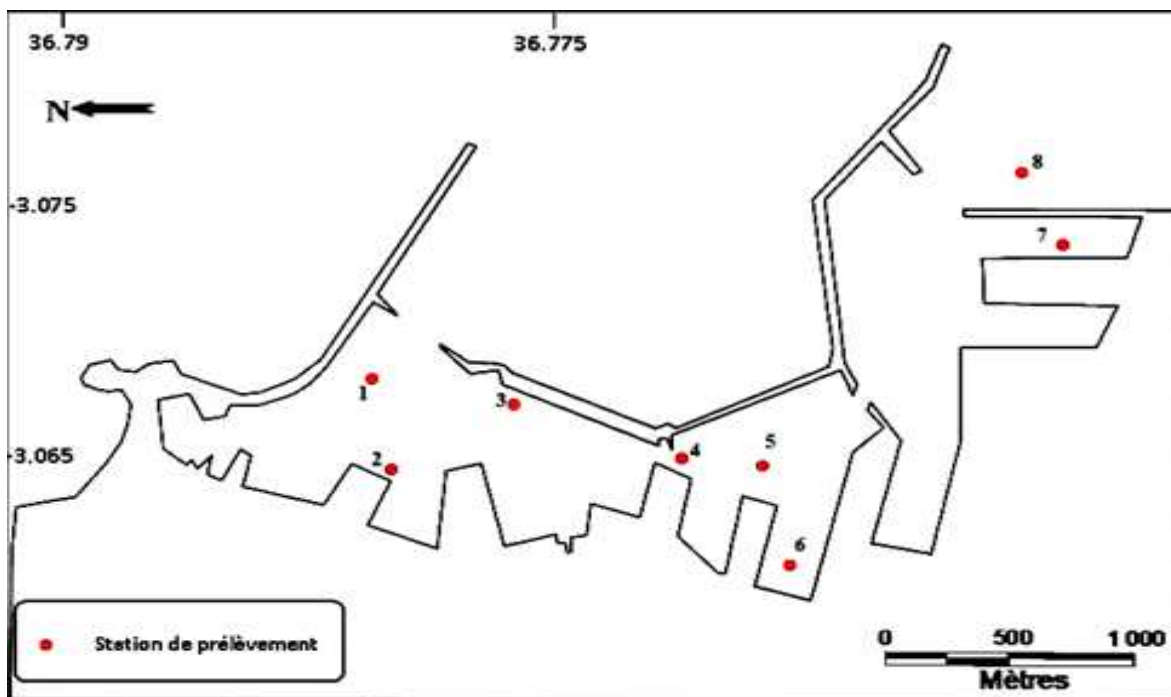


Figure 16 : points de prélèvement au niveau de port d'Alger.

Tableau 3 : localisation des stations dans le port :

Stations	Localisation dans le port
1, 2, 3	Bassin du Vieux Port
4, 5, 6	Bassin d'Agha
7	Bassin de Mustapha
8	Brise lame est, quai 37

- Les Sablettes

On a effectué des prélèvements dans la région des Sablette

Ces prélèvements ont été effectués au niveau de 5 stations dont la profondeur était entre 5 et 10 m dans la période estivale de l'année 2014.

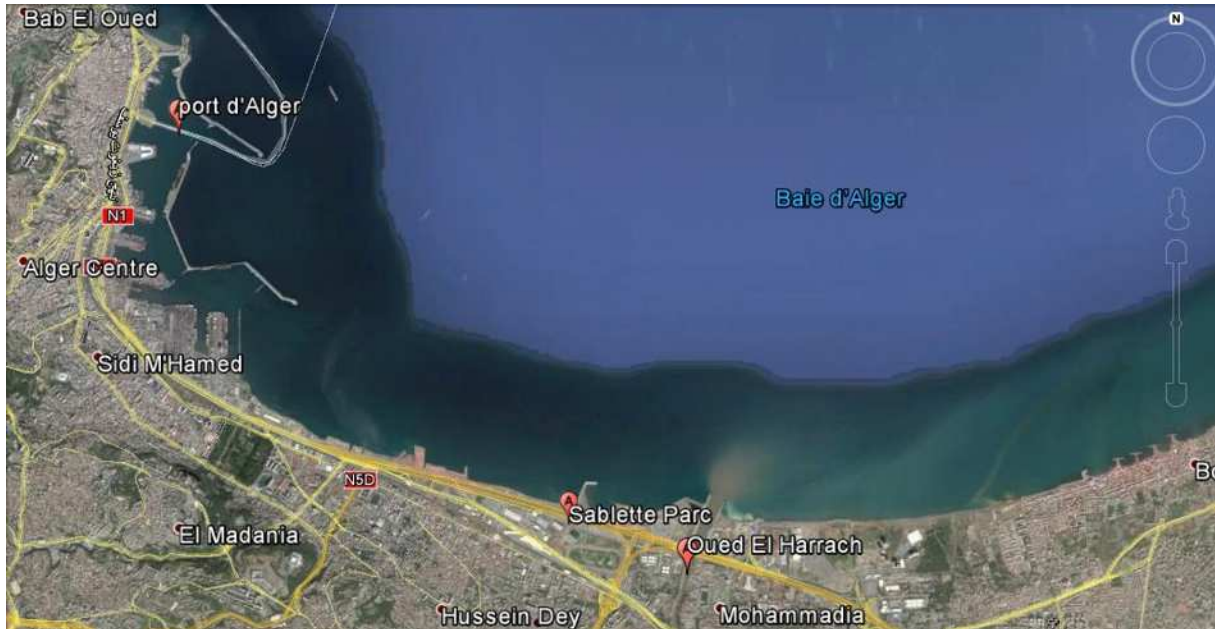


Figure 17 : situation géographique de la Sablette (image Google earth 2014)

3. Méthode d'études

3.1.Échantillonnage

L'échantillonnage de la macrofaune benthique de substrat meuble a été effectué par benne Van Veen 0,1 m². Cette méthode est une des meilleures techniques permettant de caractériser quantitativement les peuplements benthique de substrats meubles.

Avantages : échantillonnage facilement réalisable à partir d'une large gamme de taille de navires ; standardisation des données et possibilités de comparaison élevée ; nombre élevé d'échantillons pouvant être effectués par campagne.

Inconvénients : les fortes variations spatiales naturelles des communautés impliquent la nécessité de disposer d'un nombre d'échantillons élevé pour pouvoir minimiser les variances et détecter les différences statistiquement interprétables ; la texture et la structure des sédiments, fortement variables, nécessitent d'utiliser des engins différents, adaptés à chaque type de fond ; l'épifaune, du fait de sa distribution en agrégats est potentiellement sous-estimée (l'AQUAREVE est approprié pour ces organismes).

La benne Van Veen (0,1m²) est appropriée dans les sédiments vaseux peu profonds (pour les sédiments plus grossiers on préférera la benne Smith-McIntyre). L'échantillonnage par benne est une des meilleures techniques permettant de caractériser quantitativement les peuplements de substrats meubles (Grall et Hily, 2003).



La benne Van Veen (poids à vide 20 kg)

3.2. Traitements des prélèvements

3.2.1. Tri sur le bateau

Après qu'on ramène la benne au bord de bateau, il faut procéder à un tri au moi grossier, par lavage sous jet d'eau sous pression pour briser les mottes sur tamis directement ou sur des tables inclinées. Les tris du matériel retenu sont poursuivis à bord ou en laboratoire, toujours d'abord par tamisage.

3.2.2. Conservation

Le matériel recueilli est mis en liquide conservateur en flacons soigneusement dedans et dehors

- Formol entre 5% et 10% soigneusement neutralisé. Ce liquide est à exclure pour les animaux à cuticule : (arthropodes) où dont les calcifications fines devront être étudiées par la suite.
- Alcool à 60°-70° à renouveler une fois.

3.2.3. Tri au laboratoire

Il est évident que la maille des tamis a une influence sur le matériel retenu ; le choix sera différent en fonction du but recherché. C'est un travail long et fastidieux, car entièrement manuel, chaque individu devant être manipulé avec précaution au moins une fois.

Les opérations de tri ont eu lieu au laboratoire, elle consiste à :

- Laver le contenu de chaque bocal à l'eau sur un tamis de 1mm de coté de maille,
- Verser le contenu de chaque tamis dans un bac à fond blanc,

- Trier les espèces à l'aide d'une pince fine, les différentes espèces recueillies sont réparties suivant les groupes zoologiques étudiés.

3.2.4. Identification

Tous les individus collectés sont à déterminer autant que possible à l'espèce ou au niveau taxonomique le plus faible possible. Les invertébrés qui n'auront pas pu être déterminés à l'espèce (individu en mauvais état, incomplet, juvénile, documentation insuffisante, etc.) devront néanmoins impérativement être justifiés (listés) dans la liste faunistique.

L'identification et le recensement des organismes ne concernent que les individus entiers collectés lors du prélèvement (exclusion des coquilles d'organismes morts antérieurement) (GT DCE Réunion "Benthos Substrats Meubles". 2012).

- l'identification des espèces pour pouvoir calculer leur nombre.
- Le nombre d'individus de chaque espèce,

La détermination des espèces triées est effectuée à l'aide d'une loupe binoculaire pour les individus de grande taille (mollusques, décapodes et échinodermes). Le microscope photonique est utilisé pour les petits individus et pour certains détails (soies chez certaines espèces ...).

Une documentation spécialisée pour la détermination de ces espèces :

Les principaux ouvrages utilisés pour la détermination des différents groupes zoologiques sont : Tebble (1966) et de Parenzan (1970, 1974) pour l'identification des mollusques. Les polychètes sont les seuls à avoir posé des problèmes systématiques et afin d'éviter des erreurs de détermination dans les différents genres et espèces, nous avons utilisé essentiellement les ouvrages de Fauvel (1923 et 1927), Bellan (1964), Péres et Picard (1964) et Fauchald (1977). Ces ouvrages disponibles au niveau de laboratoire de biodiversité, biologie, écologie et environnement marin (LOBEM) de l'USTHB sont les plus utilisés pour la détermination des espèces. Certaines espèces qui posaient tout de même un problème d'identification ont été vérifiées sur le site web www.annelida.net. <http://doris.ffesm.fr/>. <http://www.marinespecies.org/>. Dauvin (1993) souligne qu'une bonne détermination spécifique est indispensable car la spécificité de chaque espèce permet de fournir ou établir un diagnostic rapide de la santé du milieu.

L'écotechnologie des principales espèces de l'ensemble des peuplements portuaires a été réalisé à partir d'éléments tirés de nombreux travaux parmi lesquels nous citons ceux de Bellan (1964,1993), Fauchald et al., (1979), Glémarec et Hily (1981), Hily (1984), Parker (1975), Picard (1965) et Eleftheriou et McIntyre (2005)

3.3.Méthodes d'analyse des paramètres physicochimiques :

3.3.1. La température

Tous les appareils de mesures utilisés (conductimètre, oxymètre, pH-mètre) donnent la précision de ces appareils est de 0,01 °C.

3.3.2. Le potentiel hydrogène

Le pH de l'eau a été mesuré par la méthode électrochimique à l'aide d'un pH-mètre de terrain de marque *Wissenschaftlich technische Werkstätten WTW* type pH 315 i/Set. L'électrode en

verre, rincée à chaque fois à l'eau distillée et légèrement essuyée est immédiatement plongée dans le flacon d'échantillon avec une précision de 0,01.

L'étalonnage de l'appareil est effectué avec des solutions étalons à pH connu.

3.3.3. L'Oxygène dissous

Durant cette étude, on a utilisé un oxymètre de terrain de marque *Hardy polarisoxoGuant*.

L'appareil est calibre avant son utilisation. La valeur est affichée en mg/l.

3.3.4. La salinité

La salinité a été mesurée par un conductimètre de marque *WTW* Les résultats sont exprimés en PSU (unité pratique de salinité) avec une précision de 0,05% lecture.

3.3.5. La matière en suspension (MES)

La méthode consiste à faire passer 500 ml d'un échantillon d'eau à travers un filtre wattman GF/C en microfibre de verre de porosité 0,47 µm. Le filtre est séché et pesé avant et après filtration. La différence de poids entre les deux pesées nous renseigne sur la charge de M.E.S dans notre échantillon (annexe n° 1).

La concentration des matières en suspension [MES] est donnée par l'expression :

$$[M. E. S] \left(\frac{mg}{l} \right) = \left(\frac{P2-P1}{V} \right)$$

[M.E.S] : concentration de la matière en suspension (mg/l).

P₁ : poids du filtre sec avant filtration (mg).

P₂ : poids du filtre sec après filtration (mg).

V : volume d'eau filtre (l).

3.4. Analyse et traitement des données

L'expression des résultats, dans le domaine de l'écologie benthique a, comme méthodes de travail, beaucoup évolué ;

Trois types d'indices (Grall et Coic, 2006) :

- les descripteurs statistiques, abondamment utilisés et permettant de décrire de manière quantitative les peuplements (Richesse Spécifique (S), Abondance (A) Dominance...);
- les indices de diversité, basés sur des formules plus complexes et illustrant la complexité des peuplements (Indice de Shannon Wiener (H'), indice d'équitabilité de Piélou (E), ...).
- les indices basés sur des représentations graphiques et distributionnelles, permettant, à partir de l'analyse de la forme de courbes, d'étudier la structure des populations (courbes de dominance k, courbes de Comparaison Abondance/ Biomasse).

3.4.1. Analyse qualitative et quantitative du peuplement

Les résultats recueillis au cours des différents prélèvements ont été traités selon la méthode mise au point par Picard (1965) faisant apparaître :

- **Richesse spécifique** : La richesse spécifique (S) est définie par le nombre total de taxons identifiés dans un échantillon. C'est un élément qui indique la variété spécifique du peuplement autrement dit sa richesse en espèces. La richesse spécifique peut bien être un critère distinctif des écosystèmes ou des stations étudiées au sein d'un écosystème donné
- **l'abondance** : l'abondance d'une espèce est le nombre d'individus vivants dans un prélèvement ;
- **l'abondance totale** : l'abondance de toutes les espèces dans un prélèvement donné.
- **la densité** : lorsque l'abondance se rapporte à une unité de surface ou un volume déterminé, on parle alors de densité. Elle exprime le nombre d'individus par unité de surface ou de volume ;
- **la dominance** : c'est une des caractéristiques la plus importante dans une étude quantitative. Elle remplace généralement la notion de l'abondance qui est lié à une unité de surface ou de volume.

La dominance d'une espèce est le nombre d'individus de cette espèce par rapport au nombre d'individus de toutes les espèces présentées dans le même prélèvement. Elle s'exprime sous forme de pourcentage.

$$DA = \frac{NA}{N} * 100$$

DA : dominance de l'espèce A

NA : nombre d'individus de l'espèce A

N : effectif total du prélèvement considéré.

- **La fréquence** :

Les fréquences F par taxon *i*, permettant de caractériser la présence d'une espèce dans un milieu, peuvent être calculées selon la formule suivante :

$$FA = \frac{PA}{P} * 100$$

Avec :

FA : Fréquence de l'espèce A

PA : le nombre de prélèvement dans lequel se trouve l'espèce A.

P : le nombre total de prélèvements

En se basant sur ce facteur fréquence, Bakalem (1979) *in* Rebzani-Zahaf (1990) distingue quatre catégories :

- F= 100% espèces constantes
- F=75% espèces très communes
- F=50% espèces communes
- F= 25% espèces rares.

3.4.2. Analyse de la structure du peuplement

a. Indices de diversité spécifique

Les indices de diversité spécifique les plus couramment utilisés dans les études comparatives des peuplements, à savoir les indices de Shannon-Wiener (H') et celui de l'équitabilité (ou Evenness E).

Quelques espèces dominantes jouent un rôle majeur dans le fonctionnement de l'écosystème, alors que de nombreuses espèces rares conditionnent la diversité d'un peuplement. Ainsi les dominances élevées de quelques espèces communes donnent une valeur faible de la diversité, tandis que la codominance de quelques espèces donne une valeur élevée (Daget, 1979).

- **Indice de Shannon et Weaver (H')**

Le choix de cet indice (Shannon et Weaver, 1949) est justifié par son usage général en écologie, par sa facilité de calcul et d'interprétation ; il est souvent utilisé dans les études de structure de peuplements benthiques. Cet indice, dérive de la théorie de l'information, donne une mesure intégrée de la diversité.

L'indice de Shannon est calculé par la formule :

$$H' = \sum_{i=1}^n P_i * \text{Log}_2(P_i)$$

Tel que : $P_i = n_i/N$ (P_i nombre d'individu de l'espèce/ nombre totale d'individus).

H' est minimal (=0) si tous les individus du peuplement appartiennent à une seule et même espèce, H' est également minimal si, dans un peuplement chaque espèce est représentée par un seul individu, excepté une espèce qui est représentée par tous les autres individus du peuplement. L'indice est maximal quand tous les individus sont répartis d'une façon égale sur toutes les espèces (Frontier, 1983).

L'indice de Shannon indiquerait que le nombre d'espèces dans une communauté est fonction de la stabilité du milieu ; plus l'indice est grand, plus le milieu serait stable et réciproquement (Rebzani-Zahaf, 2003).

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 co-dominantes. La valeur de cet 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) (Grall et Coïc, 2006).

b. Indice de Pielou (équitabilité) (E)

Il est appelé aussi indice de régularité ou d'équitabilité ou « Evenness » (Pielou.1966). L'évaluation de la diversité spécifique est généralement complétée par un indice d'équitabilité. C'est une autre expression de la diversité spécifique. Cet indice traduit la répartition plus ou moins équitable des espèces ; il est le plus usité. L'équitabilité est une diversité relative c'est-à-dire un indice de diversité classique ramené à un indice de référence en fonction de la taille de l'échantillon, c'est donc le rapport entre la diversité mesurée dans un peuplement et la diversité maximale.

$$E = H' / \log_2(S) \text{ Ou } E = H' / H'_{\max}$$

$\log_2 S$: Nombre d'espèces du prélèvement. S : caractérise le plus haut niveau de structure théorique compte tenu de la richesse spécifique (c'est la valeur maximale de la diversité, quand toutes les espèces présentes sont également fréquentes).

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) (Grall et Coïc, 2006).

Ces deux indices restent dépendants de la taille des échantillons et dépendant du type d'habitat. Leur valeur est relativement basse dans les eaux de transition comme les lagunes, deltas ou estuaires, même lorsqu'ils ne sont pas perturbés (Grall et Coïc, 2006).

E est donc une valeur du degré de déséquilibre d'un peuplement.

c. Le diagramme rangs fréquences (DRF)

Il décrit la diversité d'une communauté (ou d'un échantillon) par simple indice numérique apparaît parfois la « résumer » exagérément. Une description plus détaillée est donnée par la forme de la distribution des individus en espèces (Frontier 1998), il permet aussi une représentation graphique de l'évolution de la diversité des communautés (Frontier, 1976).

Quand il y a un petit nombre d'espèces accompagné de quelques rares, diversité et régularité sont faibles et le DRF montre une concavité dirigée vers le haut. Quand il existe un grand nombre d'espèces de moyenne abondance, la diversité et la régularité sont fortes et le DRF montre une concavité dirigée vers le bas. Cette méthode est souvent utilisée pour détecter d'éventuels changements d'allure de la courbe en fonction de l'évolution temporelle des peuplements. Frontier a supposé que les changements temporels dans les écosystèmes sont des processus réguliers avec quelques transitions soudaines qui dépendent de type et de l'intensité des perturbations (Pertaitis et Latham, 1999 *in* Quiroz-Martinez, 2010).

Les DRF mettent en évidence les différents stades reliant les communautés pionnières à sénescents. Les stades ont été définis en fonction de l'allure des courbes obtenues par construction des DRF et à l'aide de l'interprétation de Frontier (1976, 1977).

Les espèces ont été classées selon leur densité, par ordre décroissant. Le rang a été reporté en abscisse et les fréquences en ordonnée, les axes étant logarithmiques.

- **Au stade 1** (départ de la succession), la courbe est concave en haut à gauche, indiquant qu'une faible proportion d'espèces est dominante. La courbe s'infléchit et la partie droite devient convexe. La densité des espèces les plus rares décroît rapidement, la diversité est faible. La succession se poursuivant, la partie convexe se déplace encore sur la partie droite. Les espèces dominantes deviennent plus nombreuses et régulièrement distribuées. La diversité augmente et la densité des espèces rares continue à décroître.
- **Au stade 1'** : (Stade intermédiaire) : la diversité augmente, les espèces abondantes deviennent plus nombreuses, contrairement aux espèces peu abondantes qui chutent rapidement. La forme convexe se déplace vers le haut de la courbe.
- **Au stade 2** (communauté mature), la courbe devient entièrement convexe. La diversité est maximale. elle se reflète sur le grand nombre d'espèces d'abondance moyenne, sans qu'il y ait d'espèces fortement dominantes. Ce stade acquiert le maximum de maturité et de complexité.
- **Au stade 3** (fin de la succession), la courbe se linéarise, signe de l'augmentation des densités des espèces prédominantes. La diversité est inférieure à celle du stade 2. La communauté devient vieillissante.

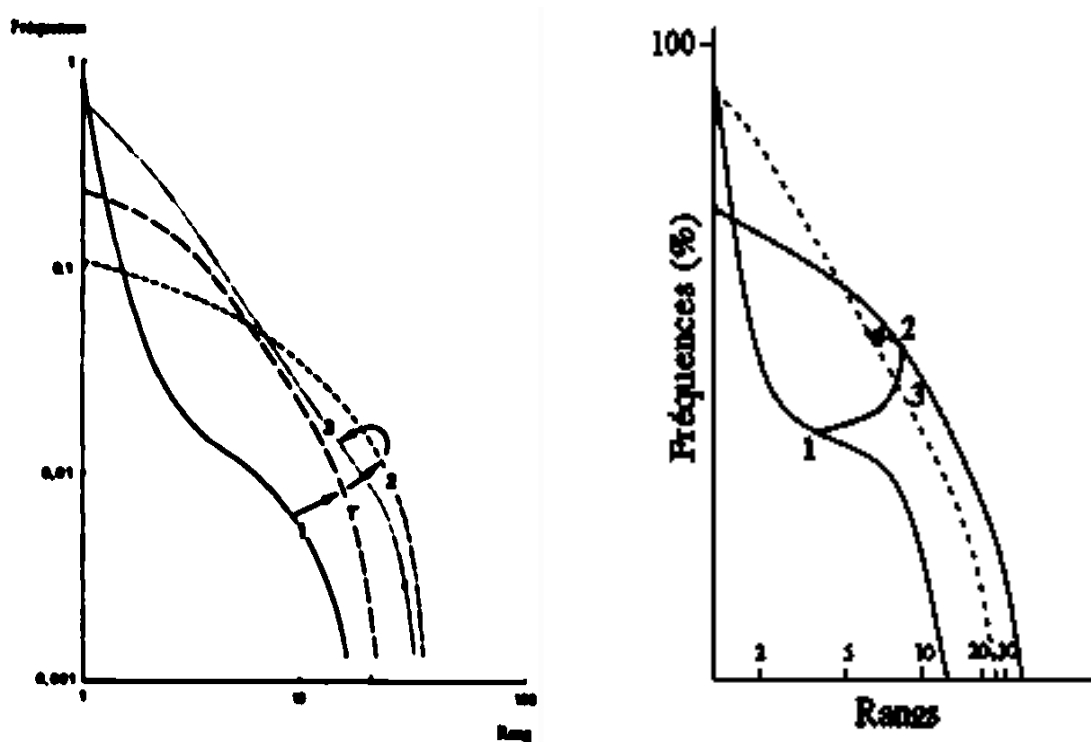


Figure 18 : Évolution théorique de l'allure des diagrammes rang - fréquence selon les stades de la succession écologique notés 1, 1', 2 et 3 sur le graphique (modifiée d'après Frontier 1976, 1977, 2008 et Rebzani-Zahaf, 2003).

3.4.3. L'analyse en composantes principales (ACP)

L'ACP est une méthode essentiellement descriptive (Phillipeau, 1986). En analyse en composantes principales, l'ensemble I est décrit à l'aide de variables quantitatives continues, homogènes ou non a priori corrélées entre elles deux à deux. On cherche à répondre à des questions du type suivant : quelles sont les variables qui sont liées positivement entre elles ? Quelles sont celles qui s'opposent ? À propos des individus on cherchera à évaluer leur ressemblance et leur dissemblance, à mettre en relief des groupes homogènes d'individus. En résumé l'analyse en composantes principales (ACP) consiste à transformer les pp variables quantitatives, initiales en nouvelles variables non corrélées, appelées composantes principales (ou facteurs) (Ambapour, 2003).

L'ACP représente les espèces dans un espace à p dimensions tel que p c'est la variable quantitative.

L'ACP vise à mettre en évidence graphiquement l'information essentielle contenue dans un tableau de données. Son but principale est de permettre d'y voir plus claire l'ensemble des variables simultanément (Phillipeau, 1986).

3.4.4. Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)

La classification hiérarchique mise en œuvre dans le présent travail est la méthode de Ward. Cette méthode utilise une analyse de la variance approchée afin d'évaluer les distances entre classes. Elle tente de minimiser la somme des carrés de tous les couples (hypothétiques) de classes pouvant être formés à chaque étape. Bien qu'elle tende à créer des classes de petite taille, cette méthode est considérée comme très efficace en écologie.

La démarche des CAH est basée sur le calcul d'une matrice de distance (ou de similarité) entre individus. La sélection d'un indice de proximité entre objets sera donc déterminante dans le résultat de la classification. Ce choix étant fixé, il reste à définir un indice d'agrégation des objets ou des classes. Cela revient à définir le point de référence qui va être utilisé dans chacune des classes pour mesurer et comparer les distances inter-objets (Rebzani-Zahaf 2003).

Logiciel utilisé :

L'analyse en composantes principale a été réalisée par Statistica 6.0

La classification ascendante hiérarchique a été réalisée par Systat 12 V.12.00.08, Inc, Chicago, USA

CHAPITRE III

Résultats, Interprétation et Discussion

1. La baie de Bou-Ismaïl

1.1. Analyse qualitative et quantitative du peuplement

1.1.1. Richesse qualitative et quantitative du peuplement

À partir de l'analyse descriptive des peuplements rencontrés dans les stations des différents ports étudiés, nous allons tenter de dégager et d'expliquer les similitudes et les différences entre les ports. Cette synthèse qui permettra de distinguer les particularités des peuplements rencontrés sera effectuée selon les paramètres suivants : la richesse spécifique, la diversité spécifique, les groupes zoologiques, les groupes écologiques, les groupes trophiques et les principales espèces.

- **La richesse spécifique (S) :**

La richesse spécifique « S » d'une récolte est le nombre d'espèces trouvées. L'intérêt de calculer cet indice réside dans l'information qu'il transmet sur la dispersion des individus entre espèces (Legendre et Legendre, 1984) au sein d'un milieu donné.

La baie de Bou-Ismaïl a une richesse spécifique (S) de 44 espèces. La distribution de ces espèces est variable dans ces stations. Elle est d'une seule espèce dans la station 3 à 32 espèces dans la station 6 (tableau 4).

Tableau 4 : la richesse spécifique de la baie de Bou-Ismaïl.

Stations	Station 2	Station 3	Station 4	Station 5	Station 6
Richesse spécifique (S)	4	1	2	11	32

Les espèces répertoriées dans la zone ouest de Bou-Ismaïl se répartissent comme suit :

- 41 espèces de Mollusques ;
- 2 espèces de Polychètes ;
- 1 espèce de Crustacé ;

De point de vue nombre des espèces (aspect qualitatif), les Mollusques sont les plus élevés dans toutes les stations.

La station 6 a la richesse la plus élevée (32 espèces) suivie par la station 5 (11 espèces). Les 3 autres stations ont un nombre d'espèces entre 1 espèce et 4 espèces. La station 2 (4 espèces), la station 3 (1 espèce) et la station 3 avec 2 espèces.

Il faut noter que la station 1 qui est figurée dans la figure 15 est nulle en espèces.

Selon les résultats de la richesse spécifique (S), Grimes en 2010 a mis en évidence dans la baie de Bou-Ismaïl l'existence de trois zones bien individualisées :

- Le secteur Ouest très riche avec une distribution homogène à l'exception de deux stations relativement pauvres.
- Le secteur le plus à l'Est également très homogène, avec des stations soit riches à très riches (20-50 espèces et > 50 espèces).

- La partie située entre ces deux secteurs et plus particulièrement l'axe de la ville de Bou-Ismaïl, la plus importante agglomération de cette baie qui forme une mosaïque avec des zones pauvres, relativement pauvres et modérément riches.
- **L'abondance, la densité et la dominance :**

Station 2 : le peuplement est représenté par les espèces *Hyale pantica* avec 2 individus de densité de 20 individus/m² et une dominance de 40 %. Dans cette station les crustacés et les polychètes dominent l'espace avec 40% (tableau 5)

Tableau 5 : abondance, densité et dominance de la station 2

Espèces	GZ	Abondance (ni)	densité ni/m ²	Dominance %
<i>Polynereis dumerilii</i>	P	1	10	20
<i>Alciopa cantrainii</i>	P	1	10	20
<i>Hyale pantica</i>	C	2	20	40
<i>Pusia tricolor</i>	M	1	10	20
<i>total</i>		5	50	

Station 3 : le peuplement de cette station est représenté par une seule et unique espèce avec un seul individu *Venerapis rhomboides*, (mollusque bivalve).

Station 4 : au niveau de cette station l'espèce dominante est *Dosinia lupinus* avec une abondance de 30 individus/m² de densité de 300 individus/ m² et une dominance de 93,75%. Suivi par la seule espèce *Cardium nodosum* avec 2 individus de densité de 20 individus/m² et une dominance de 6,25% (tableau 6)

Tableau 6 : abondance, densité et dominance des espèces de la station 4 :

Espèces	GZ	Abondance (ni)	densité ni/m ²	Dominance %
<i>Dosinia lupinus</i>	M	30	300	93,75
<i>Cardium nodosum</i>	M	2	20	6,25
<i>total</i>		32	320	

Station 5 : *Rocellaria dubia* domine dans cette station avec une abondance de 7 individus, une densité de 70 individus/m² et une dominance de 29,17%, suivi par *Cardium minimum* avec 5 individus et une densité de 50 individus/m² et sa dominance est de 20,83% et *Bornia sebetia* avec une dominance de 16,67%.

Tableau 7 : abondance, densité et dominance des espèces de la station 5

Espèces	GZ	Abondance (ni)	densité ni/m ²	Dominance %
<i>Abra intermedia</i>	M	1	10	4,17
<i>Dosinia lupinus</i>	M	1	10	4,17
<i>Rocellaria dubia</i>	M	7	70	29,17
<i>Eulimella acicula</i>	M	1	10	4,17
<i>Bornia sebetia</i>	M	4	40	16,67
<i>Quadrans serratus</i>	M	1	10	4,17
<i>Cardium minimum</i>	M	5	50	20,83
<i>Sphenia ruppelii</i>	M	1	10	4,17
<i>Phacoides borealis</i>	M	1	10	4,17
<i>Pandora inaequalvis</i>	M	1	10	4,17
<i>Leda pella</i>	M	1	10	4,17
Total		24	240	

Station 6 : les deux espèces dominantes dans cette station sont respectivement *Spisula solida* représenté avec 134 individus de densité de 1340 individus/m² et une dominance de 33,25%, suivi par *Cardium minimum* avec 60 individus de densité de 600 individus/m² et une dominance de 14,89% (tableau 8).

Tableau 8 : abondance, densité et dominance des espèces de la station 6

Espèces	GZ	Abondance (ni)	densité ni/m ²	Dominance %
<i>Cardium minimum</i>	M	60	600	14,89
<i>Cardium nodosum</i>	M	10	100	2,48
<i>Cerastoderma edule maculatum</i>	M	21	210	5,21
<i>Parvicardium exiguum</i>	M	9	90	2,23
<i>Laevicardium oblongum</i>	M	3	30	0,74
<i>Venus casina</i>	M	12	120	2,98
<i>Leda pella</i>	M	1	10	0,25
<i>Bornia sebetia</i>	M	7	70	1,74
<i>Rocellaria dubia</i>	M	6	60	1,49
<i>Spisula solida</i>	M	134	1340	33,25
<i>Pitaris tumens</i>	M	6	60	1,49
<i>Donax vittatus</i>	M	28	280	6,95
<i>Donax semistriatus</i>	M	7	70	1,74
<i>Lima inflata</i>	M	1	10	0,25
<i>Donax variegatus</i>	M	3	30	0,74
<i>Venerupis aurea</i>	M	7	70	1,74
<i>Leda fragilis</i>	M	1	10	0,25
<i>Yoldiella lenticula philippina</i>	M	36	360	8,93
<i>Dosinia lupinus</i>	M	9	90	2,23
<i>Venerupis rhomboides</i>	M	2	20	0,49
<i>Phacoides borealis</i>	M	4	40	0,99
<i>Ammonicera rota</i>	M	12	120	2,97
<i>Pitaria rudis</i>	M	3	30	0,74
<i>dentalium vulgare</i>	M	2	20	0,49
<i>Nucula sulcata</i>	M	5	50	1,24
<i>Spondylus gussoni</i>	M	1	10	0,25
<i>Arca pulchella</i>	M	1	10	0,25
<i>Tellimya suborbicularis</i>	M	4	40	0,99
<i>Arcularia gibbosula irregularis</i>	M	2	20	0,49
<i>Cyclope neritea</i>	M	1	10	0,25
<i>Odostomia plicata</i>	M	2	20	0,49
<i>Nassa incrassata</i>	M	3	30	0,74
<i>total</i>		403	4030	

Dans une manière générale les mollusques bivalves est le groupe zoologique dominant quantitativement cette région (ouest de la baie de Bou-Ismaïl), à l'exception de la station 2 les polychètes et les crustacés sont les représentés avec 40% pour chacun des groupes.

Ces résultats sont contradictoires aux résultats trouvés dans tous les travaux qui ont été fait sur la côte algérienne. Grimes, (2010) : les Mollusques représentent 18,1% de la densité totale par contre les polychètes qui dominant quasiment avec une moyenne de 52,16%.

Bakalem en 2008 a trouvé que la diversité du peuplement des sables fins du secteur ouest de la baie de Bou Ismail est relativement élevée : 176 espèces recensées. La composition zoologique de cette diversité est comme suit : la dominance des polychètes avec 95 espèces de 53,98% suivi par les crustacés avec 52 espèces ce qui fait 29,54% et les mollusques présentés par 14 espèces seulement (7,95%).

Cette différence pourrait s'expliquer par un problème d'échantillonnage lors de la réalisation des prélèvements.

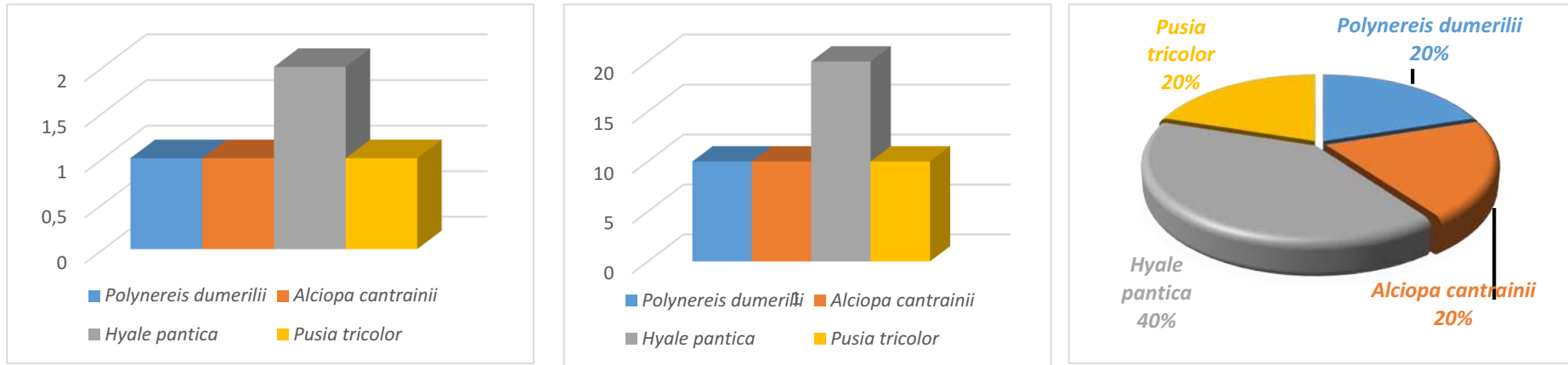


Figure 19 : densité, abondance et dominance des espèces dans la station 2 au niveau de la baie de Bou-Ismaïl

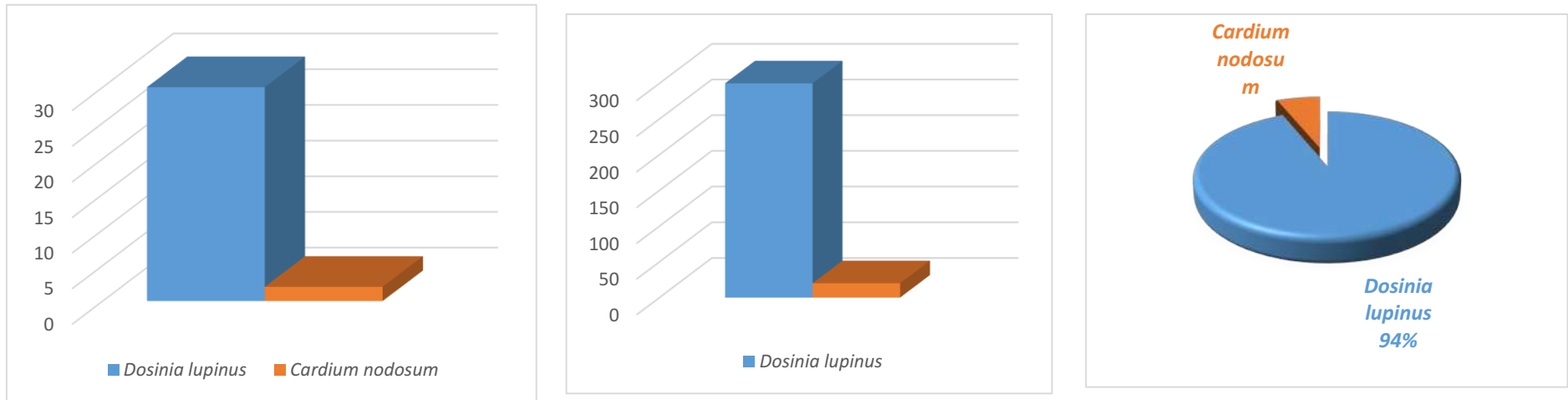


Figure 20 : densité, abondance et dominance des espèces dans la station 4 au niveau de la baie de Bou-Ismaïl

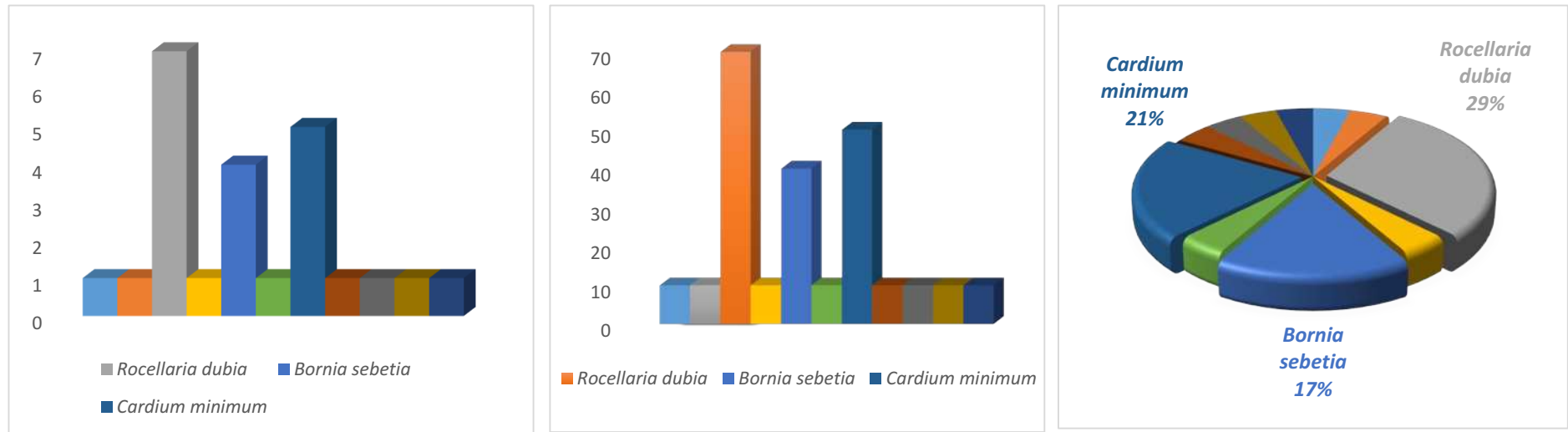


Figure 21 : densité, abondance et dominance des espèces dans la station 5 au niveau de la baie de Bou-Ismaïl

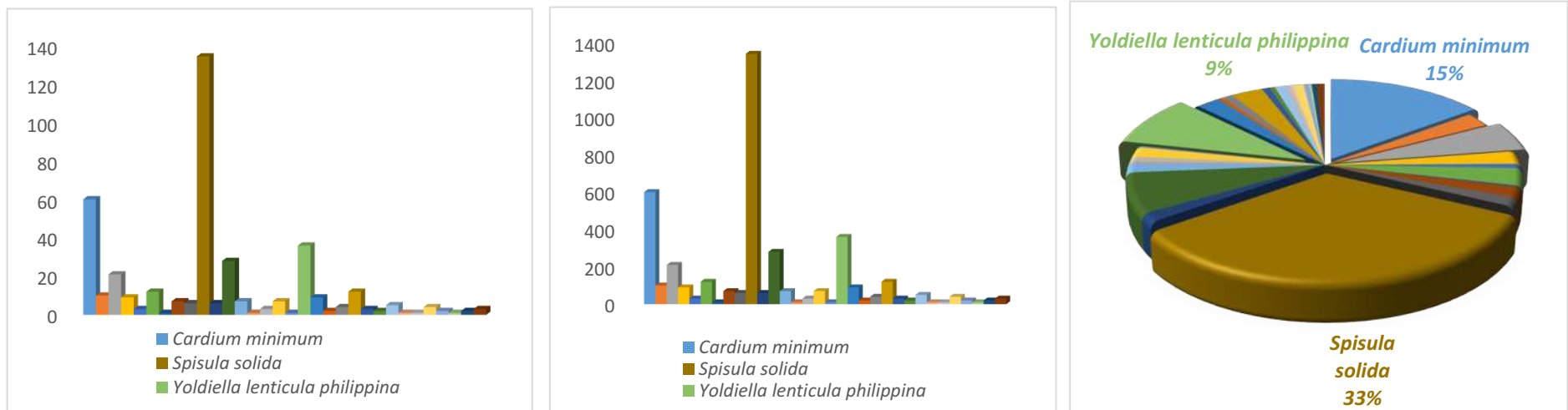


Figure 22 : densité, abondance et dominance des espèces dans la station 6 au niveau de la baie de Bou-Ismaïl

- La fréquence (F) :

Tableau 9 : fréquences des espèces de la baie de Bou-Ismaïl.

Fréquence F %	Espèces
Rare	<i>Polatynereis dumerilii, Alciopa cantrainii, Hyale pantica, Pusia tricolor, Abra intermedia, Eulimella acicula, Bornia sebetia, Quadrans serratus, Sphenia ruppelii, Phacoides borealis, Pandora inaequalvis, Leda pella, Cerastoderma edule maculatum, Parvicardium exiguum, Laevicardium oblongum, Venus casina Bornia sebetia, Spisula solida, Pitaris tumens, Donax vittatus, Donax semistriatus, Lima inflata, Donax variegatus, Venerupis aurea, Leda fragilis, Yoldiella lenticula philippina, Phacoides borealis, Ammonicera rota, Pitaria rudis, dentalium vulgare, Nucula sulcata, Spondylus gussoni, Arca pulchella, Tellimya suborbicularis, Arcularia gibbosula irregularis, Cyclope neritea, Odostomia plicata, Nassa incrassata</i>
Communes	<i>Venerupis rhombroides, Cardium nodosum, Rocellaria dubia, Cardium minimum</i>
Très communes	<i>Dosinia lupinus</i>
Constantes	

Dans la baie de Bou-Ismaïl on a :

Dosinia lupinus (suspensivore) avec F=60% est considérée comme une espèce très commune dans cette zone. Cette espèce espèce inféodée aux sables fins de la côte algérienne et rarement présente dans les sables fins envasés, est considérée comme une sabulicole stricte avec une préférence prononcée pour les sables fins (Bayed, 1990).

Les quatre espèces (*Venerupis rhombroides, Cardium nodosum, Rocellaria dubia* et *Cardium minimum*) sont représentées avec des fréquences de 40%, ces espèces sont considérées comme des espèces communes.

La majorité des espèces ont une fréquence de 20% ce qui fait qu'elles des espèces rares

D'une manière globale la fréquence des espèces récoltées au niveau de la baie de Bou-Ismaïl est entre 20% et 60%. Dans la baie de Bou-Ismaïl n'existe pas des espèces constantes.

1.2. Analyse de la structure des peuplements

1.2.1. Indice de diversités (indice de Shannon (H') et indice d'équitabilité (E))

L'indice de Shannon (H') a l'avantage d'être indépendant de la taille de l'échantillon ; il permet de comparer des prélèvements plus ou moins inégaux en espèces. Les valeurs de H' dépendent du nombre des espèces présentes, de leur proportion relative et de la taille du prélèvement, puisqu'il existe une relation entre le nombre d'espèces et la surface ou le volume prélevé et, dans une certaine mesure, du type d'engin de prélèvement utilisé.

Dans la baie de Bou-Imail les indices de Shannon sont très variables d'une station à l'autre allant de la valeur la plus faible (H'= 0) à cause de la présence uniquement d'une seule espèce dans la station 3 à une valeur forte (H'= 3,60) dans la station 6, cette valeur est plus ou moins proche de $\log_2(S)$ (=5) cela s'explique par l'absence d'espèces avec une forte dominance (tableau 10)

Tableau 10 : indices de Shannon (H') et d'équitabilité (E)

Stations	Station 2	Station 3	Station 4	Station 5	Station 6
H'	1,92	0	0,34	2,95	3,60
E	0,96	0	0,34	0,85	0,72
S	4	1	2	11	32
Log ₂ (S)	2	0	1	3,46	5

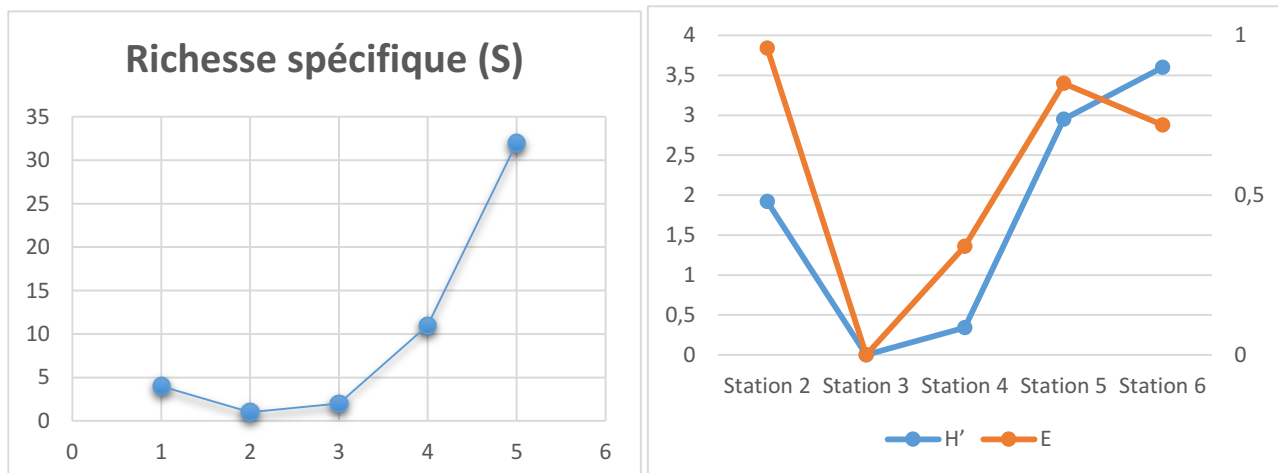


Figure 23 : courbes de la richesse spécifique et d'indice de Shannon et d'équitabilité
Cela est de même pour les stations 2 et 5, les valeurs de l'indice de Shannon sont respectivement (H'=1,92 et H'=2,95). Ces valeurs sont plus ou moins fortes (proche de $\log_2(S)$).

La dominance de toutes les espèces ou plus exactement l'absence d'une espèce qui prédomine toutes les autres espèces dans les trois stations 2,5 et 6 est confirmées par les valeurs fortes (proche de 1) de l'indice d'équitabilité (E) qui est respectivement de 0,96, 0,85 et 0,72 pour ces stations.

Les valeurs faibles de l'indice de Shannon et d'indice d'équitabilité dans la station 4 sont expliquées par la dominance d'une seule (*Dosinia lupinus* avec 93,75%).

1.2.2. Diagramme rang-fréquence

Les diagrammes rang-fréquence sont représentés pour les stations qui ont plus de 10 espèces ce qui explique que quelques stations ne sont pas présentées dans la figure 24 :

Les DRF des stations S1, S2, S3 et S4 (le nombre d'espèces est inférieur à 10)

Dans la station 5 la courbe de DRF est concave en haut à gauche ce qui indique un faible nombre d'espèces dominantes (*Rocellaria dubia* avec 70 individus/m² et une dominance de plus de 29% suivi par *Cardium minimum* avec 50 individus/m² et une dominance de 20%). Ce stade présente le début de la succession stade 1.

La station 6, le nombre d'espèces présentent est plus important (32 espèces), ainsi que le nombre d'espèces est plus nombreux (*Spisula solida* avec une abondance de 33,25% et *Cardium minimum* avec 14,89%). Les espèces peu abondantes chutent rapidement (stade 1'). Dans un tel écosystème, les interactions deviennent de plus en plus complexes, avec l'arrivée de nouvelles espèces.

L'analyse des diagrammes rang-fréquence établis pour les stations confirme les résultats des indices de diversité concernant la structure du peuplement.

Les résultats des indices de diversité sont en parfait accord avec ceux des DRF :

- aux valeurs faibles des indices correspond un peuplement de stade 1 c'est à dire une le départ de la succession du peuplement au niveau de la station 5.
- aux valeurs élevées des indices coïncidents des DRF caractéristiques d'un stade 1' ou d'un stade intermédiaire de la succession de peuplement, notamment à la station S6.
- à des valeurs moyennes des indices on a une situation intermédiaire : stade 1', observé à la station S6.

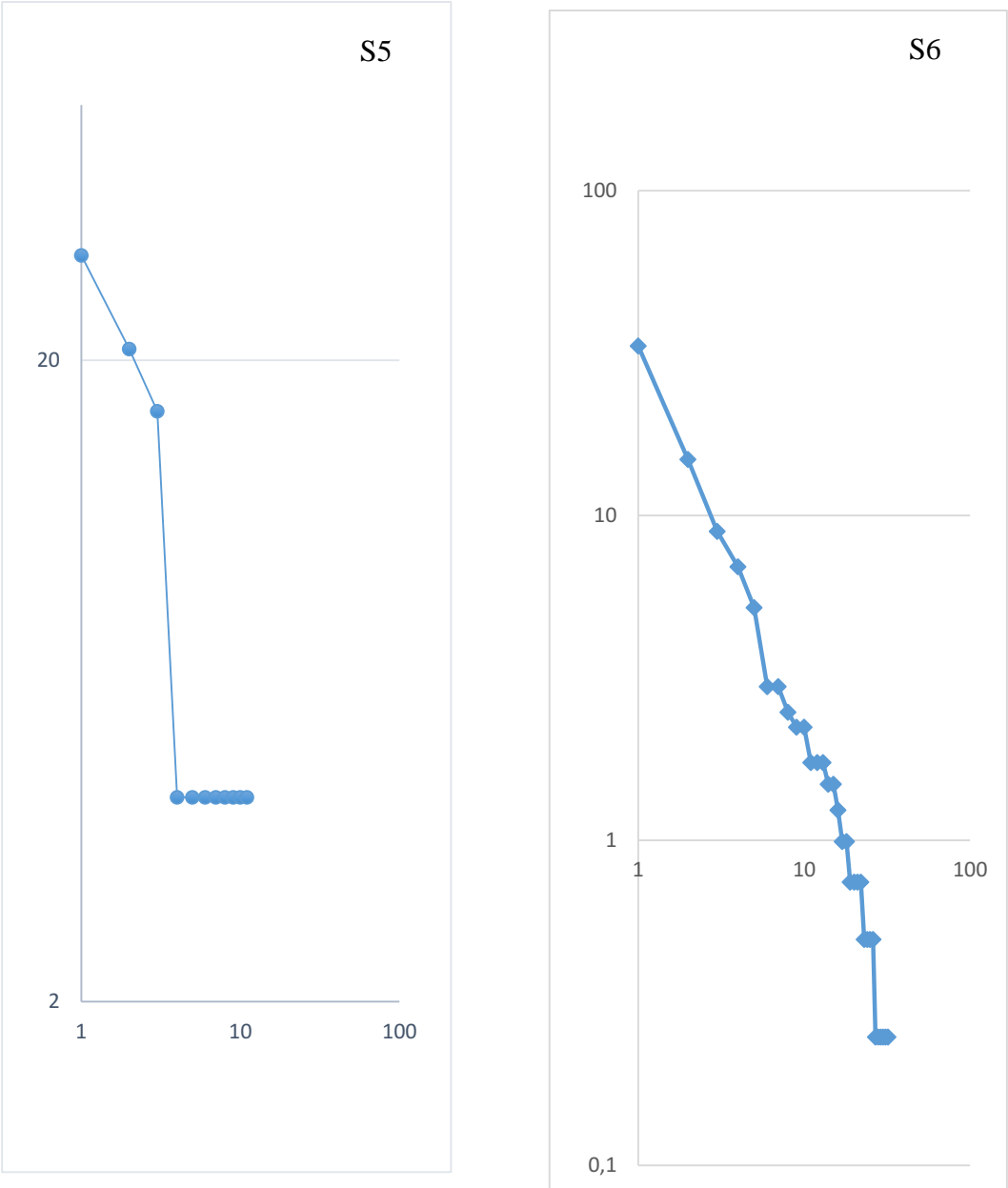


Figure 24 : diagramme rang-fréquence des stations S5 et S6 dans la baie de Bou-Ismaïl.

1.2.3. États d'équilibre des peuplements

Rebzani-Zahaf, (2003) a mis en évidence que l'analyse de la structure des peuplements a été effectuée à partir des indices de diversité (Shanon et Equitabilité), et à la lumière de ces paramètres, nous avons défini différents états d'équilibre des peuplements.

Les résultats ont montré que :

- Les plus faibles valeurs de diversité sont observées dans les secteurs les plus confinés ; par contre, les plus élevées dans les secteurs sous l'influence des eaux du large.
- Les valeurs de l'équitabilité sont variables, elles sont soit faibles et confortent l'indice de Shannon, soit plus élevées ce qui indique une égalisation des effectifs entre les espèces.
- Dans certains secteurs d'équilibre écologique instable, l'existence d'une espèce dominante dans un peuplement diversifié fait baisser l'indice d'équitabilité.
- À un indice de Shannon élevé, correspond toujours un indice d'équitabilité élevé
- L'indice d'équitabilité faible correspondant à un indice de Shannon élevé traduit la dominance d'une espèce dans un peuplement diversifié.

À partir de ces indices, plusieurs auteurs ont fixé des seuils d'équilibres du peuplement.

Daget (1979) considère qu'une équitabilité supérieure ou égale à 0,8 indique généralement un peuplement équilibré. Glémarec et Hily (1981) signalent que les valeurs indicatrices de l'indice de Shannon sont supérieures à 3 pour un peuplement normal, inférieures à 1 en zone polluée et intermédiaires en zone de déséquilibre.

En nous basant sur les seuils déterminés par Thomassin (1978), ont permis d'établir des seuils d'équilibre suivants (Tableau 11) pour les peuplements du port d'Alger :

Tableau 11 : classification des stations selon l'indice d'équitabilité E (Rebzani-Zahaf, 2003):

État de peuplement	Indice d'équitabilité (E)	Stations de port d'Alger
Peuplement inexistant	$E=0$	S1, S3
Peuplement en déséquilibre fort	$0,20 > E \geq 0$	
Peuplement en déséquilibre	$0,50 > E \geq 0,20$	S4
Peuplement en léger déséquilibre	$0,80 > E \geq 0,50$	S6
Peuplement en équilibre	$E \geq 0,80$	S5

Selon cette classification l'inexistence d'un peuplement au niveau de la station S1 et S3 à cause de la pollution très forte ce qui a rendu le milieu azoïque et le mauvais état écologique.

Les stations 5 ont un peuplement en équilibre malgré l'état écologique de ces deux stations (Médiocre) et la pollution.

La station 6 a un peuplement en léger déséquilibre car elle est modérément polluée et son état écologique est moyen.

La station 4 est dans un mauvais état écologique, zone de très forte pollution, ces conditions ont conduit au déséquilibre de peuplement de cette station.

1.2.4. Classification des peuplements

Rebzani-Zahaf (2003) a mis en évidence que l'ensemble des résultats relatifs aux différentes analyses descriptives et statistiques, ont permis de mettre en évidence les critères suivants :

Lorsque la diversité est faible et l'équitabilité faible, le peuplement est **non structuré** caractérisé par le développement d'espèces pionnières stade 1

Lorsque la diversité est élevée et l'équitabilité faible, le peuplement en développement est **peu structuré**, diversifié et dominé par une seule espèce ; il correspond au stade 1'.

Lorsque la diversité est élevée et l'équitabilité élevée le peuplement est :

- **peu structuré** selon les critères suivants :
 - ✓ prédominance d'une espèce →stade 1
 - ✓ prédominance de 2 à 3 espèces →stade 1'
 - ✓ prédominance de 2 à 3 espèces formant un plateau horizontal puis chute des espèces rares →stade 1' évoluant vers stade 2.

- **structuré** selon les critères suivants :
 - ✓ phase 2 de succession écologique correspondant à un peuplement mature.
 - ✓ Phase 3 fin de succession écologique.

Tableau 12 : critère de classification des peuplements (Rebzani-Zahaf, 2003)

peuplement	Critères					
	Stade de succession	Etat d'équilibre	Nombre d'espèces (N)	Densité (D)	H'	E
Non structuré	-	Peuplement inexistant	N=0	-	-	-
	1	Déséquilibre fort	N<5	D<100	0<H'<1	0<E<0,20
			5<N<15	D>5000		
Peu structuré	1, 1'	déséquilibre	N>15	D>5000	0<H'<1,5	0,20<E<0,50
	1, 1',2				1,5<H'<3	0,50<E<0,60
structuré	1, 1', 2, 3	Léger déséquilibre			H'>3	0,60<E<0,80

L'application de ces critères révèle :

- **La baie de Bou-Ismaïl**

Tableau 13 : classification des peuplements au niveau de la baie de Bou-Ismaïl

peuplement	Critères						Nos stations
	Stade de succession	État d'équilibre	Nombre d'espèces (N)	Densité (D)	H'	E	
Non structuré	-	Peuplement inexistant	N=0	-	-	-	S1, S3
	1	Déséquilibre fort	N<5	D<100	0<H'<1	0<E<0,20	
	5<N<15		D>5000				
Peu structuré	1, 1'	déséquilibre	N>15	D>5000	0<H'<1,5	0,20<E<0,50	S4, S2, S5
	1, 1',2				1,5<H'<3	0,50<E<0,60	
structuré	1, 1', 2, 3	Léger déséquilibre	N>15	D>5000	H'>3	0,60<E<0,80	S6
		Équilibre					

Le peuplement au niveau de la baie de Bou-Ismaïl est différent d'une station à l'autre :

Un peuplement non structuré au niveau des stations S1 et S3 car ces deux stations ont un peuplement inexistant.

Un peuplement peu structuré en déséquilibre pour les stations S2, S4 ainsi que la station S5

Un peuplement structuré en léger déséquilibre au niveau de la station S6, cette classification est aussi en relation avec le nombre d'espèce et la densité, au niveau de la station S6 le nombre d'espèce dépasse 15 espèces mais la densité de ces espèces est inférieure à 5000 individus

Si on compare les classifications (tableau 11 et tableau 13) la deuxième semble plus logique car elle s'est basé aussi sur l'indice de Shannon

2. La baie d'Alger (Sablettes)

2.1. Analyse qualitative et quantitative du peuplement

2.1.1. Richesse qualitative et quantitative du peuplement

- **La richesse spécifique (S) :**

La richesse spécifique au niveau de cette zone est très faible, elle varie entre 3 espèces au niveau de la station P1 à 9 espèces au niveau de la station P6 (tableau 14).

Tableau 14 : la richesse spécifique de la baie de la baie d'Alger

Stations	P1	P2	P4	P5	P6
Richesse spécifique (S)	3	4	4	4	9

Le peuplement de cette zone est représenté par 17 espèces :

- 9 espèces de mollusques
- 7 espèces de polychètes
- Une espèce de crustacés

Cette faible richesse peut s'expliquer par :

- La disparition des espèces à cause de phénomène de la pollution
- Le peu de prélèvement effectué lors de l'échantillonnage.

- **L'abondance, la densité et la dominance :**

Au niveau de la baie d'Alger, identifié 17 espèces, la dominance des mollusques est bien nette (avec 9 espèces), suivi par les polychètes qui sont représentés par 7 espèces et enfin les crustacés avec une seule espèce.

La station P1 est représentée par 3 espèces de mollusques avec la dominance de mollusque gastéropode avec 2 individus de *Lunatia fusca* d'une densité de 20 individus/m² et une dominance de 50% (tableau 15).

Tableau 15 : abondance, densité et dominance des espèces de la station P1

Espèces	GZ	Abondance (ni)	densité ni/m ²	Dominance %
<i>Pitaria chione</i>	M	1	10	25
<i>Donax trunculus</i>	M	1	10	25
<i>Lunatia fusca</i>	M	2	20	50
Total=3		4	40	

Les espèces identifiées au niveau de **la station P2** sont 3 espèces de mollusques et une seule espèce de polychète. Le mollusque bivalve *Chamelea gallina* domine cette station avec une abondance de 18 individus d'une densité de 180 individus/m² et une dominance de 46,15%, suivi par *Donax trunculus* avec 16 individus, sa densité est de 160 individus/m² et sa dominance est de 41,02% (tableau 16)

Tableau 16 : abondance, densité et dominance des espèces de la station P2

Espèces	GZ	Abondance (ni)	densité ni/m2	Dominance %
<i>Chamelea gallina</i>	M	18	180	46,15
<i>Donax trunculus</i>	M	16	160	41,02
<i>Spicula solida</i>	M	4	40	10,26
<i>Onuphis eremita</i>	P	1	10	2,56
total	4	39	390	

Au niveau des deux stations **P4 et P5** nous avons trouvé 4 espèces de mollusques dans la station P4 contre 3 espèces de mollusque et une espèce de polychète dans la station P5. Les deux stations sont dominées par *Donax trunculus* suivi de *Chamelea gallina*. Nous avons identifié 7 individus de *Donax trunculus* dans la station P4 et 10 individus dans la station P5. Sa densité et sa dominance sont respectivement égales à 70 individus/m² et 58,33% dans la station P4 et elles sont égales à 100 individus/m² et 71,43% dans la station P5. La deuxième espèce *Chamelea gallina* est représentée respectivement par 3 et 2 individus dans la station P4 et P5. La densité de cette espèce est de 30 individus/m² et 20 individus/m², sa dominance est de 25% dans la station P4 et de 14,29% dans la station P5 (tableau 17 et 18).

Tableau 17 : abondance, densité et dominance des espèces de la station P4

Espèces	GZ	Abondance (ni)	densité ni/m2	Dominance %
<i>Donax trunculus</i>	M	7	70	58,33
<i>Spicula solida</i>	M	1	10	8,33
<i>Chamelea gallina</i>	M	3	30	25
<i>Nassa mutabilis</i>	M	1	10	8,33
	4	12	120	

Tableau 18 : abondance, densité et dominance des espèces de la station P5

Espèces	GZ	Abondance (ni)	densité ni/m2	Dominance %
<i>Donax trunculus</i>	M	10	100	71,43
<i>Chamelea gallina</i>	M	2	20	14,28
<i>Lunatia fusca</i>	M	1	10	7,14
<i>Nereis rava</i>	P	1	10	7,14
Total	4	14	140	

La station P6 est colonisée par 2 espèces de mollusque qui dominent de point de vue nombre d'individus et 6 espèces de polychètes qui dominent de point de vue richesse spécifique avec une seule espèce de crustacés (tableau 19).

Le mollusque bivalve *Spisula solida* domine cette station avec 6 individus d'une densité de 60individus/m² et une dominance de 42,86%. Le reste des autres espèces sont représentées de la même quantité. Dans cette station on a la dominance d'une seule espèce *Spisula solida*.

Tableau 19 : abondance, densité et dominance des espèces de la station P6

Espèces	GZ	Abondance (ni)	densité ni/m2	Dominance %
<i>Spicula solida</i>	M	6	60	42,85
<i>Donax trunculus</i>	M	1	10	7,14
<i>Pagurus bernhardus</i>	C	1	10	7,14
<i>Nephtys sp.</i>	P	1	10	7,14
<i>Cirratu cirratu</i>	P	1	10	7,14
<i>Nereis diversicolor</i>	P	1	10	7,14
<i>Nereis rava</i>	P	1	10	7,14
<i>Prionospio steenstrupi</i>	P	1	10	7,14
<i>Syllis sp.</i>	P	1	10	7,14
total	9	14	140	

Au niveau de cette zone nous avons la dominance de groupe zoologique des mollusques avec 53% suivi par les polychètes avec 41% et enfin les crustacés par 6%.

Cependant Bakalem en 2008 a noté la dominance des polychètes avec 48,19% suivi par les crustacés avec 23,42% et en 3^{eme} position les mollusques avec 20,27%.

Grimes a trouvé 69,32% des polychètes dans la baie d'Alger, par contre les mollusques viennent en 2eme position avec. La seule région où les mollusques sont dominants est le golfe de Béjaia avec 68,24 % en 1995. L'importance de groupe des mollusques est plus prononcée dans le secteur Est, notamment dans les deux secteurs de Skikda et d'Annaba.

Les résultats insatisfaisants au niveau de cette station sont dus aux problèmes d'échantillonnage et aux problèmes de prélèvements qui ne sont pas représentatif.

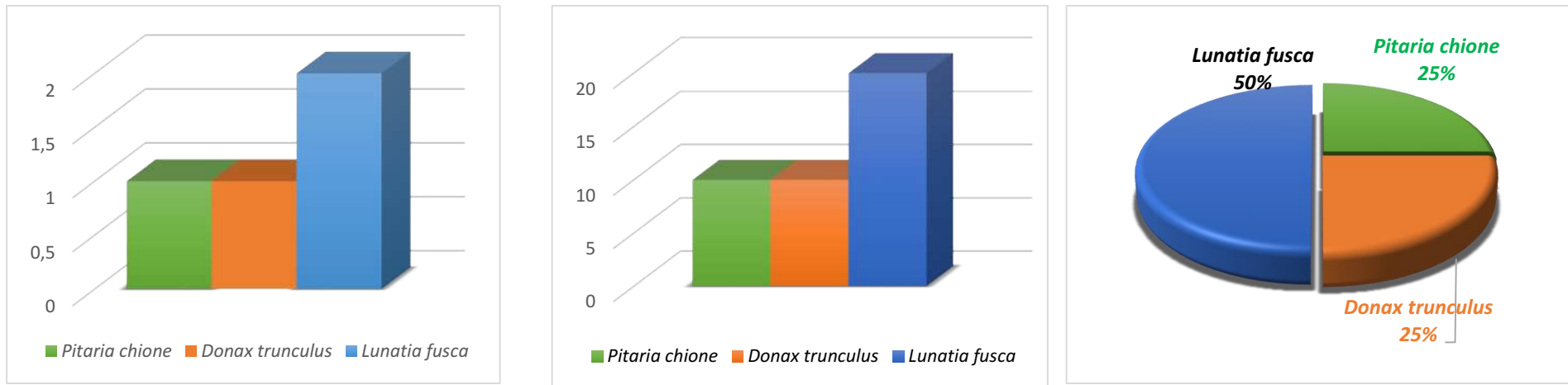


Figure 25 : densité, abondance et dominance des espèces dans la station P1 au niveau de la baie d'Algier

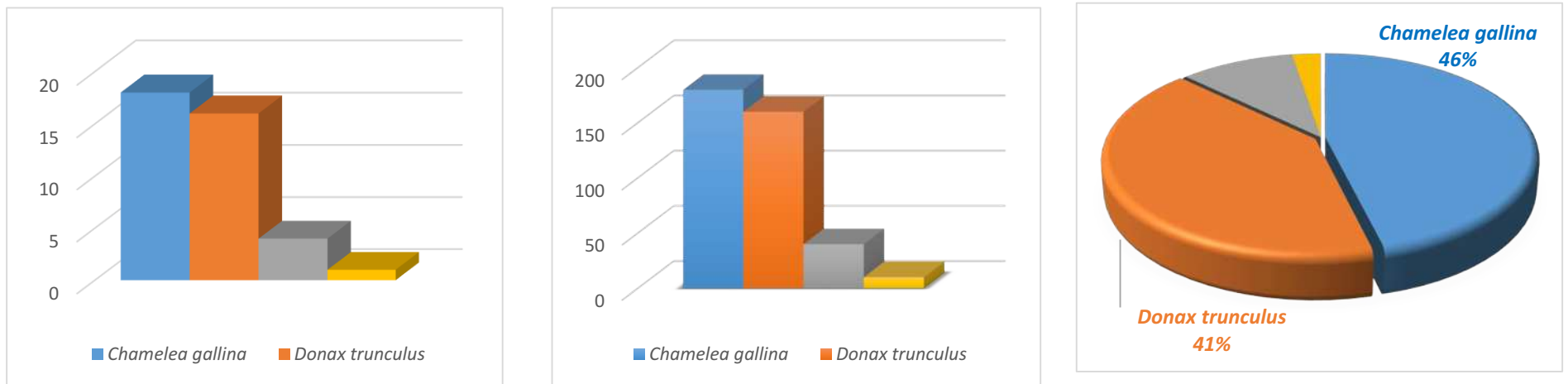


Figure 26 : densité, abondance et dominance des espèces dans la station P2 au niveau de la baie d'Algier

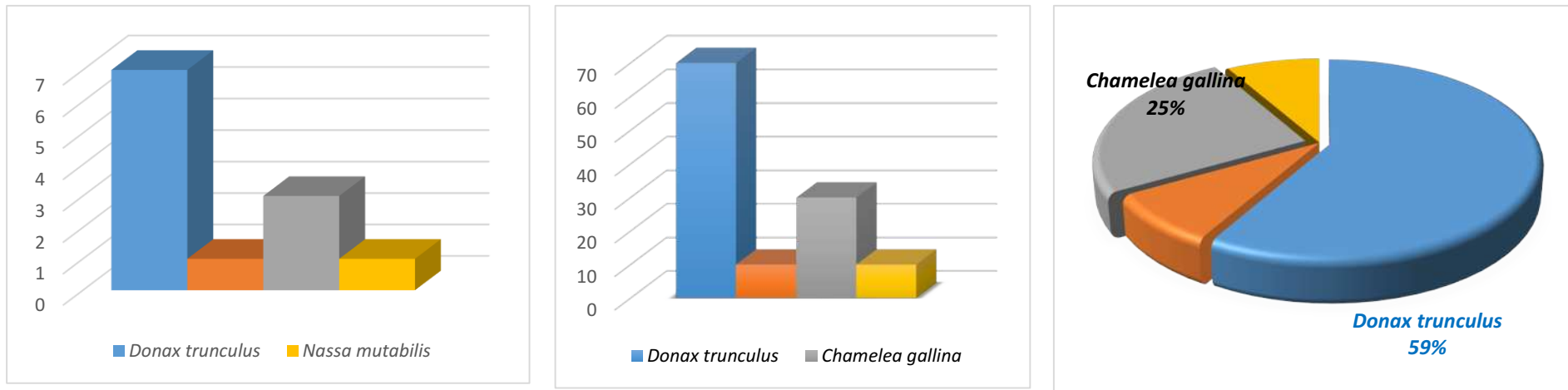


Figure 27 : densité, abondance et dominance des espèces dans la station P4 au niveau de la baie d'Alger

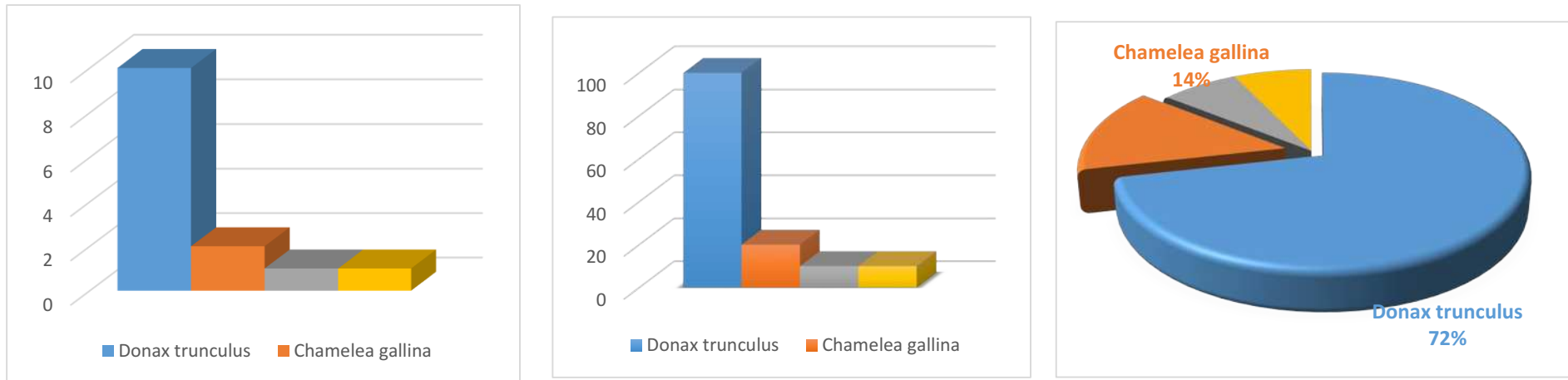


Figure 28 : densité, abondance et dominance des espèces dans la station P5 au niveau de la baie d'Alger

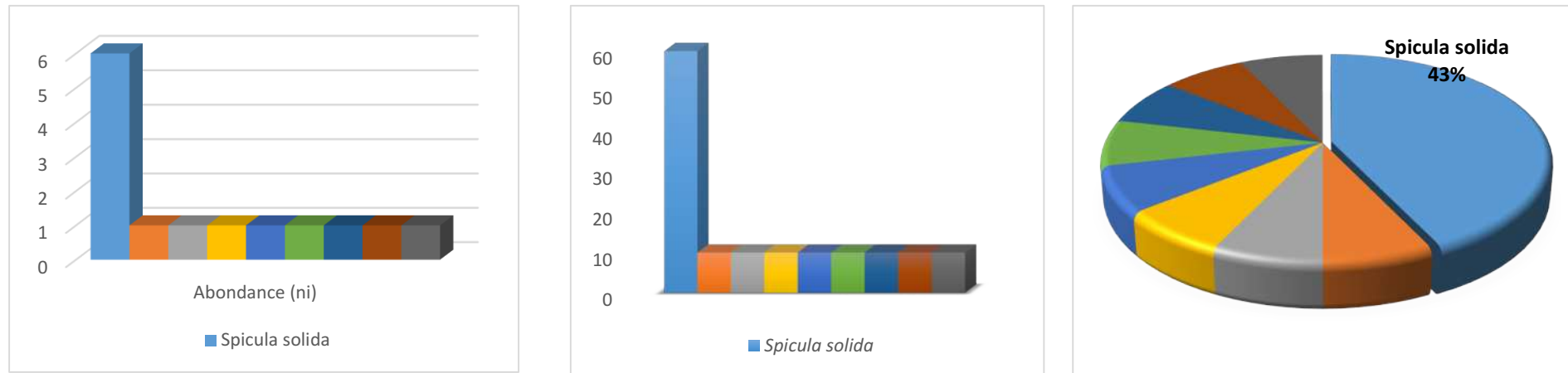


Figure 29: densité, abondance et dominance des espèces dans la station P6 au niveau de la baie d'Alger

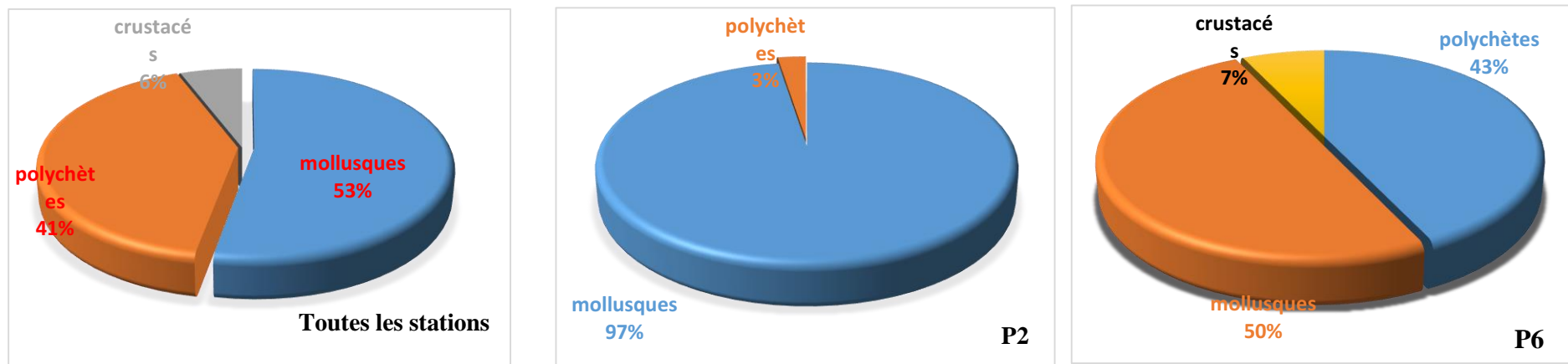


Figure 30 : dominance des groupes zoologique au niveau des stations

- **La fréquence (F) :**

Tableau 20 : fréquence des espèces de la baie d'Alger

Fréquence F %	Espèces
Rare	<i>Pitaria chione, Lunatia fusca, Pagurus bernhardus, Onuphis eremita, Prionospio steenstrupi, Chamelea gallina, Nassa mutabilis, Cirratus cirratus, Nereis diversicolor, Lunatia fusca Syllis sp., Nephtys sp.</i>
Communes	<i>Chamelea gallina (Venus gallina), Nereis rava</i>
Très communes	
Constantes	<i>Donax trunculus, Spisula solida</i>

Au niveau de la baie d'Alger *Donax trunculus* et *Spisula solida* présentent une fréquence supérieure à 75% alors elles sont des espèces constante.

Donax trunculus est une espèce atlantico-méditerranéenne qui domine la macrofaune des plages de sable fin (Biotope, P2A développement, 2007). D'après Poutier 1978, *Donax trunculus* était une espèce extrêmement commune sur presque tout le littoral du golfe d'Aigue-Mortes. Cette espèce vie enfouie dans le sédiment eurythèrme qui nécessite une forte oxygénation. *Donax trunculus* se nourris de matière organique en suspension, c'est une espèce suspensivore. Elle récolte aussi la matière déposée sur le sédiment grâce à leus siphon allongé, c'est une espèce dépositivore.

Spisula solida (Linnaeus, 1758) vit sur les côtes sud de l'Islande, de la Norvège (mer du Nord) au nord jusqu'aux côtes atlantiques marocaines au sud. Elle est présente également dans l'archipel de Madère. Fouisseur peu profond, on trouve cette mactre sur les plages de sable fin ou coquillier depuis les premiers mètres jusqu'à 50 m de profondeur environ. On aurait noté sa présence jusqu'à 160 m de profondeur dans sa zone méridionale de répartition. Elle préfère les zones à fort courant où la nourriture est abondante. C'une espèce filtreur suspensivore, la mactre se nourrit des fines particules alimentaires du phytoplancton (diatomées, algues microscopiques) qu'elle capte à la surface du sédiment (http://doris.ffessm.fr/fiche2.asp?fiche_numero=2066).

L'espèce polychète *Nereis rava* et le mollusque bivalve *Chamelea gallina (Venus gallina)* qui sont présentées avec une fréquence de 40% dans la baie d'Alger. Ce qui fait que ces deux espèces sont des espèces communes dans cette baie.

Les autres espèces sont d'une fréquence de 20% correspondent à des espèces rares.

2.2. Analyse de la structure des peuplements :

2.2.1. Indice de diversités (indice de Shannon (H') et indice d'équité (E))

Dans les stations P1 et P6 les indices de Shannon sont proche de $\log_2(S)$ ($H' = 1,5$ et $H' = 2,70$) pour les stations P1 et P2 respectivement, ces valeurs de H' sont expliquées par la présence des espèces qui dominent largement les autres espèces (*Lunatia fusca* avec 50% dans P2 et *Spisula solida* avec 42,86% au niveau de P6) (tableau 21)

Tableau 21 : richesse spécifique (S), indices de Shannon (H') et d'équitabilité (E)

Stations	P1	P2	P4	P5	P6
H'	1,5	1,51	1,55	1,29	2,70
E	0,95	0,76	0,78	0,65	0,85
S	3	4	4	4	9
Log2 (S)	1,58	2	2	2	3,17

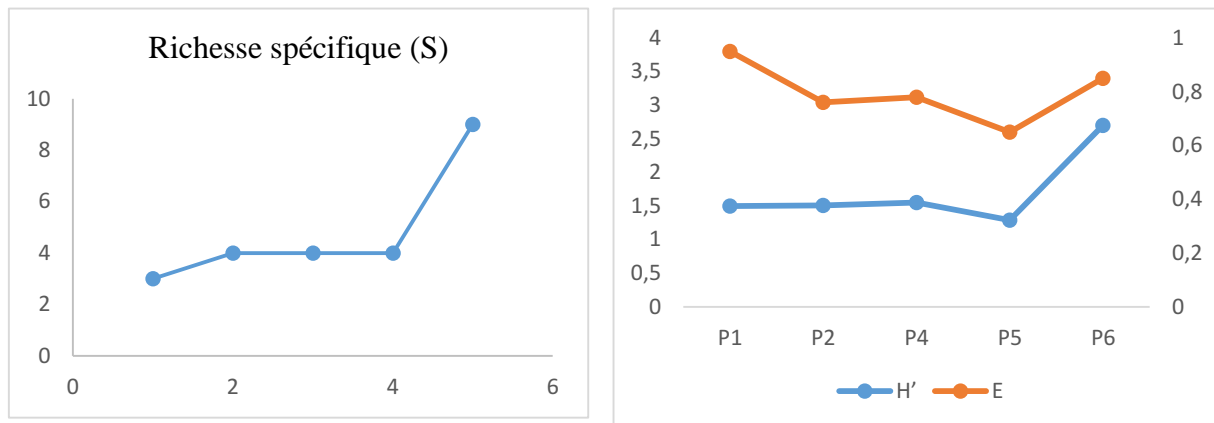


Figure 31 : courbes de la richesse spécifique et d'indice de Shannon et d'équitabilité

Les stations P2 et P4 ont des indices de Shannon plus ou moins proche de $\text{Log}_2(S)$, dans la station P2 $H' = 1,51$ et au niveau de la station P4 $H'=1,55$ dont ($\text{Log}_2(S) = 2$) pour les deux stations. Au niveau de ces stations nous avons deux espèces qui dominent *Chamelea gallina* avec 46,15% et *Donax trunculus* avec une dominance 41,02% dans la station P2 et *Donax trunculus* avec 58,33% et *Chamelea gallina* avec 25% dans P4.

La station P5 ne fait une exception, la dominance de deux espèces *Donax trunculus* et *Chamelea gallina* fait que l'indice de Shannon est proche de $\text{Log}_2(S)$ avec une valeur de 1,29.

Le deuxième indice de diversité (indice d'équitabilité E) vient de confirmer les valeurs de l'indice de Shannon H'. L'indice d'équitabilité est proche de 1 dans toutes les stations de la baie d'Alger (voir le tableau ci-dessus).

2.2.2. Diagramme rang-fréquence

Les diagrammes rang-fréquence sont difficiles à expliquer à cause de nombre d'espèces qui est faible (inférieure à 10 espèces)

Des seuils d'équilibre utilisé par Rebzani-Zahaf, (2003) (base : les seuils déterminés par Thomassin (1978)) pour les peuplements du port d'Alger :

2.2.3. Etats d'équilibre des peuplements

Tableau 22 : classification des stations selon l'indice d'équitabilité E

Etat de peuplement	Indice d'équitabilité (E)	Stations de port d'Alger
Peuplement inexistant	$E=0$	
Peuplement en déséquilibre fort	$0,20 > E \geq 0$	
Peuplement en déséquilibre	$0,50 > E \geq 0,20$	
Peuplement en léger déséquilibre	$0,80 > E \geq 0,50$	P2, P4, P5
Peuplement en équilibre	$E \geq 0,80$	P1, P6

Les peuplements des trois stations P2, P4 et P5 sont en léger déséquilibre à cause de l'état écologique de milieu (médiocre) et l'existence d'une forte pollution au niveau de ces stations.

Les deux autres stations (P1 et P6) ont un peuplement en équilibre.

2.2.4. Classification des peuplements

À cause de la faiblesse d'échantillon et de prélèvement dans la zone des sablettes (la baie d'Alger), la classification des peuplements est impossible.

Au niveau des stations P1, P4, P5, P6 le nombre d'individus est inférieur à 30 individus/m² alors l'échantillonnage n'est pas représentatif.

Au niveau de la station P2 le nombre d'individus est supérieur à 30 individus /m² mais il reste insuffisant.

3. Le port d'Alger

3.1. Analyse qualitative et quantitative du peuplement

3.1.1. Richesse qualitative et quantitative du peuplement

- La richesse spécifique :

Tableau 23 : la richesse spécifique au niveau des différentes stations :

Stations	station 1	station 2	station 3	station 4	station 5	station 6	station 7	station 8
La richesse spécifique (S)	14	36	17	21	18	17	11	33

Le port d'Alger semble plus diversifier que les deux autres zones avec 86 espèces

- 67 espèces de mollusques
- 17 espèces de polychètes
- 3 espèces de crustacés.

Comme dans les autres zones les mollusques dominent l'espace, et dans quelques stations avec une dominance de 100%.

La station 2 est la station la plus diversifiée avec 36 espèces (5 espèces de polychètes, 2 espèces de crustacés et 29 espèces de mollusques) suivis par la station 8 avec 33 espèces (30 espèces de mollusques et 3 espèces de polychètes).

En 3^{ème} position vient la station 4 avec 21 espèces répartis en 12 espèces de mollusques, 8 espèces de polychètes et une espèce de crustacé.

Dans la station 5 nous avons répertorié 18 espèces : 12 espèces de mollusques, 4 espèces de polychètes et 2 espèces de crustacés.

La station 3 et 6 ont le même nombre d'espèces (17 espèces), la station 3 présente 16 espèces de mollusques et une seule espèce de crustacé cependant la station 6 présente 10 espèces de mollusques avec 7 espèces de polychètes.

Au niveau de bassin de Vieux Port (Station 1, 2 et 3) la richesse spécifique est entre 14 espèces et 36 espèces ces valeurs sont plus ou moins proches de celle trouvée par Grimes (2010) (20 et 50 espèces) ce qui a été expliqué par le fait que le bassin du Vieux Port constitue une transition vers la baie.

Le bassin d'Agha avec les 3 stations (station 4, 5 et 6), la richesse spécifique varie entre 17 et 21 espèces, ces valeurs correspondent à celles trouvées par Rebzani-Zahaf (2003) dans la station 15 avec 19 espèces, ces stations sont dominées par le mollusque *Corbula gibba* avec une dominance d'environ 62%. Mais les deux autres stations (15 et 17) sont faibles de point de vue qualitatif (S= 12 et S= 3 respectivement dans les deux stations) par rapport à nos stations.

Le bassin de Mustapha qui est représenté par la station 7 et la station 8 (à l'extérieur vers la baie), l'aspect qualitatif est variable la station 7 est pauvre (11 espèces) par rapport à la station

8 avec 33 espèces. Cette différence peut être expliquée par le milieu fermé de la station 7 tant de la station 8, elle est exposée vers l'extérieur où le milieu est plus oxygéné. Ces résultats sont similaires à ceux trouvés par Rebzani-Zahaf (2003) dans le bassin de Mustapha (stations 9, 10, 12, 13), la richesse des stations de l'extérieur est expliquée par l'influence de milieu ouvert cependant les autres stations sont soumises à l'influence de bassin d'Agha qui est plus ou moins azoïque. Grimes (2010) a noté que ces deux compartiments sont parmi les plus oligospécifiques des substrats meubles portuaires algériens.

- **L'abondance, la densité et la dominance :**

L'abondance et la densité des espèces au niveau du port d'Alger sont caractérisées par la prédominance de mollusque bivalve *Corbula gibba* pratiquement dans toutes les stations à l'exception de la station 8 où on remarque la dominance de mollusque *Teredo navalis*. La deuxième espèce qui domine dans ce port est le mollusque *Abra alba* dans les stations 1, 2, 4, 6 et 8, dans la station 3 on a le mollusque *Teredo navalis*, la station 5 le mollusque *Lacteus loripes* prend place en deuxième position et le mollusque *Turbonilla obliquata* dans la station 7. Au niveau de port d'Alger c'est le groupe des mollusques qui domine le peuplement.

Au niveau de bassin de Vieux Port :

La dominance de mollusque bivalve *Corbula gibba* dans les trois stations de ce bassin.

La station 1 : *Corbula gibba* domine avec 16 individus, la densité de cette espèce est de 160 individus/m² et sa dominance est de 45,71%, suivi par *Abra alba* avec 5 individus, d'une densité de 50 individus/m² et une dominance de 14,29%. Les 12 autres espèces présentent des dominances inférieures à 6% (tableau 24)

Tableau 24 : abondance, densité et dominance des espèces de la station 1 :

Espèce/ stations	GZ	Abondance (ni)	Densité (ni/m ²)	Dominance %
<i>Abra alba</i>	M	5	50	14,28
<i>Achanthocardia aculeata</i>	M	1	10	2,85
<i>Achanthocardia paucicostata</i>	M	2	20	5,71
<i>Calyptraea sinensis</i>	M	1	10	2,86
<i>Callista chione</i>	M	1	10	2,86
<i>Cingula pulcherrima</i>	M	1	10	2,86
<i>Corbula gibba</i>	M	16	160	45,71
<i>Dosinia exolata</i>	M	1	10	2,86
<i>Nassa pfeifferi</i>	M	1	10	2,86
<i>Nassa ferussaci</i>	M	1	10	2,86
<i>Nassa reticulata</i>	M	1	10	2,86
<i>Ostrea edulis</i>	M	1	10	2,86
<i>Turbonilla obliquata</i>	M	2	20	5,71
<i>Tritia reticulata</i>	M	1	10	2,86
Total	14	35	350	

La station 2 : nous avons identifié 36 espèces dans cette station, les mollusques dominent avec 29 espèces dont *Corbula gibba* présente une dominance de 22,81% avec 260 individus/m². En 2^{ème} position *Spisula subtruncata* avec 8 individus, sa densité est de 80 individus/m² et sa dominance est de 7% (tableau 25).

Tableau 25 : abondance, densité et dominance des espèces de la station 2 :

Espèce/ stations	GZ	abondance	densité	dominance
<i>Abra alba</i>	M	16	160	14,03
<i>Achanthocardia aculeata</i>	M	1	10	0,88
<i>Achanthocardia paucicostata</i>	M	4	40	3,51
<i>Aricia faetida</i>	P	1	10	0,88
<i>Balanus perforatus</i>	C	1	10	0,88
<i>Bittum reticulatum</i>	M	2	20	1,75
<i>Calyptra sinensis</i>	M	2	20	1,75
<i>Callista chione</i>	M	2	20	1,75
<i>Cancellaria cancellata</i>	M	1	10	0,88
<i>Cardita aculeata</i>	M	1	10	0,88
<i>Cardium nodosum</i>	M	2	20	1,75
<i>Cardium papillosum</i>	M	8	80	7,02
<i>Chaetozone setosa</i>	P	1	10	0,88
<i>Corbula gibba</i>	M	26	260	22,80
<i>Diplodonta rotundata</i>	M	1	10	0,88
<i>Divaricella divaricata</i>	M	1	10	0,88
<i>Dosinia elegans</i>	M	1	10	0,88
<i>Dosinia exolata</i>	M	1	10	0,88
<i>Dosinia lupinus</i>	M	1	10	0,88
<i>Eteone picta</i>	P	1	10	0,88
<i>Eulalia viridis</i>	P	1	10	0,88
<i>Fusus rostratus</i>	M	1	10	0,88
<i>Gibbula albida</i>	M	2	20	1,75
<i>Gibbula divaricata</i>	M	1	10	0,88
<i>Hexaplex trunculus</i>	M	1	10	0,88
<i>Loripes lacteus</i>	M	3	30	2,63
<i>Mactra corralina</i>	M	2	20	1,75
<i>Petalla vulgata</i>	M	1	10	0,88
<i>Pitaria rudis</i>	M	2	20	1,75
<i>Polydora antennata</i>	P	1	10	0,88
<i>Scobicularia plana</i>	M	1	10	0,88
<i>spisula subtruncata</i>	M	8	80	7,02
<i>Tellina crassa</i>	M	7	70	6,14
<i>Teredo navalis</i>	C	7	70	6,14
<i>Turbonilla obliquata</i>	M	1	10	0,88
<i>Thyasira sarci</i>	M	1	10	0,88
Total= 36		114	1140	

La station 3 : dans cette station *Corbula gibba* est présenté par 72 individus, d'une densité de 720 individus/m² et une dominance de 48,65%, suivi par le crustacé *Teredo navalis* avec 23 individus qui présente une densité de 230 individus/m² et une dominance de 15,54%. Le reste des autres espèces présentent des dominances inférieures à 10% (tableau 26).

Tableau 26 : abondance, densité et dominance des espèces de la station 3

Espèces	GZ	dominance	densité	dominance
<i>Abra alba</i>	M	9	90	6,08
<i>Addisonia excertrica</i>	M	2	20	1,35
<i>Astarte montagui</i>	M	2	20	1,35
<i>Cardium nodosum</i>	M	2	20	1,35
<i>Corbula gibba</i>	M	72	720	48,65
<i>Dosinia elegans</i>	M	3	30	2,03
<i>Dosinia exolata</i>	M	4	40	2,70
<i>Dosinia lupinus</i>	M	13	130	8,78
<i>Loripes lacteus</i>	M	2	20	1,35
<i>Mactra corralina</i>	M	4	40	2,70
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	M	1	10	0,67
<i>Nassa reticulata</i>	M	2	20	1,35
<i>Rissoa lineata</i>	M	1	10	0,67
<i>Scobicularia plana</i>	M	2	20	1,35
<i>spisula subtruncata</i>	M	5	50	3,38
<i>Teredo navalis</i>	C	23	230	15,54
<i>Turbonilla obliquata</i>	M	1	10	0,67
Total= 17		148	1480	

D'une manière générale, le mollusque bivalve *Corbula gibba* domine les stations décrites par Rebzani-Zahaf (2003) dans le même bassin.

Au niveau de bassin d'Agha :

Dans ce bassin le mollusque bivalve *Corbula gibba* domine aussi mais avec des dominances un peu élevée.

La station 4 : les mollusques sont en première position avec 12 espèces suivi par 8 espèces de polychètes et une espèce de crustacés au niveau de cette station. *Corbula gibba* domine la station avec 62 individus de densité de 620 individus/m² et une dominance de 48%, *Abra alba* vient en 2^{ème} position, 27 individus ont été identifié ce qui présente une densité de 270 individus/m² d'une dominance de 20,93% (tableau 27)

Tableau 27 : abondance, densité et dominance des espèces de la station 4

Espèce	GZ	Abondance	Densité	Dominance %
<i>Abra alba</i>	M	27	270	20,93
<i>Achanthocardia aculeata</i>	M	4	40	3,10
<i>Achanthocardia paucicostata</i>	M	3	30	2,32
<i>Aricia faetida</i>	P	1	10	0,77
<i>Carcinus mediterraneus</i>	C	1	10	0,77
<i>Cardium edula</i>	M	3	30	2,32
<i>Chaetozone setosa</i>	P	1	10	0,77
<i>Corbula gibba</i>	M	62	620	48,06
<i>Epitonium tenuicosta</i>	M	4	40	3,10
<i>Eulalia viridis</i>	P	1	10	0,77
<i>Eumetula artica</i>	M	3	30	2,32
<i>Gibbula varia</i>	M	1	10	0,77
<i>Hydrobia ulvea</i>	M	1	10	0,77
<i>Kefersteinia cirrata</i>	P	1	10	0,77
<i>Leocrates claparedii</i>	P	1	10	0,77
<i>Loripes lacteus</i>	M	7	70	5,43
<i>Notomastus latericeus</i>	P	1	10	0,77
<i>Phyllochaetopterus solitarius /Major socialis</i>	P	1	10	0,77
<i>Rissoina meteoris</i>	M	2	20	1,55
<i>Serpula vermicularis</i>	P	1	10	0,77
<i>Turris emarginpta</i>	M	3	30	2,32
Total	21	129	1290	

La station 5 : *Corbula gibba* domine toujours l'espace avec 166 individus dont sa densité est égale à 1660 individus/m² et sa dominance est égale à 71,86%. *Loripes lacteus* c'est le mollusque qui vient en 2eme place avec 25 individus d'une densité de 250 individus/ m² et une dominance de 10,82%. Les autres espèces sont présentes avec des dominances inférieures à 2% (tableau 28).

Tableau 28 : abondance, densité et dominance des espèces de la station 5

Espèces	GZ	Abondance	Densité	Dominance
<i>Abra alba</i>	M	14	140	6,06060606
<i>Achanthocardia paucicostata</i>	M	2	20	0,86580087
<i>Aonides paucibranchiata</i>	P	1	10	0,43290043
<i>Balanus perforatus</i>	C	1	10	0,43290043
<i>Capitella capitata</i>	M	2	20	0,86580087
<i>Chaetozone setosa</i>	P	1	10	0,43290043
<i>Corbula gibba</i>	M	166	1660	71,8614719
<i>Cyclope neritea atra</i>	M	3	30	1,2987013
<i>Dosinia exolata</i>	M	2	20	0,86580087
<i>Eulalia viridis</i>	P	1	10	0,43290043
<i>Loripes lacteus</i>	M	25	250	10,8225108
<i>Nassa reticulata</i>	M	3	30	1,2987013
<i>Paphia aurea</i>	M	3	30	1,2987013
<i>Phyllochaetopterus solitarius /Major socialis</i>	P	1	10	0,43290043
<i>Serpula vermicularis</i>	M	1	10	0,43290043
<i>Teredo navalis</i>	C	3	30	1,2987013
<i>Thyasira sarci</i>	M	1	10	0,43290043
<i>Trochus adansoni</i>	M	1	10	0,43290043
Total	18	231	2310	

L'abondance de *Corbula gibba* est plus importante dans ce bassin de faite de l'importance de la matière en suspension dans ce bassin (indicatrice de MES) (Rebzani-Zahaf, 2003, Grimes, 2010).

La station 6 : au niveau de cette station présence de 10 espèces de mollusques et 7 espèces de polychètes. *Corbula gibba* domine aussi cette station avec 83 individus de densité de 830 individus/m² et une dominance de 67,48%, contre 12 individus d'*Abra alba* d'une densité de 120 individus/m² et une dominance de 9,76%. Les autres espèces sont présentes avec des dominances très faibles (tableau 29).

Tableau 29 : abondance, densité et dominance des espèces de la station 6

Espèce/ stations	GZ	dominance	densité	dominance
<i>Abra alba</i>	M	12	120	9,75
<i>Achanthocardia aculeata</i>	M	3	30	2,44
<i>Achanthocardia paucicostata</i>	M	2	20	1,63
<i>Aricia faetida</i>	P	1	10	0,81
<i>Cardium oblongum</i>	M	1	10	0,81
<i>Chaetozone setosa</i>	P	1	10	0,81
<i>Corbula gibba</i>	M	83	830	67,48
<i>Cyclope neritea atra</i>	M	3	30	2,44
<i>Hermodice corunculata</i>	P	1	10	0,81
<i>Kefersteinia cirrata</i>	P	1	10	0,81
<i>Leocrates claparedii</i>	P	1	10	0,81
<i>Lima squamosa</i>	M	1	10	0,81
<i>Loripes lacteus</i>	M	8	80	6,50
<i>Nassa reticulata</i>	M	1	10	0,81
<i>Scobicularia plana</i>	M	2	20	1,63
<i>Serpula vermicularis</i>	P	1	10	0,81
<i>syllis amica</i>	P	1	10	0,81
Total		17	1230	

Le bassin de Mustapha :

La station 7 : cette station ne présente pas une exception, nous avons toujours prédominance de *Corbula gibba* avec 13 individus, sa densité est de 130 individus/m² et sa dominance est de 46,43%. *Turbonilla obliquata* vient en 2^{ème} position avec 3 individus d'une densité de 30 individus/m² et d'une dominance de 11% (tableau 30).

Tableau 30 : abondance, densité et dominance des espèces de la station 7

Espèces	GZ	dominance	densité	dominance %
<i>Achanthocardia paucicostata</i>	M	1	10	3,57
<i>Balanus perforatus</i>	C	1	10	3,57
<i>Corbula gibba</i>	M	13	130	46,42
<i>Eumetula artica</i>	M	1	10	3,57
<i>Glycymeris glycymeris</i>	P	1	10	3,57
<i>Mactra corralina</i>	M	1	10	3,57
<i>Ostrea edulis</i>	M	1	10	3,57
<i>Paphia rhomboides</i>	M	2	20	7,14
<i>spisula subtruncata</i>	M	2	20	7,14
<i>Turbonilla obliquata</i>	M	3	30	10,71
<i>Thyasira sarcis</i>	M	2	20	7,14
Total	11	28	280	

La station 8 : dans cette station c'est le mollusque *Teredo navalis* qui domine le peuplement avec 12 individus. La densité de cette espèce est de 120 individus /m² et sa dominance est de 21,43% (tableau 31).

Tableau 31 : abondance, densité et dominance des espèces de la station 8

Espèce/ stations		dominance	densité	dominance %
<i>Abra alba</i>	M	4	40	7,14
<i>Addisonia excertrica</i>	M	1	10	1,78
<i>Alexia mysosotis</i>	M	1	10	1,78
<i>Bittum reticulatum</i>	M	1	10	1,78
<i>Calyptra sinensis</i>	M	1	10	1,78
<i>Callista chione</i>	M	2	20	3,57
<i>Cardium nodosum</i>	M	1	10	1,78
<i>Cardium oblongum</i>	M	1	10	1,78
<i>Chyrvsallida spiralis</i>	M	1	10	1,78
<i>Corbula gibba</i>	M	2	20	3,57
<i>Donax trunculus</i>	M	1	10	1,78
<i>Donovania decorata</i>	M	1	10	1,78
<i>Donovania minima</i>	M	3	30	5,36
<i>Dosinia exolata</i>	M	1	10	1,78
<i>Eumetula artica</i>	M	2	20	3,57
<i>Gibbula varia</i>	M	1	10	1,78
<i>Glycymeris glycymeris</i>	P	1	10	1,78
<i>Halia priamus</i>	M	3	30	5,36
<i>Lamellaria perspicua</i>	M	1	10	1,78
<i>Mactra corralina</i>	M	1	10	1,78
<i>Nassa pellucida</i>	M	1	10	1,78
<i>Nassa reticulata</i>	M	1	10	1,78
<i>Ovatella bidebtata</i>	M	1	10	1,78
<i>Paphia chombiodes</i>	M	1	10	1,78
<i>spisula subtruncata</i>	M	1	10	1,78
<i>Styloroides monalifer</i>	P	1	10	1,78
<i>Teredo navalis</i>	M	12	120	21,43
<i>Tharyx marioni</i>	P	1	10	1,78
<i>Turris maravignae</i>	M	1	10	1,78
<i>Turritella communis</i>	M	1	10	1,78
<i>Thyasira sarci</i>	M	3	30	5,36
<i>Venerupis aurea</i>	M	1	10	1,78
<i>Venus lamella</i>	M	1	10	1,78
Total		33	560	

La dominance des autres espèces ne dépasse pas 8%.

Au niveau de port d'Alger les mollusques dominant de point de vue qualitatif et quantitatif, suivi par les polychètes enfin les crustacés.

Grimes a noté que le port d'Alger enregistre également une très forte proportion de mollusques, soit 86,08%.

La prédominance des mollusques au niveau des trois zones contrarie les résultats obtenus par les travaux précédents de ces zones, à l'exception de Grimes en 2010 qui a noté que le port d'Alger enregistre également une très forte proportion de mollusques. Ceux qui sont les moins exposés à la pollution domestique montrent de faibles proportions des mollusques.

Au niveau méditerranéen, les travaux qui sont faites en Tunisie par Afli en 2005 ont mis en évidence la dominance des mollusques avec 27% suivi par les crustacés avec 15%, les polychètes avec 10%.

Les espèces dominantes en Tunisie (Golfe de Gabes) sont les espèces bioindicatrice de vases instables chargées de matière organique à l'instar du Bivalve *Aloidis (Corbula) gibba* (Afli, 2005).

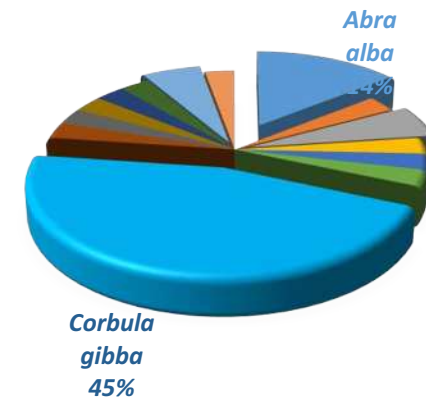
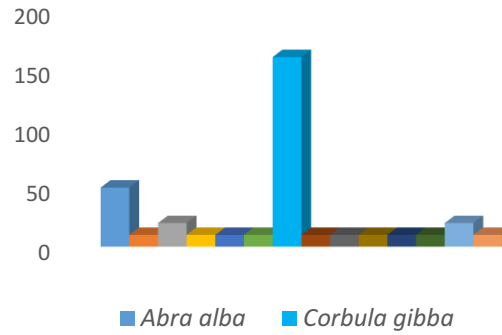
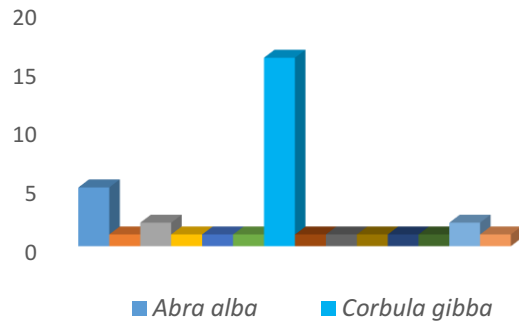


Figure 32 : densité, abondance et dominance des espèces dans la station 1 au niveau du port d'Alger

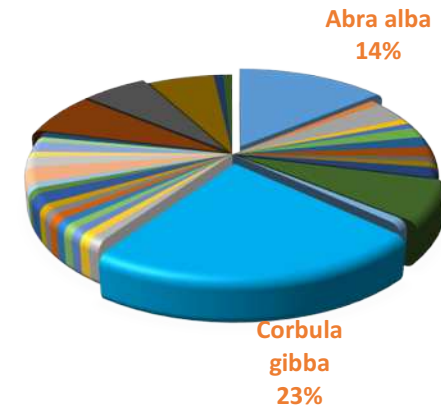
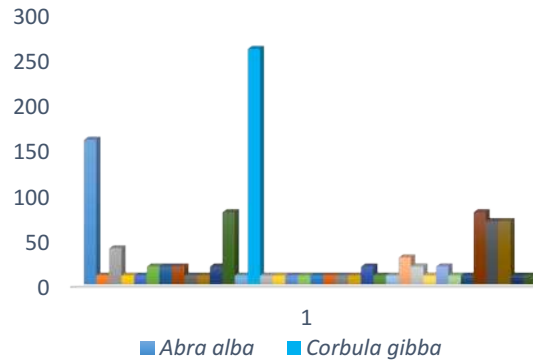
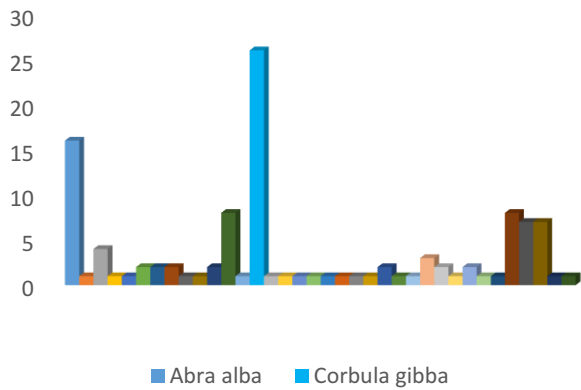


Figure 33 : densité, abondance et dominance des espèces dans la station 2 au niveau du port d'Alger

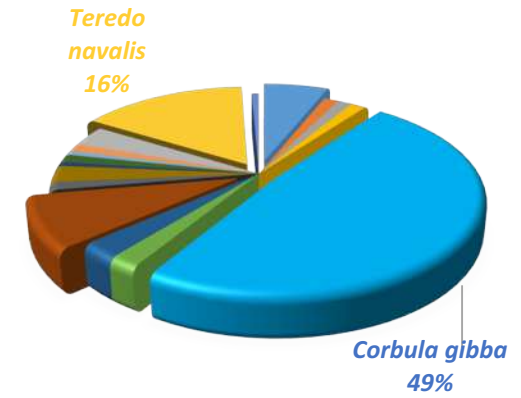
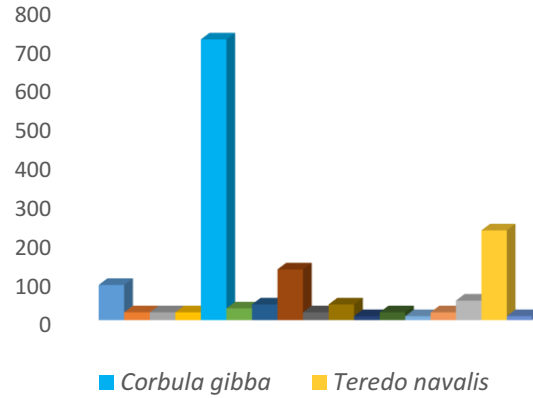
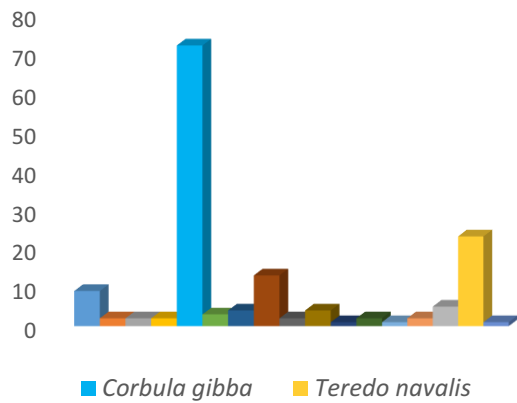


Figure 34 : densité, abondance et dominance des espèces dans la station 3 au niveau du port d'Alger

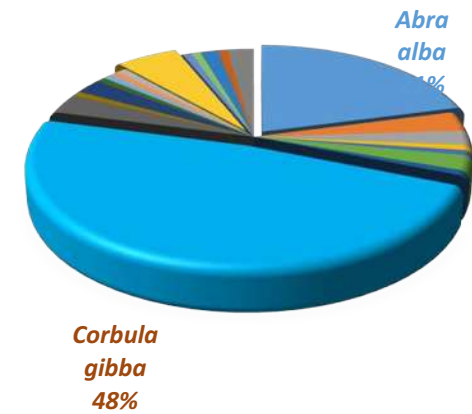
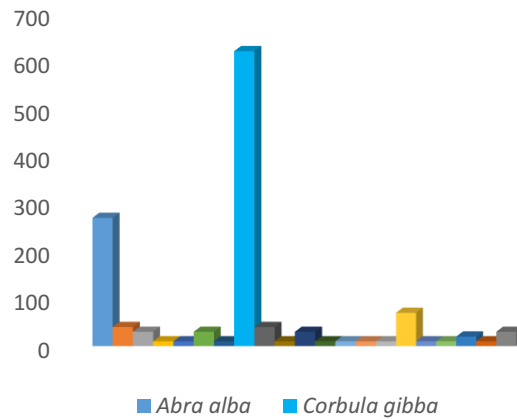
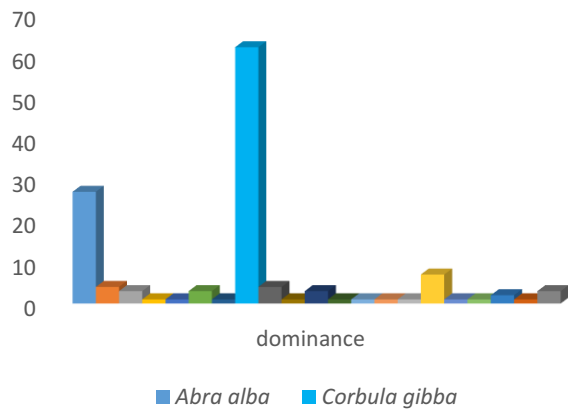


Figure 35 : densité, abondance et dominance des espèces dans la station 4 au niveau du port d'Alger

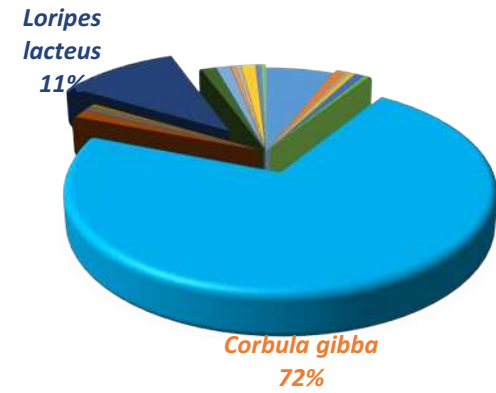
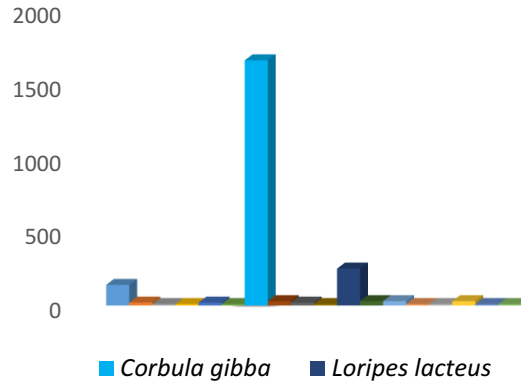
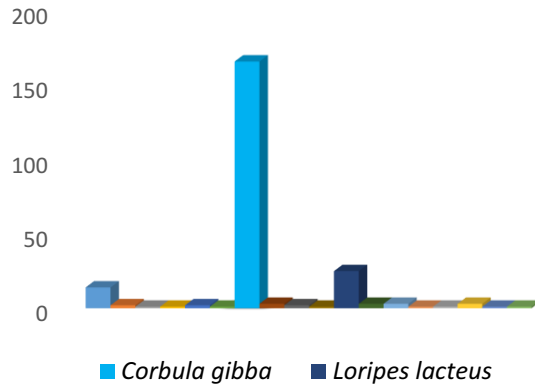


Figure 36 : densité, abondance et dominance des espèces dans la station 5 au niveau du port d'Alger

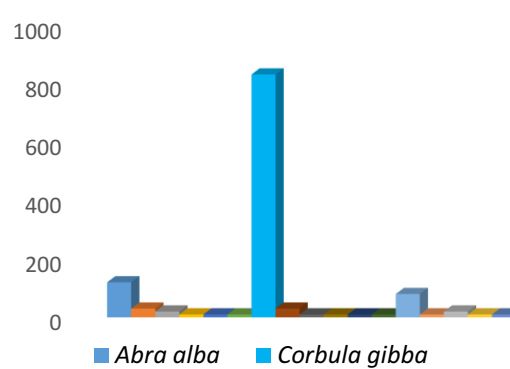
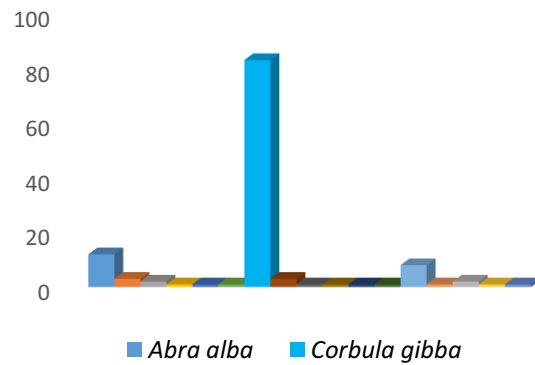


Figure 37 : densité, abondance et dominance des espèces dans la station 6 au niveau du port d'Alger

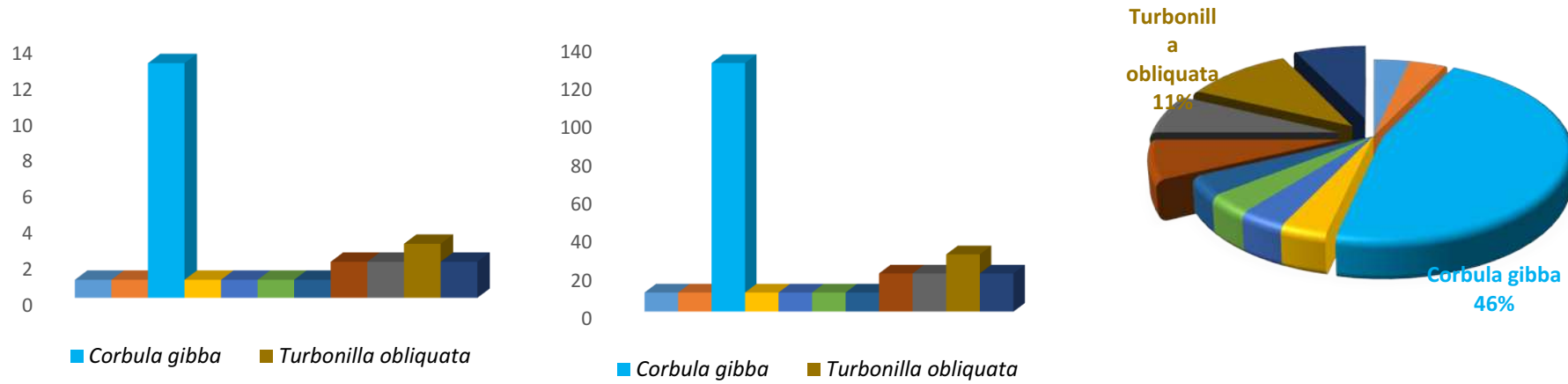


Figure 38 : densité, abondance et dominance des espèces dans la station 7 au niveau du port d'Alger

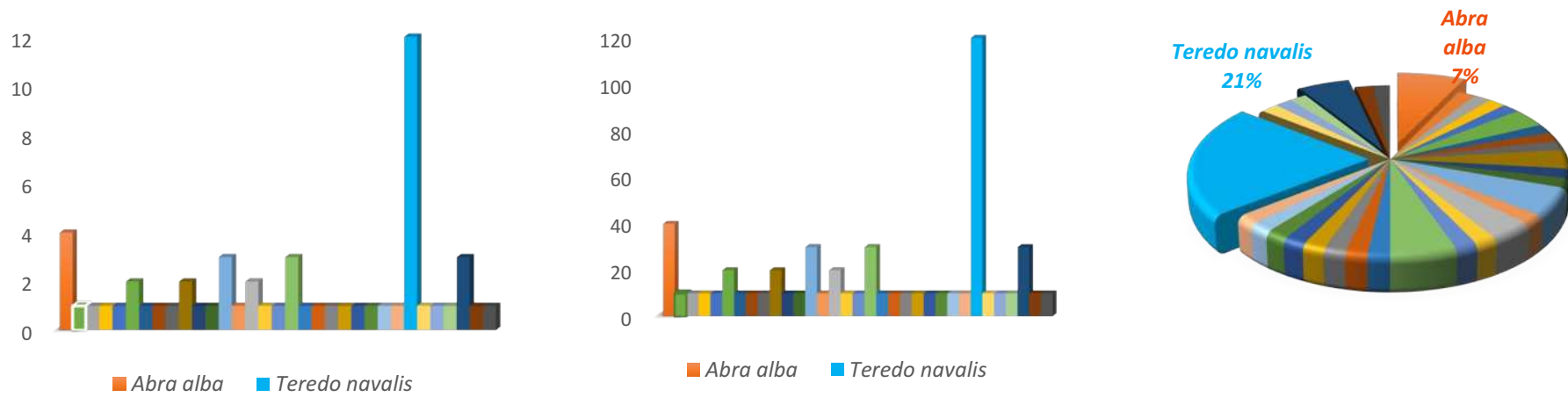


Figure 39 : densité, abondance et dominance des espèces dans la station 7 au niveau du port d'Alger

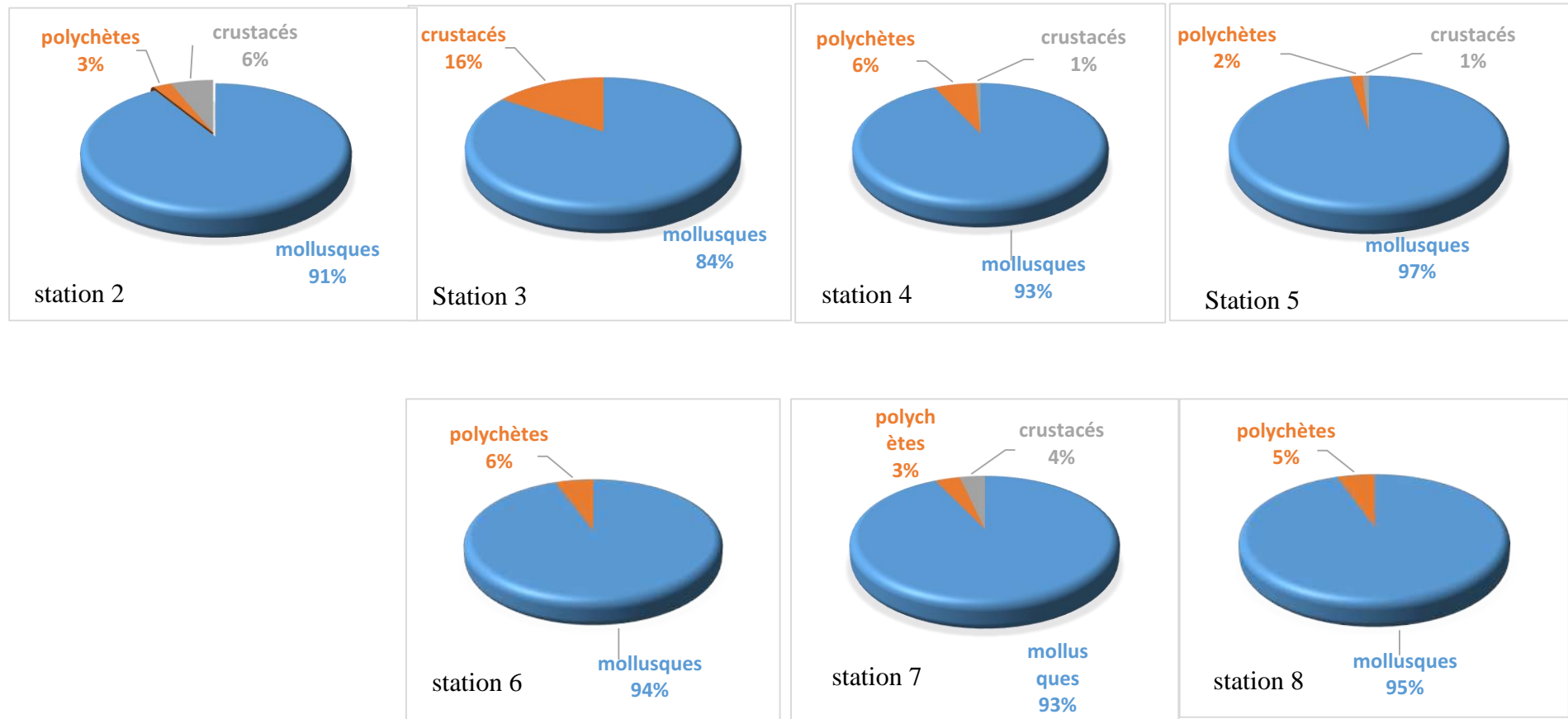


Figure 40 : dominance des groupes zoologiques dans les différentes stations au niveau de port d'Alger

- **La fréquence (F) :**

Tableau 32 : fréquence des espèces de la baie d'Alger

Fréquence F %	Espèces
Rare	<i>Alexia mysosotis, Aonides paucibranchiata, Astarte montagui, Cancellaria cancellata, Capitella capitata, Carcinus mediterraneus, Cardita aculeata, Cardium edula, Cardium papillosum, Chyrvsallida spiralis, Cingula pulcherrima, Diplodonta rotundata, Divaricella divaricata, Donax trunculus, Donovaniana decorata, Donovaniana minima, Eteone picta, Epitonium tenuicosta, Fusus rostratus, Gibbula albida, Gibbula divaricata, Halia priamus, Hexaplex trunculus, Hermodice corunculata, Hydrobia ulvea, Lamellaria perspicua (M) Lima squamosa, Mytilus galloprovincialis, Nassa pellucida, Nassa pfeifferi, Nassa ferussaci, Notomastus latericeus, Ovatella bidebtata, Paphia aurea, Paphia chombiodes, Paphia rhomboides, Petalla vulgata, Pitaaria rudis, Polydora antennata, Rissoa lineata, Rissoina meteoris, Styloroides monalifer, Syllis amica, Tellina crassa, Tharyx marioni, Turris emarginata, Turris maravignae, Turritella communis, Tritia reticulata, Trochus adansonii, Venerupis aurea, Venus lamella</i>
Communes	<i>Aricia faetida, Balanus perfosatus, Calyptrea sinensis, Callista chione, Cardium nodosum, Eulalia viridis, Eumetula artica, Scobicularia plana, Serpula vermicularis, Addisonia excetrica, Bittum reticulatum, Cardium oblongum, Cyclope neritea atra, Dosinia elegans, Dosinia lupinus, Gibbula varia, Glycymeris glycymeris, Kefersteinia cirrata, Leocrates claparedii, Ostrea edulis, Phyllochaetopterus solitarius /Major socialis</i>
Très communes	<i>Dosinia exolata, Loripes lacteus, Nassa reticulata, Acanthocardia aculeata, Chaetozone setosa, Mactra corralina, spisula subtruncata, Teredo navalis, Turbonilla obliquata, Thyasira sarci</i>
Constantes	<i>Corbula gibba, Abra alba, Acanthocardia paucicostata</i>

Au de port d'Alger nous avons répertorié

3 espèces constantes

11 espèces très communes

21 espèces communes avec des fréquences de 50 % et 62 %.

Le reste des espèces est rare avec une fréquence de 12,5

Corbula (Aloidis) gibba : cette espèce Large répartition géographique, a été signalée par Picard (1965) Aleffi et Bettoso, (2000) comme abondante dans un sédiment enrichi en matière organique. Bourcier *et al.* (1979) la signalent dans des milieux où la demande en oxygénation est relativement importante.

C. gibba vit dans les sédiments fins envasés et dans les vases organiques (Breton et *al.* 2005), notamment dans les milieux portuaires confinés. Picard (1965) la signale dans un sédiment enrichi en matière organique. Cette espèce est classée suspensivore (Jensen, 1988),

Cette suspensivore se nourrit de particules en suspension (Jensen, 1988) ; les particules minérales sans valeur nutritive et des particules organiques mortes et vivantes sont ingérées en même temps (Hily, 1984). *C. gibba* résiste à l'hypoxie, tolère la large variation des facteurs abiotiques ; c'est une bio- indicatrice de pollution, de turbidité et de faible taux d'oxygène dans la communauté benthique (Rebzani-Zahaf, 2003).

***Abra alba* (Wood W, 1802)** Espèce de vases et des sables fins envasés, elle est classée par Pères et Picard (1964) vasicole tolérante. Ce déposivore de surface profite du film superficiel chargé de matières organiques. *Abra alba* est une espèce qui tolère l'hypertrophisation, sa prolifération est stimulée par l'enrichissement du milieu, signe du déséquilibre du système. Glemarec et Hily, (1981) et Dauvin et *al.* (1993) la considèrent comme opportuniste en termes de stratégie démographique.

3.2. Analyse de la structure des peuplements

3.2.1. Indice de diversités (indice de Shannon (H') et indice d'équitabilité (E))

Le calcul de l'indice de Shannon appliqué à ces espèces décrit la richesse et l'abondance spécifique. L'indice de Shannon et l'indice d'équitabilité permet d'obtenir répartition spécifique similaire à celui obtenu par les valeurs de richesse spécifique.

Au niveau du port d'Alger, et dans toutes les stations, un phénomène de la prédominance d'une seule espèce (dominance > 40%) est observé. Ceux-ci est expliqué par les valeurs de l'indice de Shannon H' (valeur inférieur à $\text{Log}_2(S)$) et l'indice d'équitabilité E.

Au niveau de la station 8 où une valeur H' égal à 4,53 et la station 2 H' égal à 4,20 qui sont proche de $\text{Log}_2(S)$, dans ces deux station la dominance des espèces est très proche où la dominance maximale ne dépasse pas les 25%.

Tableau 33 : richesse spécifique (S) indices de Shannon (H') et d'équitabilité (E)

	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Station 5	Station 6	Station 7	Station 8
H'	2,85	4,20	2,69	2,72	1,71	1,99	2,71	4,53
E	0,75	0,81	0,66	0,62	0,41	0,49	0,78	0,9
S	14	36	17	21	18	17	11	33
Log (S)	3,80	5,17	4,08	4,39	4,17	4,08	3,45	5,04

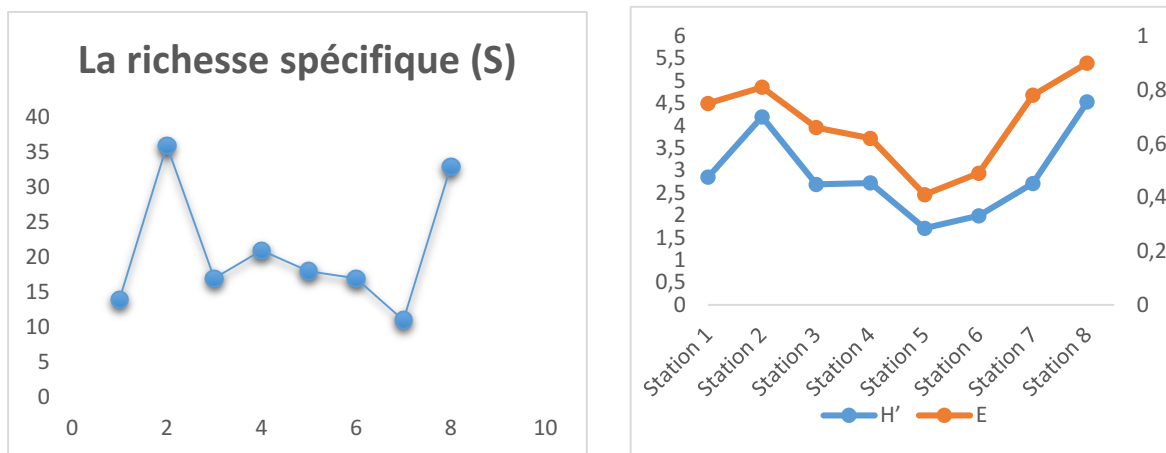


Figure 41 : courbes de richesse spécifique et d'indice de Shannon et d'équitabilité

Le bassin de vieux port :

Dans les stations 1, 2 et 3, nous avons des indices de Shannon et d'équitabilité comme suit (H= 2,85, 4,20 et 2,69 ; E= 0,75, 0,81 et 0,66). Les indices de Shannon sont plus ou moins inférieurs à $\text{log}_2(S)$ alors que les indices d'équitabilité sont proches de 1 ce qui expliqué par la dominance de plusieurs espèces dans les trois stations.

Les valeurs d'indice de Shannon sont similaires à celle trouvées par Rebzani-Zahaf (2003) dans le bassin de vieux port (l'indice de Shannon (H') est supérieur à 2 et la valeur maximale est de 4,04 à la station 22 en hiver).

Le bassin d'Agha :

Au niveau de ce bassin, les valeurs de l'indice de Shannon n'excèdent pas 3 et les valeurs d'indice d'équitabilité ne dépasse pas 0,65. Ces valeurs expliquent la dominance d'une seule espèce ou de deux espèces dans le peuplement, la dominance de *Corbula gibba* excède 65% dans la station 5 et 6 par rapport aux autres espèces (leur dominance ne dépasse pas 10%). Au niveau de ces deux stations nous marquons les valeurs de diversité plus faibles.

Dans ce cas nous pouvons décrire deux situations similaires à celles décrites par Rebzani en 2003 :

Les stations sous l'influence de vieux port (Station 4, $H'= 2,72$ et $E=0,62$) ont des valeurs de diversité plus fortes que les stations qui sont sous l'influence de bassin de Mostapha ($H'= 1,71$ et $1,99$ et $E=0,41$ et $0,49$ respectivement pour les deux stations 5 et 6).

Le bassin de l'Agha est un bassin intermédiaire et l'influence des bassins mitoyens met en évidence ces deux situations (Rebzani-Zahaf, 2003).

Le bassin de Mostapha :

Au niveau de bassin de Mostapha nous avons deux situations :

La station 7 située à l'intérieur du bassin a des valeurs de diversités faible ($H'=2,71$ et $E=0,78$) ce qui explique le maintien de l'équilibre de peuplement.

La station 8 située à l'extérieure de bassin sous l'influence des eaux de milieu ouvert présente des indices de diversité plus forts ($H'=4,53$ et $E=0,9$). Cette station est marquée par la présence de plusieurs espèces avec des dominances plus ou moins équitable. L'équilibre au niveau de ce peuplement est maintenu. (Le mollusque *Teredo navalis* domine le peuplement mais avec une dominance de 21%).

Les valeurs de diversité enregistrées par Rebzani-Zahaf (2003) semblent être beaucoup moins inférieures à ces valeurs (ce bassin présente les plus faibles valeurs de la diversité spécifique ($H' : 0,20$ et $1,90$ bits/ind ; $E : 0,02$ et $0,22$) (Rebzani-Zahaf, 2003).

3.2.2. Les diagrammes Rang-Fréquence

Pour le port d'Alger, l'analyse des DRF et des indices de diversité qui permettent d'évaluer l'évolution de la structure des peuplements est présentée ci-après par bassin.

Au niveau de bassin de Vieux Port

La station 1 : la courbe est concave en haut à gauche, indiquant qu'une faible proportion d'espèces est dominante (*Corbula gibba* avec une dominance de 45,71%). La courbe s'infléchit et la partie droite devient convexe. La densité des espèces les plus rares décroît rapidement. Le début de la succession (stade 1) est marqué dans cette station.

La station 2 et la station 3 : l'allure de la courbe est convexe vers le haut de la courbe, elle chute vers les espèces rares. La densité des espèces rares augmente, la diversité augmente, les

espèces abondantes deviennent plus nombreuses, contrairement aux espèces peu abondantes qui chutent rapidement. Un stade intermédiaire (Stade 1') apparaît entre le début de la succession et la maturité de peuplement.

D'une manière générale, le peuplement de bassin de Vieux Port est identique au peuplement trouvé par Rebzani-Zahaf (2003) la courbe moyenne des DRF montre une allure se rapprochant d'un stade 2 (stade 1').

Au niveau de bassin de l'Agha :

La station 4 : la diversité augmente ($S=21$), les espèces abondantes deviennent plus nombreuses (présence de deux espèces abondante *Corbula gibba* et *Abra alba*), contrairement aux espèces peu abondantes qui chutent rapidement. La forme convexe se déplace vers le haut de la courbe. La courbe montre un stade 1' (Stade intermédiaire).

Au niveau des stations 5 et 6 les deux courbes observées au niveau des deux stations commencent à se linéariser, augmentation de la densité des espèces dominantes (*Corbula gibba* présente une densité de 1660 individus/m² dans la station 5 et 830 individus/m² dans la station 6, les deux densités sont supérieures à celle comptée au niveau de la station 4, 620 individus/m²). La diversité est faible avec une richesse spécifique de 18 et 17 espèces dans les stations 5 et 6 respectivement. Les espèces dominantes sont plus nombreuses. La communauté au niveau de ces deux stations est au niveau d'un stade intermédiaire entre le départ de la succession et le stade 2.

Le même phénomène que nous avons marqué a été par Rebzani-Zahaf (2003), le peuplement des stations du bassin de l'Agha est peu structuré. Les DRF des valeurs moyennes traduisent la prédominance d'un petit groupe d'espèce correspondant à des valeurs de diversité faibles ; cette prédominance est régie par un ou plusieurs facteurs du milieu (charge polluante, hydrodynamisme, ...).

Au niveau de bassin de Mostapha :

Les deux stations 7 et 8 les deux courbes sont concaves en haut à gauche, indiquant qu'une faible proportion d'espèces est dominante (deux espèces dominantes au niveau de la station 7 et une espèce au niveau de la station 8). La courbe s'infléchit et la partie droite devient convexe. La densité des espèces les plus rares décroît rapidement, la diversité est faible. La succession se poursuivant, la partie convexe se déplace encore sur la partie droite. Les espèces dominantes deviennent plus nombreuses et régulièrement distribuées. La diversité augmente et la densité des espèces rares continue à décroître. Ce type de courbe s'observe dans des conditions d'enrichissement en éléments biogènes, d'exploitation ou de pollution en indiquant le développement d'une communauté pionnière ou très perturbée. Il peut caractériser un peuplement juvénile de stade 1 (Rebzani-Zahaf, 2003).

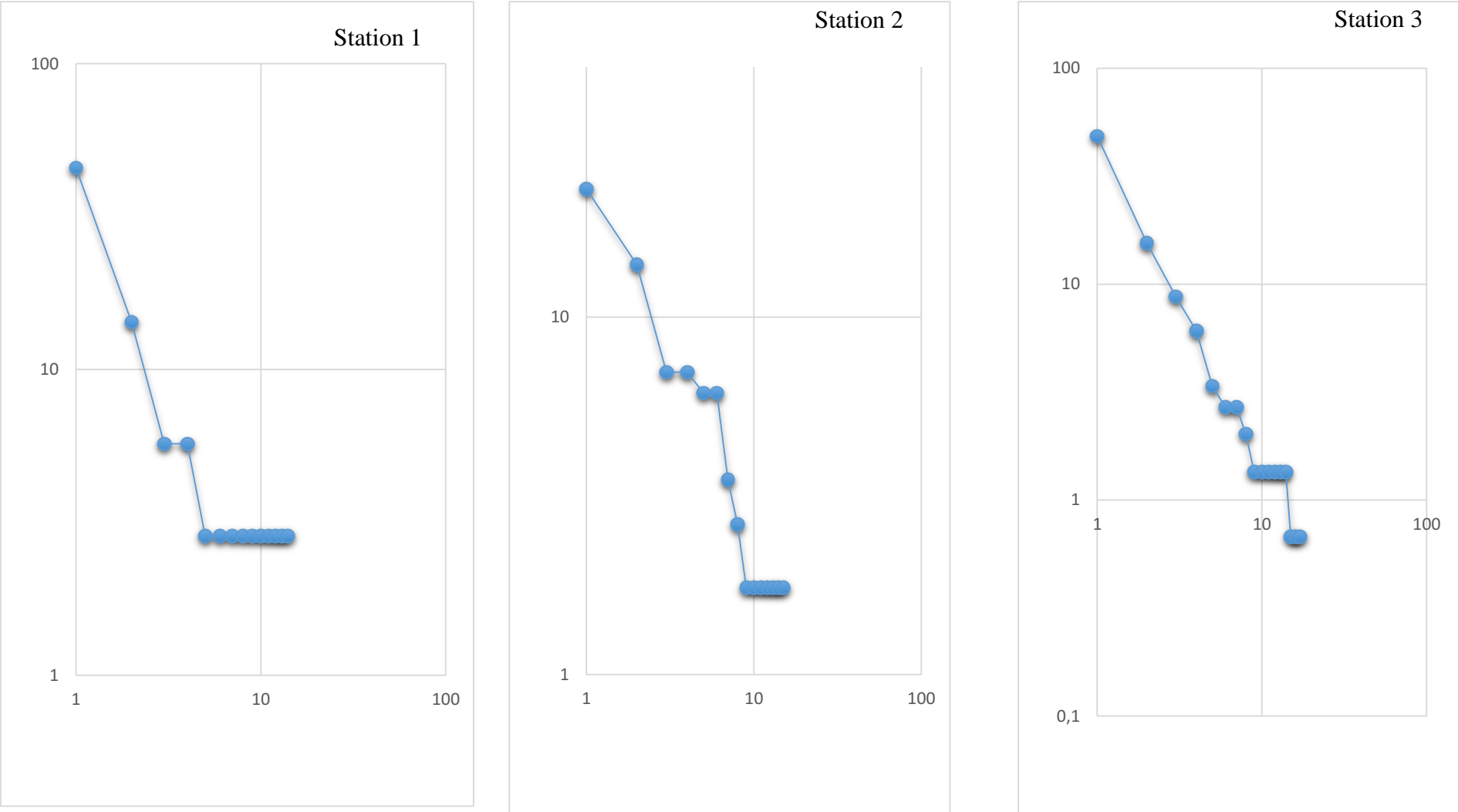


Figure 42 : Diagramme Rang-Fréquence au niveau de bassin de vieux port

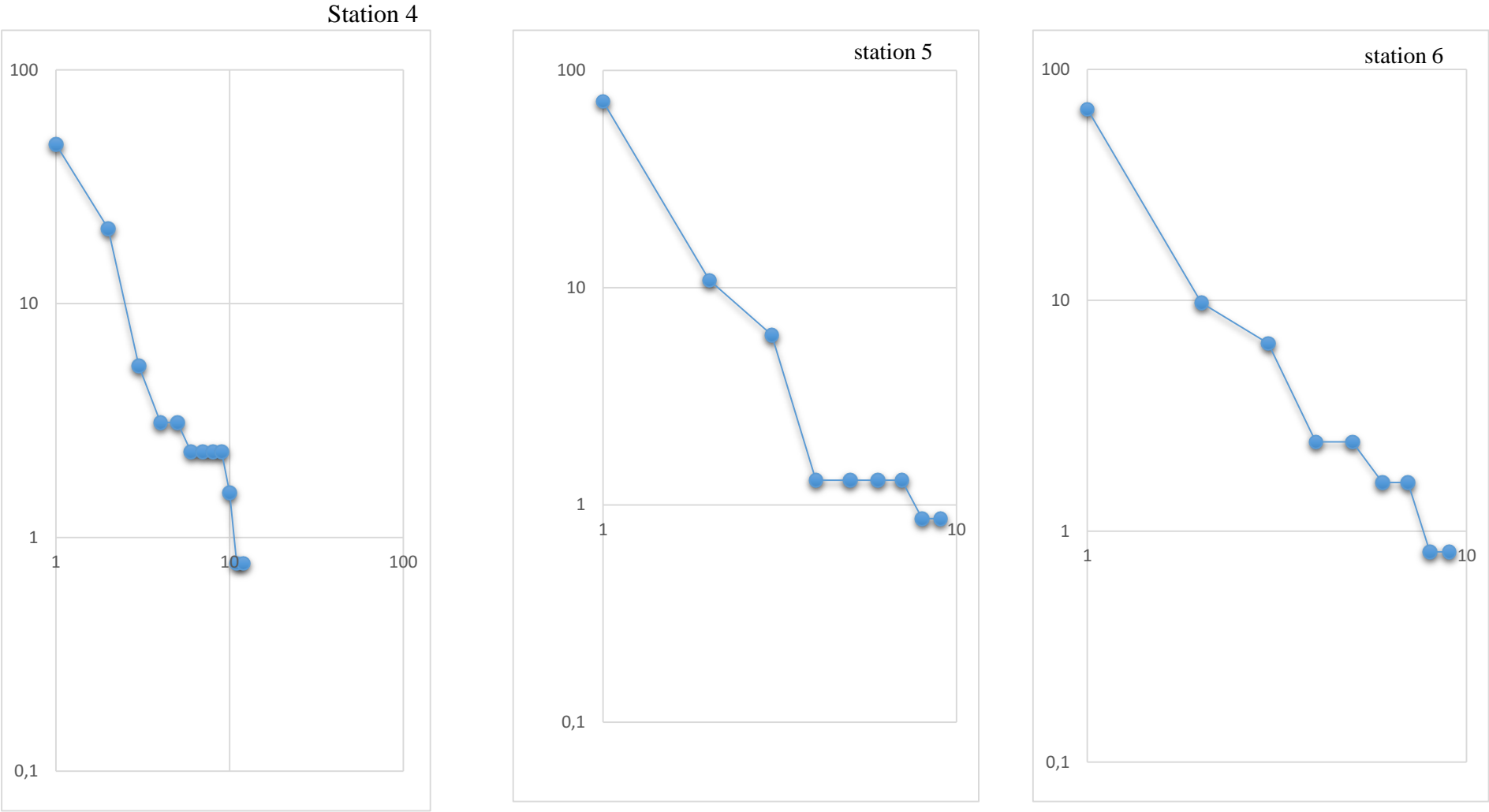


Figure 43 : diagramme Rang-Fréquence au niveau de bassin de l'Agha

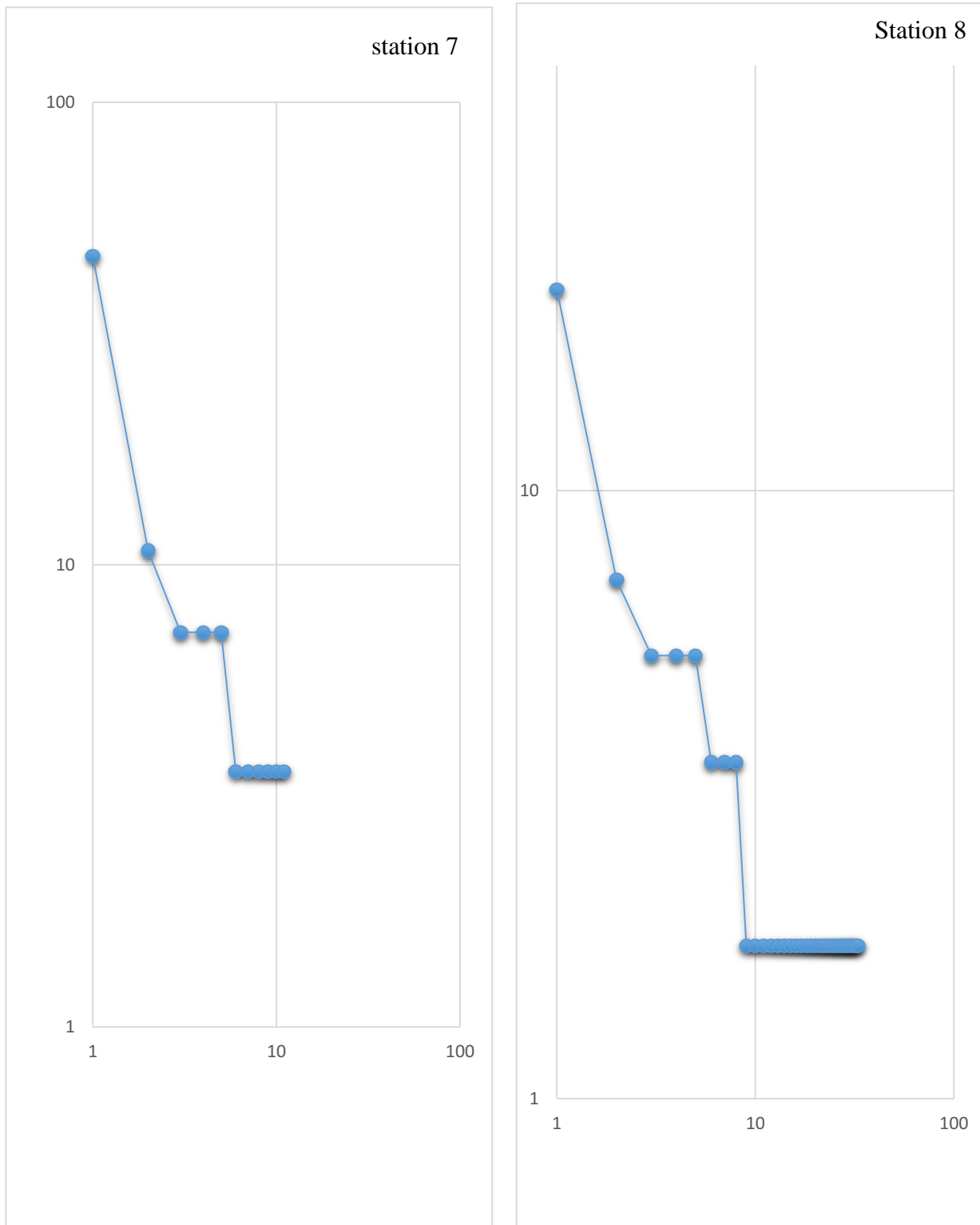


Figure 44 : diagramme Rang-Fréquence au niveau de bassin de Mostapha

3.2.3. Etat d'équilibre des peuplements

Nous avons établi des seuils d'équilibre utilisé par Rebzani-Zahaf en 2003 (base : les seuils déterminés par Thomassin (1978)) pour les peuplements du port d'Alger :

Tableau 34 : classification des stations selon indice d'équitabilité E :

Etat de peuplement	Indice d'équitabilité (E)	Stations de port d'Alger
Peuplement inexistant	$E=0$	
Peuplement en déséquilibre fort	$0,20 > E \geq 0$	
Peuplement en déséquilibre	$0,50 > E \geq 0,20$	5, 6
Peuplement en léger déséquilibre	$0,80 > E \geq 0,50$	1, 3, 4, 7
Peuplement en équilibre	$E \geq 0,80$	2, 8

Les deux stations 2 et 8 ont un peuplement en équilibre grâce à leur état écologique (bon état écologique), ces deux stations sont des zones de transition

Les stations 1, 3, 4 et 7 ont un peuplement en léger déséquilibre car le milieu de ces stations est fortement pollué et l'état écologique est médiocre

Les stations 5 et 6 sont des stations fortement polluées et leurs état écologiques est médiocre ce qui par conséquence un peuplement en déséquilibre.

3.2.4. Classification des peuplements

Tableau 35 : classification des peuplements au niveau du port d'Alger

peuplement	Critères						Nos stations
	Stade de succession	Etat d'équilibre	Nombre d'espèces (N)	Densité (D)	H'	E	
Non structuré	-	Peuplement inexistant	$N=0$	-	-	-	
	1	Déséquilibre fort	$N < 5$ $5 < N < 15$	$D < 100$ $D > 5000$	$0 < H' < 1$	$0 < E < 0,20$	
Peu structuré	1, 1'	déséquilibre	$N > 15$	$D > 5000$	$0 < H' < 1,5$	$0,20 < E < 0,50$	St1, St3, St4, St5, St6, St7
	1, 1', 2				$1,5 < H' < 3$	$0,50 < E < 0,60$	
structuré	1, 1', 2, 3	Léger déséquilibre			$H' > 3$	$0,60 < E < 0,80$	St8, St2,
		Equilibre					

L'application de critères de classification établie par Rebzani-Zahaf (2003) illustre :

Un peuplement peu structuré en déséquilibre dans le bassin d'Agha (St4, St5, St6, St7) et dans le bassin de vieux port (St1, St3).

La station 7 n'est pas bien présentée à cause de nombre d'individus inférieur à 30 individus/m².

Un peuplement structuré en léger déséquilibre au niveau des deux stations St2, St8, ces deux stations sont sous l'influence des courants du large.

4. La classification ascendante hiérarchique

La Classification Ascendante Hiérarchique suit les étapes suivantes :

- Calculer les fréquences d'occurrence
- Eliminer les espèces rares ($F < 25\%$)
- Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) avec utilisation de la matrice de distance de Jaccard (matrice présence absence) et la méthode d'agrégation de Ward

4.1. La baie de Bou-Ismaïl

Au niveau de la baie de Bou-Ismaïl, nous avons deux groupes :

Le groupe 1 : regroupe les stations 2, 3 et 4 avec une richesse moyenne de 2.33 espèces. Ces trois stations se situent à l'Est de Oued El Nador, elles sont caractérisées par une faible richesse spécifique que nous pouvons expliquer par un appauvrissement de milieu en nutriment ou la manque d'oxygène et aussi l'effectif de prélèvement.

Le groupe 2 : regroupe les stations 5 et 6 avec une richesse moyenne de 21.5 espèces. Ces stations sont riches en espèces avec une richesse spécifique ($S=11$ et 32 au niveau de la station 5 et 6 respectivement). Elles se localisent au niveau de l'embouchure d'Oued El Nador, il constitue une source en nutriments

4.2. La baie d'Alger

Les stations de la baie d'Alger sont regroupées en 3 groupes.

Le groupe 1 : contient la station P1 avec une richesse spécifique de 3 espèces. Cette station est azoïque avec un mauvais état écologique

Le groupe 2 : regroupe les stations P4 et P6 avec une richesse spécifique moyenne de 6,5 espèces. Leur état écologique est médiocre avec une forte pollution.

Le groupe 3 : contient les deux stations P2 et P5. La richesse spécifique moyenne est de 4 espèces. Ces deux stations présentent aussi un état écologique médiocre avec une forte pollution.

4.3. Le port d'Alger

Le groupe 1 : regroupe les stations 4,5 et 6 avec une richesse spécifique moyenne 18,67 espèces, ces stations sont localisé au niveau de bassin de l'Agha. C'est un milieu caractérisé par un état écologique médiocre, fortement pollué d'une manière générale contient un peuplement en déséquilibre sauf au niveau de la station 4, elle contient un peuplement en léger déséquilibre car elle est sous l'influence des conditions de bassin de Vieux Port qui est un milieu plus ou moins ouvert.

Le groupe 2 : divisé en deux sous-groupes

Sous-groupe 1 : regroupe les stations 1,7 avec une richesse spécifique moyenne de 12,5 espèces. La station 7 est au niveau de bassin de Mostapha et la station 1 est au niveau de bassin de Vieux Port. Ces deux stations sont caractérisées par un peuplement en léger déséquilibre car elles sont fortement polluées et dans un état écologique médiocre

Sous-groupe 2 : regroupe les deux stations de bassin de Vieux Port 2 et 3 et la station qui est située à l'extérieur de port au niveau de la brise lame Est (la station 8). Les stations 2 et 8 avec une richesse spécifique moyenne de 28,67, c'est des zones de transition avec un peuplement en équilibre grâce au maintien de l'état écologique des stations. La station 3 a un peuplement en léger déséquilibre à cause de la pollution.

Ce deuxième groupe contient les stations qui ont un peuplement soit en équilibre ou en léger déséquilibre alors elles sont localisées dans le bassin de vieux port et à l'extérieur de port au niveau de brise lame Est. C'est des zones de transition dans un bon état écologique ou polluées.

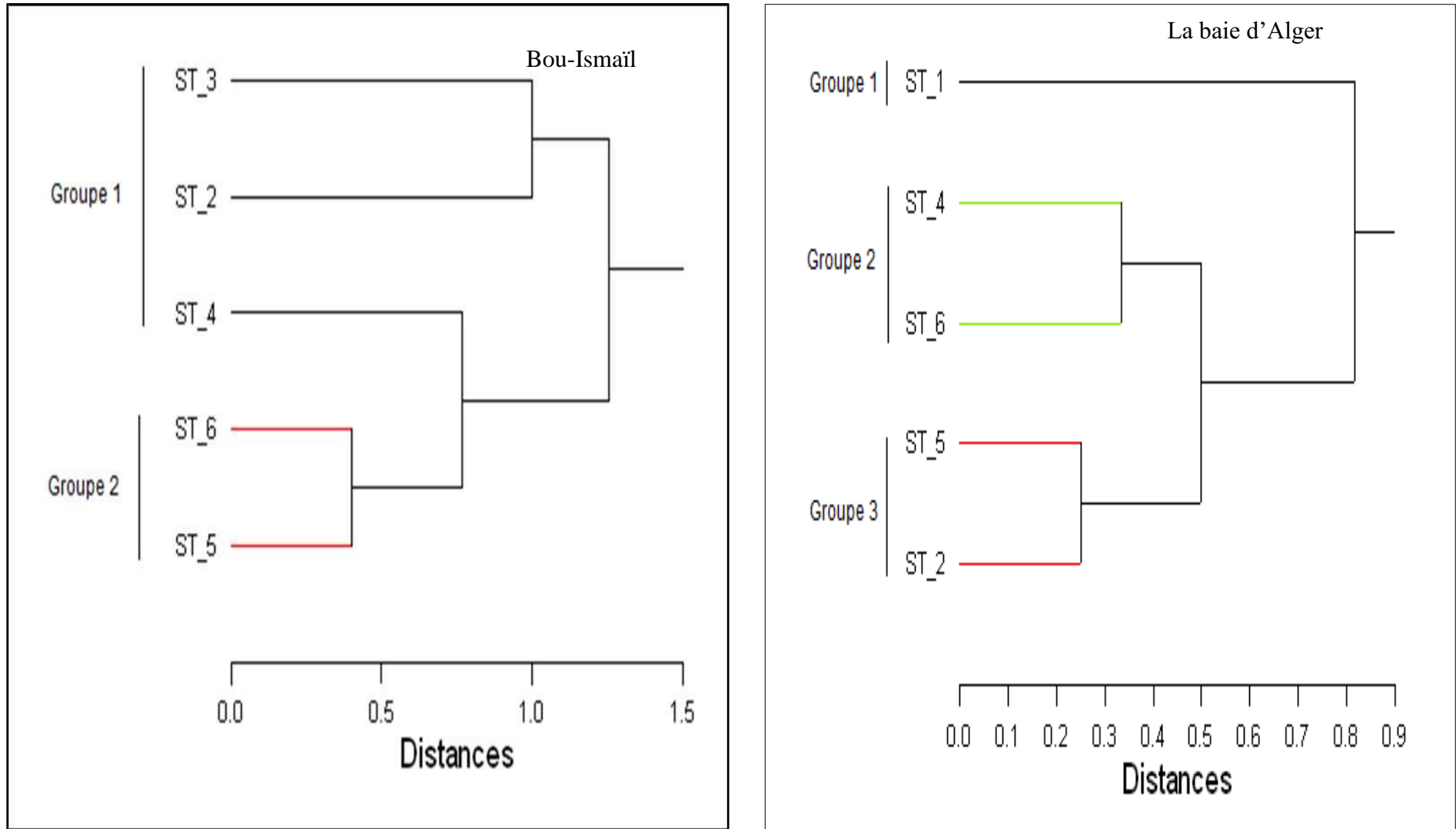


Figure 45 : dendrogrammes de la classification ascendante hiérarchique des stations au niveau de la baie de Bou-Ismaïl et la baie d'Alger

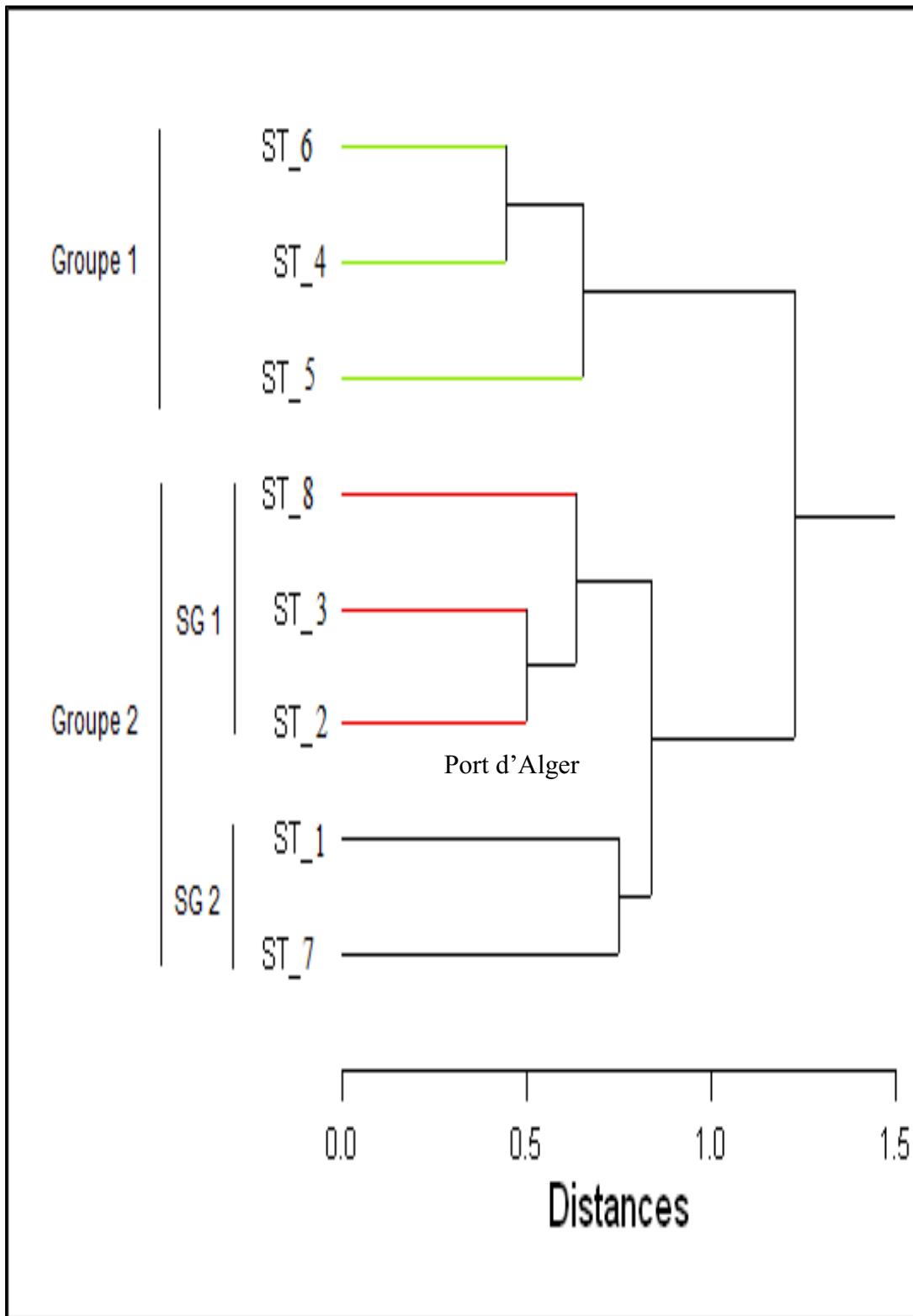


Figure 46 : dendrogrammes de la classification ascendante hiérarchique des stations au niveau du port d'Alger

5. L'analyse en composantes principales (ACP)

5.1. La baie de Bou-Ismaïl

L'application d'une ACP sur la matrice des différents paramètres physicochimique (Ces variables sont représentées par la température, la salinité, le pH et la matière en suspension) et des différents indice de diversité (richesse spécifique S, indice de Shannon, équitabilité et la densité moyennes D) des différentes stations prospectées dans la région de Bou Ismaïl a permis d'extraire les composantes principales (Tableau 36). Les tableaux des coordonnées des stations de chaque zone (annexe).

Tableau 36 : Extraction des composantes principales et les valeurs propres des trois axes retenus

	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3
Valeur propre	3.80	2.82	1.86
% variance totale	42.27	31.31	20.62
% cumul	42.27	73.58	94.20

Les résultats obtenus montrent que le pourcentage d'inertie extrait par les trois premiers axes est de 94.20% (Axe I= 42,27%, axe II= 31,31%, axe III= 20,62%).

Les trois composantes principales ont été prises en considération, elles renseignent sur la majorité de la variation totale (tableau 37).

Facteur I : l'axe I ou le facteur I représente un axe de diversité (indice de Shannon, indice d'équitabilité et le nombre d'espèces) et de salinité (S‰). Ces variables sont déposées dans le côté positif de l'axe I.

Facteur II : l'axe II ou le facteur II représente un axe de paramètres physicochimiques (pH, la profondeur et la MES) et de densité des espèces. La MES est déposée dans le côté positif de l'axe cependant le pH, la profondeur et la densité des espèces se déposent dans le côté négatif de l'axe.

Facteur III : l'axe III présente l'axe des paramètres physicochimiques (température et pH). Ces deux variables sont déposées au côté positif de cet axe.

Les coefficients de corrélation entre les variables initiales et les axes principaux (tableau 37) mettent en évidence les contributions de chacune de ces variables dans la construction de ces axes.

Tableau 37 : Contribution des variables à la formation des axes (cercle de corrélation).

variables	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3
S	0.699161	-0.216767	-0.600561
H'	0.927756	0.172392	-0.267192
E	0.911878	0.270345	0.153392
D	0.032097	-0.976192	-0.017763
T	0.201116	0.397505	0.892138
S‰	0.970112	-0.025290	0.200754
pH	-0.109944	-0.568249	0.812375
MES	0.335464	0.940406	-0.015878
Prof	0.058248	-0.778742	-0.398485

L'organisation des différentes variables sur le plan I-II, I-III et II-III (figure 47). La projection des stations dans les trois plans (figure 48).

Ces résultats ont révélé que ; l'axe factoriel F1 est fortement corrélé avec la diversité spécifique, l'équitabilité et la salinité. Ces dernières ont un rôle dominant dans la construction du pôle positif de la première composante principale.

La MES est anti-corrélée avec la profondeur et la densité spécifique sur l'axe factoriel F2, ces trois variables participent majoritairement à la construction de cette 2^{ème} composante.

La 3^{ème} composante est construite par la température et le pH, qui sont positivement corrélés avec elle.

La projection des stations sur les trois axes montre que :

La station 6 est de forte salinité, elle regroupe le peuplement le plus diversifié et le plus équitable (mature) dans un milieu faiblement pollué avec un état écologique moyen ce qui a été confirmé ci-dessus (DRF), par contre la station 3 qui se trouve dans le pôle négatif du premier axe est la moins diversifié (présence d'une seule et unique espèce) avec un peuplement plus jeune que les autres. Cette station se trouve dans un milieu peu oxygéné et très pollué avec un mauvais état écologique.

Sur l'axe F2, la station 5 est la plus riche en MES (36,80mg/l) qui s'oppose avec la station 4 qui est pauvre en MES (13,67 mg/l). Cette station est plus profonde que la station 5 avec un peuplement plus dense (320 individus/m² au niveau de la station 4 contre 240 individus/m² dans la station 5) et un pH et une température élevés par rapport aux autres stations.

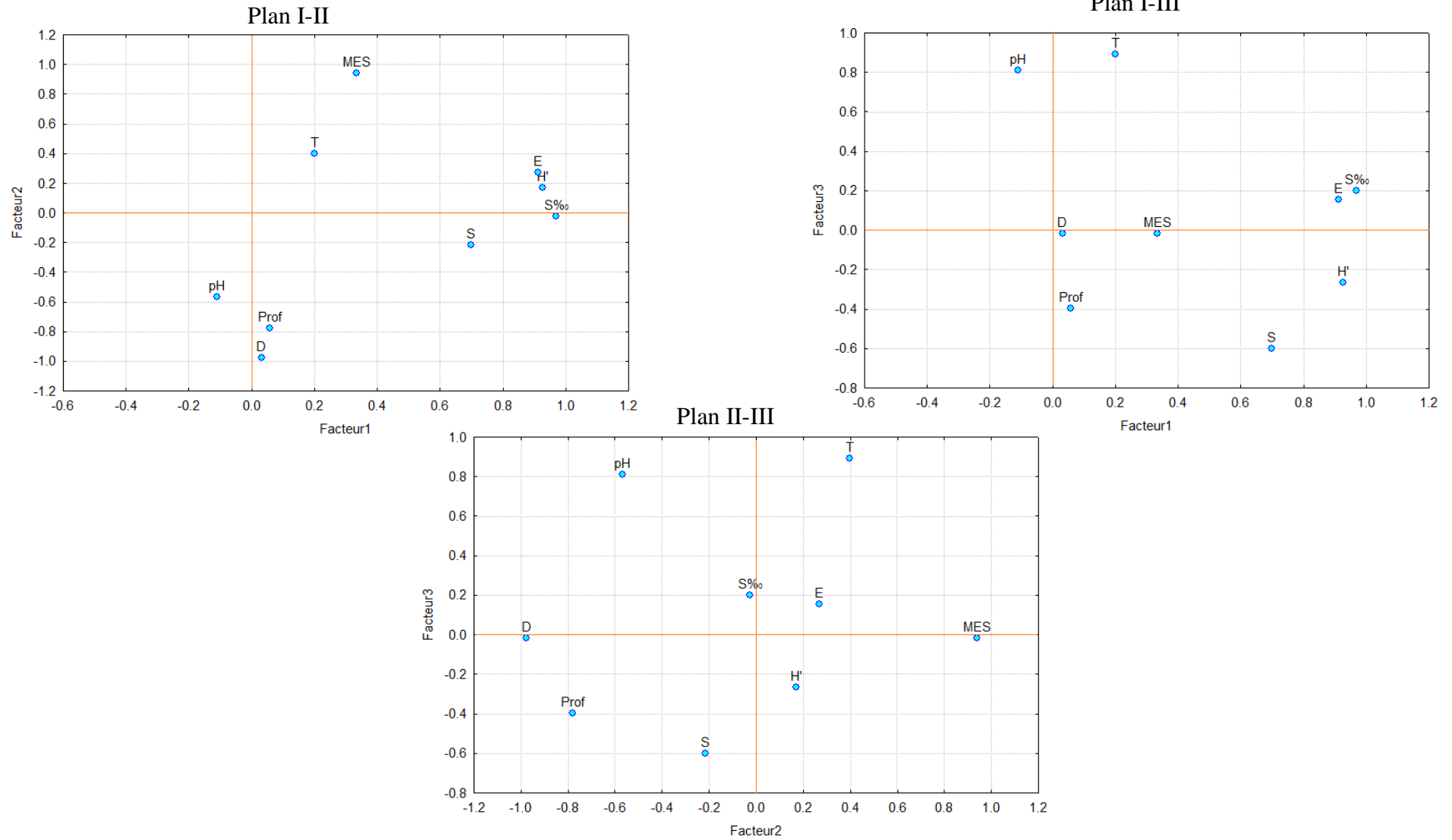


Figure 47 : Projection des variables de milieu et les variables de diversité sur les trois plans retenus (I-II ; I-III et II-III)

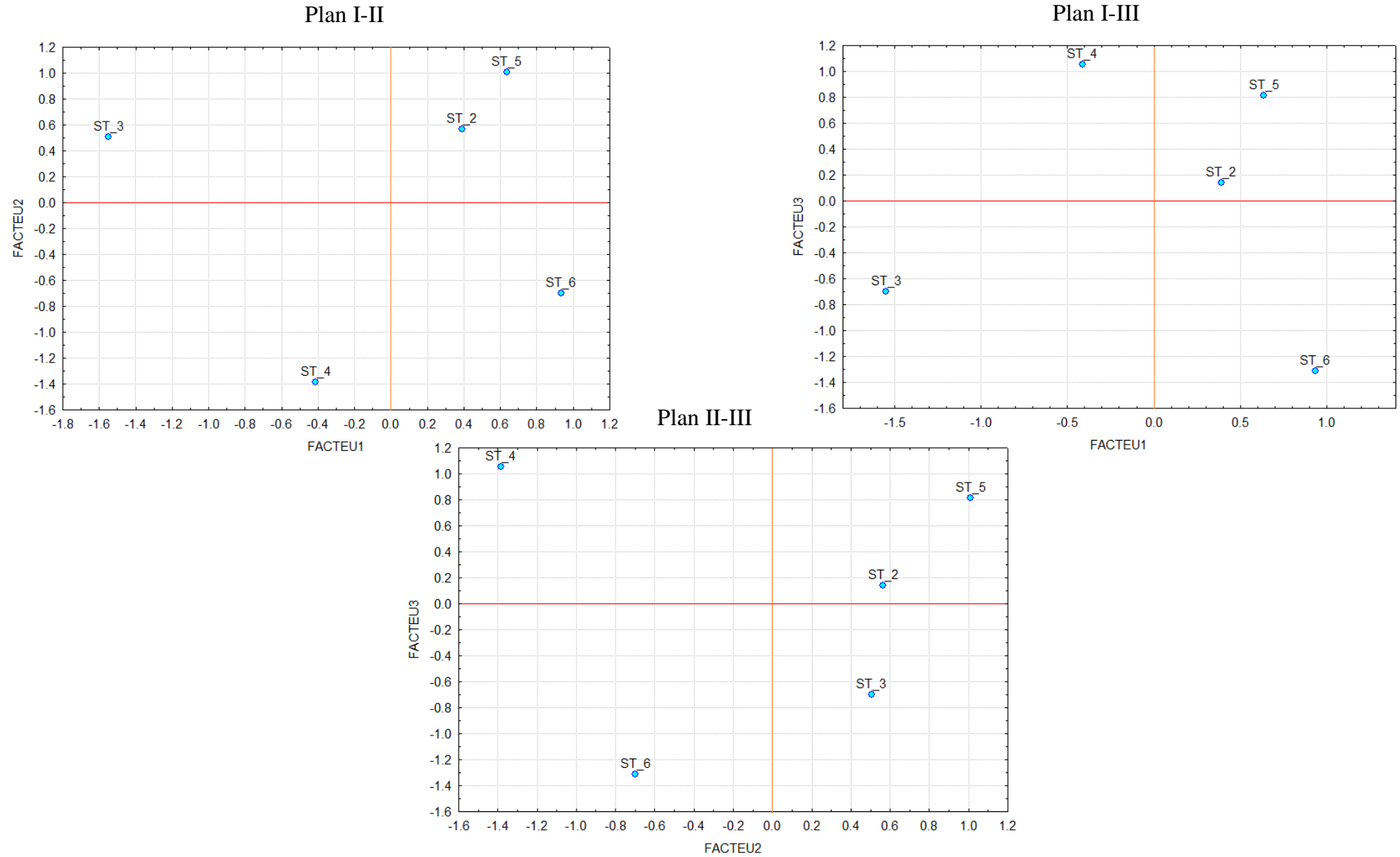


Figure 48 : Projection des stations sur les trois plans retenus (I-II ; I-III et II-III)

5.2.1e Port d'Alger

L'analyse en composantes principales des différents indices de diversité (Indice de Shannon, équitabilité, richesse spécifique et densité) des peuplements des différentes stations prospectées au niveau du port d'Alger a permis d'extraire les composantes principales (Tableau 38).

Tableau 38 : Extraction des composantes principales et les valeurs propres des trois axes retenus

	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3
Valeur propre	3.09	0.82	0.09
% variance totale	77.16	20.47	2.33
% cumul	77.16	97.63	99.96

Les résultats obtenus montrent que le pourcentage d'inertie extrait par les trois premiers axes est de 99.96% (axe I= 77,16%, axe II= 20,27%, axe III=2,33%).

Les deux premières composantes principales ont été prises en considération, elles renseignent sur la majorité de la variation totale, soit 97.63% (tableau 39).

Facteur I : représente l'indice de diversité (l'indice de Shannon et l'indice d'équitabilité) et la densité des espèces. L'indice de Shannon (H') et l'indice d'équitabilité (E) se déposent au côté positif de l'axe I par contre la densité des espèces (D) se trouve au niveau de côté négatif de l'axe.

Facteur II : ou axe II exprime par les deux indices de diversité (la richesse spécifique (S) et l'indice de Shannon (H')) qui sont déposés sur le côté positif de l'axe.

Tableau 39 : Contribution des variables à la formation des axes (Port d'Alger).

variables	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3
S	0.147955	0.987832	0.045592
H'	0.647359	0.707372	0.282273
E	0.873088	0.314317	0.372156
D	-0.987834	-0.153116	0.027157

Les coefficients de corrélation entre les variables initiales et les axes principaux (tableau 39) mettent en évidence les contributions de chacune de ces variables dans la construction de ces axes. L'organisation des différentes variables sur le plan I-II, est représentée par la figure 49. La projection des stations dans le plan I-II est représentée par la figure 50.

Ces résultats montrent que l'indice de Shannon et l'indice d'équitabilité construisent le pôle positif de l'axe factoriel F1 et la densité D construit le pôle négatif de la même composante.

La deuxième composante est construite par les deux indices de diversité H' et richesse spécifique S.

La projection des stations sur le plan I-II met en évidence que :

- Le peuplement de la station 7 située au niveau de bassin de Mustapha est moins diversifié (11 espèces) à cause de la forte pollution et le déséquilibre de l'état écologique de milieu, c'est une zone subnormal contient un peuplement en léger déséquilibre. Elle est aussi plus ou moins équitable (système plus ou moins mûre),
- Les deux stations 2 et 8 englobent le peuplement le plus riche en taxons et le plus diversifié (H' élevée). Ces deux stations sont en bon état écologique constituent des zones de transition ce qui nous donne un peuplement en équilibre et structuré. La station 2 est localisée dans la zone de transition 2 selon la zonation établie par Bachouche (2010). La station 8 est à l'extérieur, le brassage de l'eau se fait continuellement par rapport aux autres stations à l'intérieur de port.
- Par contre le peuplement de la station 5 située au niveau de bassin de l'Agha est un peuplement jeune en déséquilibre (moins équitable) et plus dense (D élevée). Cette station est influencée par une forte pollution ce met le peuplement en déséquilibre.

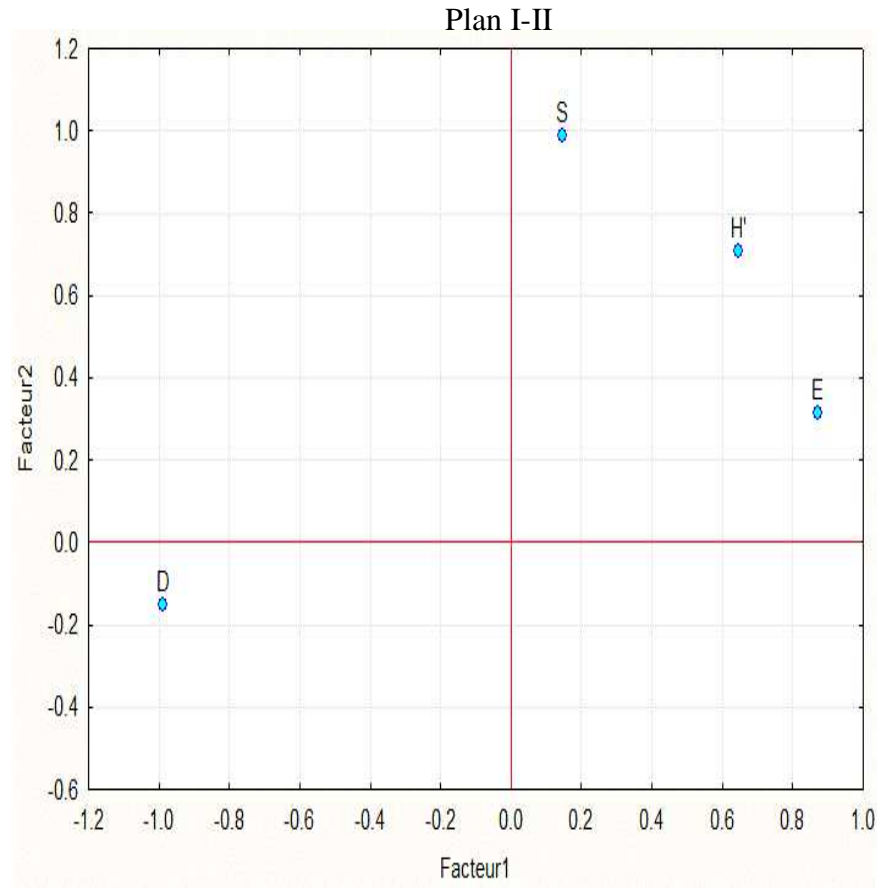


Figure 49 : Projection des variables sur le plan I-II (Port d'Alger).

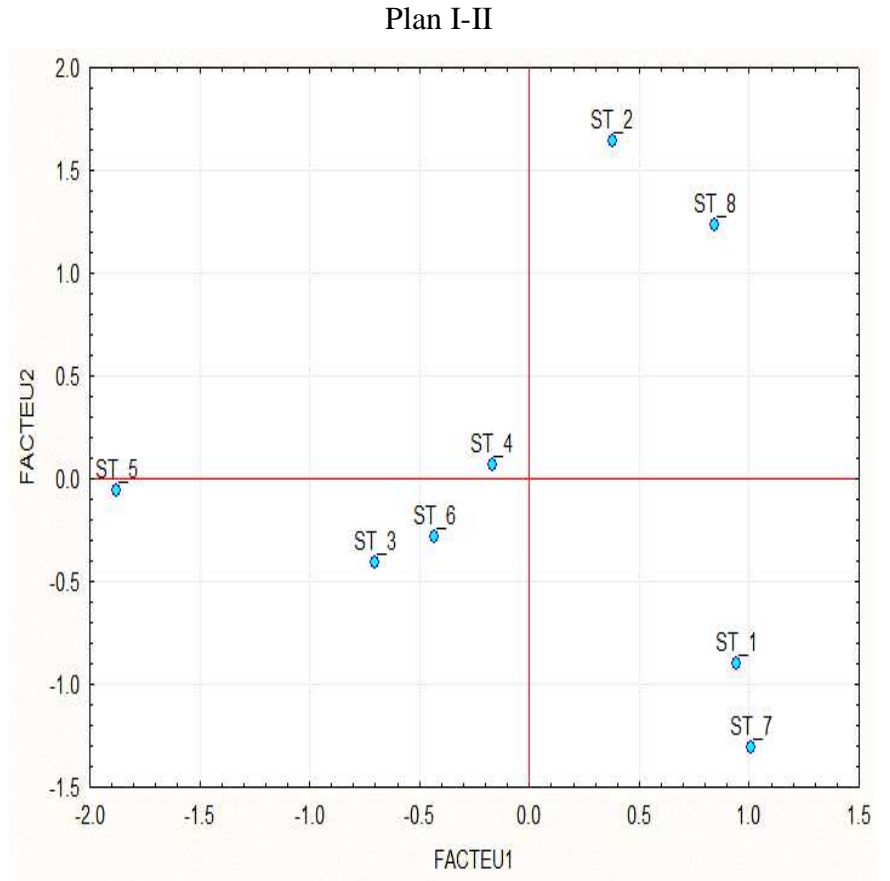


Figure 50 : Projection des stations sur le plan I-II (Port d'Alger).

5.3.La baie d'Alger (Sablette)

L'application de l'ACP sur la matrice des indices de diversité (Indice de Shannon, équitabilité, richesse spécifique et densité) des peuplements des différentes stations prospectées dans la région de de la baie d'Alger a permis d'extraire les composantes principales (Tableau 40).

Tableau 40 : Extraction des composantes principales et les valeurs propres des trois axes retenus

	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3
Valeur propre	2.17	1.15	0.67
% variance totale	54.28	28.78	16.74
% cumul	54.28	83.06	99.80

Les résultats obtenus montrent que le pourcentage d'inertie extrait par les trois premiers axes est de 99.8% (axe I= 54,28%, axe II= 28,78%, axe III= 16,74%).

Les trois composantes principales ont été prises en considération (tableau 41).

Facteur I : l'axe I représente les deux indices de diversité (la richesse spécifique (S) et l'indice de Shannon (H')). Ces deux indices se trouvent au niveau de côté positif de cet axe.

Facteur II : cet axe exprime l'indice d'équitabilité (E) qui se trouve au côté négatif de cet axe.

Facteur III : exprime la densité des espèces au niveau de chaque station. Cette densité est déposée au niveau de côté négatif de l'axe III.

Tableau 41 : Contribution des variables à la formation des axes (la baie d'Alger).

variables	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3
S	0.976528	0.132682	0.159008
H'	0.947254	-0.297595	0.101800
E	0.063095	-0.981287	0.179721
D	-0.156128	0.179145	-0.971318

Les coefficients de corrélation entre les variables initiales et les axes principaux (tableau 41) mettent en évidence les contributions de chacune de ces variables dans la construction de ces axes.

L'organisation des différentes variables et la projection des stations sur les différents plans (I-II, I-III et II-III) sont représentées par les figures 51 et 52.

Ces résultats ont révélé que ; l'axe factoriel F1 est fortement corrélé avec la diversité spécifique et la richesse spécifique. Ces dernières ont un rôle dominant dans la construction de cette composante principale.

L'axe F2 est l'axe de l'équitabilité, cette variable participe à la formation de son pôle négatif. Tant que la troisième composante est construite par la densité D.

L'ACP des données de la région de la baie d'Alger montre que :

- Le peuplement de la station P6 est celui le plus diversifié (9 espèces) avec une richesse spécifique importante, c'est une station fortement polluée avec un état écologique médiocre mais ces conditions ne lui pas empêchées de constituer un peuplement en équilibre ce qui lui donne le caractère de zone normale
- Le peuplement de la station P5 est le plus jeune et le plus perturbé en léger déséquilibre avec des faibles valeurs en d'équitabilité, cette zone est fortement polluée et subnormal ce qui fait de son état écologique de qualité insuffisante et limitée pour le développement d'un peuplement.
- La première station P1 regroupe un système adulte (équitabilité élevée) traduit par un peuplement en équilibre avec une diversité faible causée par le milieu azoïque, d'une pollution très forte, l'état écologique de cette station est mauvais.
- Or, la station P2 est celle qui englobe le peuplement le plus dense (390 individus/m²) en léger déséquilibre. Cette station a un état écologique médiocre à cause de la pollution.

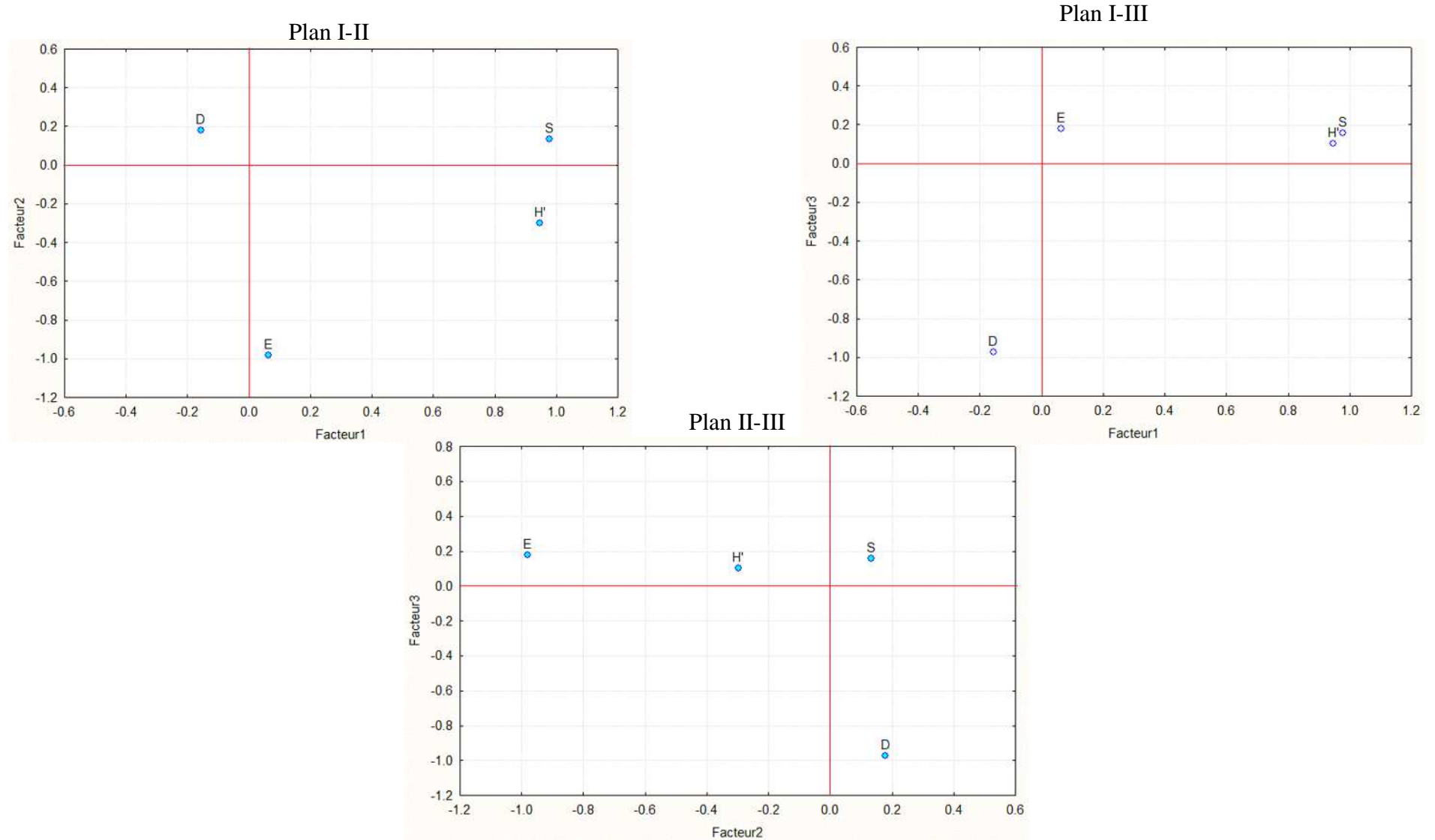


Figure 51 : Projection des variables sur les différents plans (la baie d'Alger).

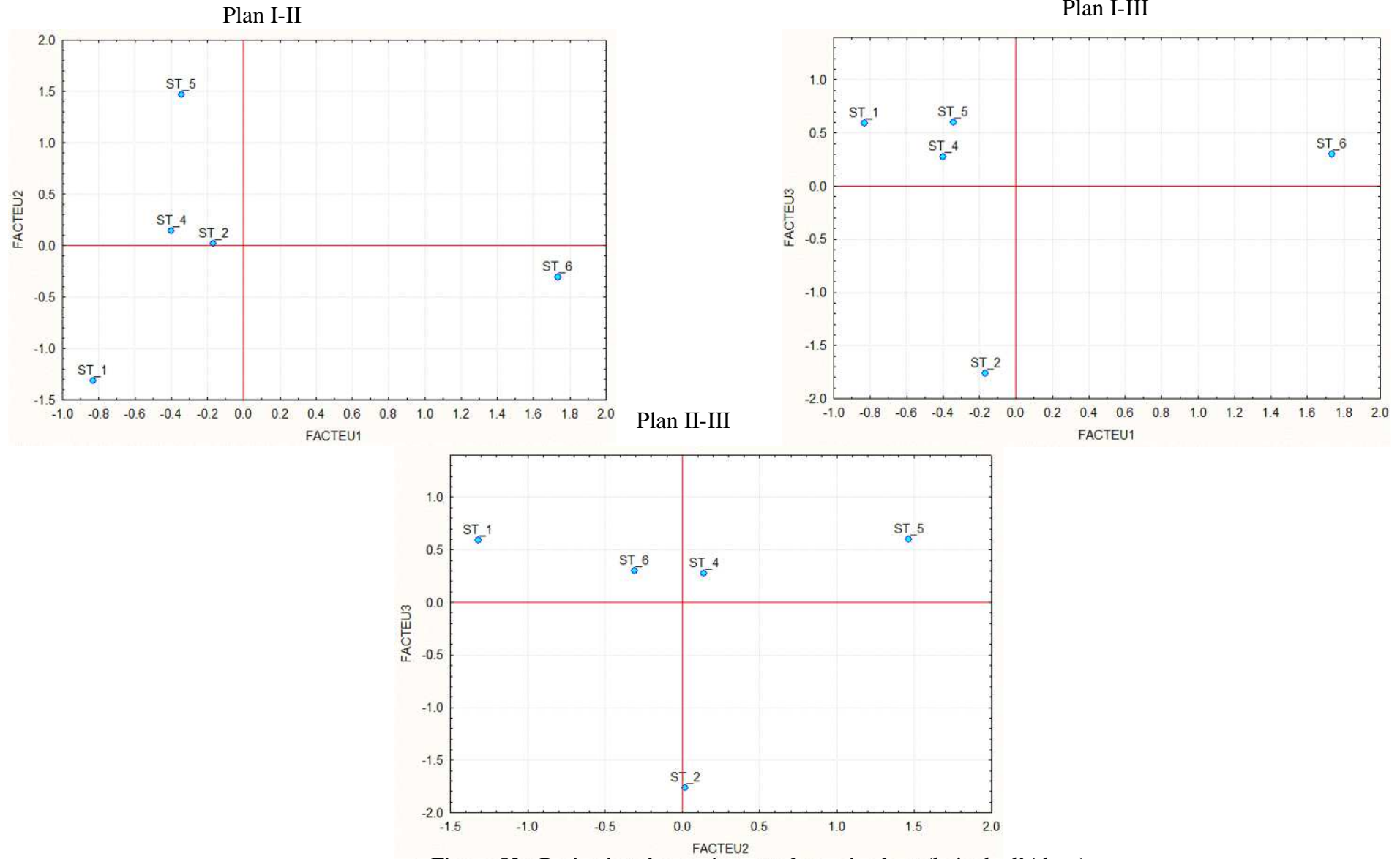


Figure 52 : Projection des stations sur les trois plans (baie de d'Alger).

CONCLUSION

GENERALE

CONCLUSION GÉNÉRALE

La caractérisation des biocénoses benthiques des substrats meubles des trois zones : la baie de Bou-Ismaïl, la baie d'Alger (plage des sablettes) et le port d'Alger a été dans le but de situer l'état de santé de ces sites afin de les intégrer au projet national de réhabilitation des espaces marins de la région algéroise.

La liste du macrobenthos de ces trois sites, l'étude qualitative et quantitative des peuplements ainsi que l'analyse spatiale ont permis de mettre en évidence :

Les espèces dominantes dans chaque station et dans chaque site :

Les espèces répertoriées dans la zone ouest de Bou-Ismaïl se répartissent comme suit : 41 espèces de Mollusques ; 2 espèces de Polychètes et une espèce de Crustacé.

Le peuplement de la baie d'Alger est représenté par 17 espèces : 9 espèces de mollusques, 7 espèces de polychètes et une espèce de crustacés

Le port d'Alger semble plus diversifier que les deux autres zones avec 86 espèces : 67 espèces de mollusques, 17 espèces de polychètes et 3 espèces de crustacés.

Le groupe des mollusques est le groupe dominant dans ces zones tant l'aspect qualitatif et l'aspect quantitatif (problème de prélèvement).

L'étude de la diversité des peuplements (indice de Shannon H' et indice de d'équitabilité E) ont permis de classer ces stations selon une échelle de pollution et de mettre en évidence l'état écologique de chaque station, ainsi qu'une classification de peuplement de chaque station.

Les diagrammes rang-fréquence ont permis de connaître l'état de succession de chaque peuplement.

Au niveau de la baie de Bou-Ismaïl les peuplements sont en état de déséquilibre, non structuré jusqu'à un état d'équilibre ~~un~~ peu structuré voir structuré. L'inexistence d'un peuplement au niveau de la station 1 et la station 3. Ces résultats ne sont pas suffisants à cause de l'échantillonnage et de prélèvement qui a été non représentatif.

Ces différents états de peuplement est du : à la pollution de ces stations aussi à leurs état écologique et aussi bien à l'échantillonnage qui est très faible et non représentatif (une pollution forte ou modérée avec un mauvais état écologique jusqu'à médiocre)

Les peuplements de la baie d'Alger (Sablette) ne sont pas classés à cause de nombre d'individu qui est inférieur au 30 individus/m² (problèmes d'échantillonnage).

Le peuplement de bassin de Vieux Port est au départ de la succession voir un stade intermédiaire (station 1 et 1') ces stations sont soumises au courant de large de la baie.

Un peuplement au stade intermédiaire (station 4) et un stade 2 dans les stations 5 et 6 ont marqué le bassin d'Agha.

Le stade 1 est marqué dans le bassin de Mustapha.

CONCLUSION GÉNÉRALE

La Classification Ascendante Hiérarchique a mis en évidence :

- Deux groupes au niveau de la baie de Bou-Ismaïl
- Trois groupes au niveau de la baie d'Alger (Sablettes)
- Deux groupes au niveau de port d'Alger.

La classification ou le regroupement de ces stations exprime l'état de pollution de chaque station et aussi l'état écologique des peuplements.

L'analyse en Composantes Principales permet de voir :

Le regroupement des stations vis-à-vis des paramètres de milieu et les indices de diversité au niveau de la baie de Bou-Ismaïl. Les peuplements ont été répartis selon l'état de milieu qui influe sur l'état écologique des stations.

Le regroupement des stations vis-à-vis des indices de diversité au niveau de la baie d'Alger (Sablette) et ainsi au niveau du port d'Alger. La classification a mis en évidence les peuplements les plus diversifiés et les plus équitables.

L'étude des biocénoses de ces trois régions n'est pas complète et l'interprétation des résultats était très difficile à cause :

- L'échantillonnage n'est pas représentatif dans la totalité des stations.
- Le nombre d'espèces qui a été très faible et aussi le nombre d'individus.
- Absence d'une surveillance continue de ces régions pour pouvoir mieux connaître le milieu et les communautés.
- Absence des études complémentaire.

D'une manière générale, la réalisation d'un classement d'un site et la mise en évidence son état vis-à-vis de la pollution nécessite plusieurs démarches :

- Faire une étude globale de site considéré : une étude bathymétrique, sédimentologique, sources de pollutions, courantologique, analyse des paramètres physicochimiques agissant sur les écosystèmes marins.
- Faire un suivi périodique des paramètres nécessaires (paramètre physicochimique, sédimentologique...).
- faire un suivi des communautés benthiques chaque cinq ans dans un site déterminé et cette période se diffère d'un site à l'autre.
- La coordination entre les différents travaux réalisés est important dans le but d'obtenir un résultat fiable et pouvoir classer le site considéré et aussi de mettre fin à la source de problème.

CONCLUSION GÉNÉRALE

REFERENCE

BIBLIOGRAPHIQUE

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Afli A., 2005. La biodiversité marine en Tunisie. Ministère de l'Environnement et du Développement Durable. Institut National des Sciences et Technologies de la Mer. 20p.

Al Sid Chikh S., Belkessa R., Houma F. et Amrouche L., 2009. Diagnostic du littoral Ouest algérois pour une gestion intégrée. The 5th International Symposium on Sandy beaches, Rabat, Maroc.

Aleffi F., Bettoso N., 2000. Distribution of *Corbula gibba* (Bivalvia, Corbulidae) in the Northern Adriatic Sea. Ann. Ser. Hist. Nat., 21, 173–180.

Ambapour S., 2003. Introduction à l'analyse des données. Ed. BAMSI REPRINT.

Asso A., 1982. Contribution à l'étude de polluants métalliques chez la moule *Perna perna* (L) dans la région d'Alger. Thèse doc. 3e cycle Oceano. Bio., Univ. Aix - Marseille II, 149p.

Bachelet G., 1981. Données préliminaires sur l'organisation trophique d'un peuplement benthique marin. *Vie Milieu*, 31 (3-4) : 205-213.

Bakalem A., 2008. Contribution à l'étude des peuplements benthiques du plateau continental algérien. Thèse de doctorat en science de la nature spécialité océanographie, USTHB. 677p.

Bayed A., 1990. Reproduction de *Donax trunculus* sur la côte Atlantique marocaine. Cah. Biol. Mar. 31: 159-170p.

Bélangier D., 2009. Utilisation de la faune macrobenthique comme bioindicateur de la qualité de l'environnement marin côtier. Essai présenté au Département de biologie en vue de l'obtention du grade de maître en écologie internationale (maîtrise en biologie incluant un cheminement de type cours en écologie internationale). Faculté des sciences, Sherbrooke. 74 p.

Belkessa R., 1999. Causes et conséquences de l'érosion marine sur la côte Algérienne. Revue symbiose, Alger, Algérie.

Belkessa R., Houma F., Ciortan R. et Mezouar K., 2008. Protection Works Of The Sea Coast In Algéria. Copedec VII, Dubai, UAE, No: S-26.

Bellan G., 1964. Contribution à l'étude systématique bionomique et écologique des annélides polychètes de la Méditerranée. Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume, 49, 33, 371 P.

Bellan G., 1993. Les espèces indicatrices de pollution et leur repérage en milieu marin. Biosystematima, 8 : 45-60.

Benzohra M., 1993. Les structures hydrodynamiques le long des côtes Algériennes. Centre d'Océanologie de Marseille, France, 33 p.

Bianchi C. N., 1981. Guide per riconoscimento delle specie animali delle Acque lagunaria e costiere italiane AQ/1/96. 5. Policheti Serouloidei. Consiglio nazionale delle ricerche.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Biotope P2A développement, 2007. L'étude globale sur la telline en Camargue- Parc Naturel Régional de la Camargue Donax trunculus (Linné, 1767)- Rapport Intermédiaire de la Campagne d'automne. Contrat BIOTOPE/ Développement- Parc Naturel Régional de la Camargue, juin 2007.

Bonnefille R. 1976, Palynological evidence for an important change in the vegetation of the Omo basin between 2.5 and 2 million years ago. In YCoppens, F.Howell, G.L.Isaac & R.E.F.Leakey (eds.), *Earliest man and environments in the lake Rudolf basin. Stratigraphy, palaeoecology and evolution* p. 421-31. Chicago, University of Chicago Press.

Bourcier M., Nodot C., Jeudy De Grissac A., Tine J., 1979. Répartition des biocénoses benthiques en fonction des substrats sédimentaires de la rade de Toulon (France). *Téthys*, 9, 2: 103-112.

Breton G., Vincent T., Painblanc A., Duchemin A., 2005. L'endofaune des bassins du port du Havre (Manche orientale). *Bull. Soc. géol.*, 92, 1, 2005, 5-18.

Broman D., Colmsjö A., Ganning B., Näf C. et Zebühr Y., 1988. A multi-sediment-trap study on the temporal and spatial variability of polycyclic aromatic hydrocarbons and lead in a anthropogenic influenced archipelago. *Environ.Sci.Technol.*, Vol.22, n°10, pp. 1219-1228

Caulet J., 1972. Les sédiments organogènes du précontinent algérien. *Mém. Mus. Hist. Nat., Nlle série*, 25, 289p.

Chaouti A.et Bayed A., 2011. Structure et organisation trophique du peuplement macrobenthique de la lagune méditerranéenne de Smir (Maroc). Ed. Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie, 2011, n°33 (1), p. 1-12.

Collignon.J, 1991. *Écologie et biologie marines : introduction à l'halieutique*. Ed Masson. 297p
Daby, D., 2006. Coastal pollution and potential biomonitors of metals in Mauritius. *Water, Air and soil pollution* 174, 63-91.

Daget J., 1979. *Les modèles mathématiques en écologie*. Masson, Paris, 112p.

Dauer, D. M., 1993. Biological Criteria, Environmental Health and Estuarine Macrobenthic Community Structure. *Marine Pollution Bulletin*, 26(5), 249-257.

Dauvin J.C, Dewarumez J.M., EL Kaim B., Bernardo D., Fromentin J.M et Onanez F., 1993. Cinétique de *Abra alba* (mollusque bivalve) de 1977 à 1991 en Manche-Mer du Nord, relation avec les facteurs climatiques. *Océanologica Acta* , 16 , 4, 413-422.

Dauvin J.C., 1993. Le benthos ; témoin des variations de l'environnement. *Oceanis*, 19,25-53.

Eleftheriou A., McIntyre A D. 2005. *Methods for the Study of Marine Benthos*. 3rd ed. Oxford, UK: Blackwell Pub., 444 p, ISBN 0-632-05488-3

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Fano E. A., Mistri, M. et Rossi, R. 2003. The ecofunctional quality index (EQI): a new tool for assessing lagoonal ecosystem impairment. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 56(3-4), 709-716.
- Fauchald K., 1977. The polychaete worms. Definitions and keys to the Orders, Families and Genera. Natural History Museum of Los Angeles County., the Allan Hancock foundation, University of Southern California. Science Series 28.188 p.
- Fauchald K., Jumars P. A., 1979. The diet of worms: a study of polychaete feeding guilds. *Océanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 17, 193-284.
- Fauvel, P., 1923. Faune de France : Polychètes Errantes. Eds. Lechevalier,P, Paris, 488 p.
- Fauvel. P., 1927. Faune de France : Polychètes sédentaires. Edd. Kraus, 494 p.
- Ferraro S. P., Cole F.A., 1995 Taxonomic level sufficient for assessing pollution impacts on the Southern California bight macrobenthos - Revisited. *Environmental Toxicology and Chemistry* 14:10311040
- Fischer. W., Bauchot M. L. et Schneider M., 1987. Fiche FAO d'identification d'espèces pour les besoins de la pêche. (Révision 1). Méditerranée et mer noire. Zone de pêche 37 Volume I. Végétaux et Invertébrés. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, 760 p.
- Frontier S., 1976. Utilisation des Diagramme Rang-Fréquence dans l'analyse des écosystèmes. *J. Rech. Oceanogr.*Vol.I, n°3. 14p.
- Frontier S., 1977. Réflexion pour une théorie des écosystèmes. *Bull. Ecol.*, 8: 445-454.
- Frontier S., 1983. Stratégie d'échantillonnage en écologie. Masson, Paris, 494 p.
- Frontier S., Denise P-V. et Alain L., 2004. Ecosystème : structure, fonctionnement, évolution. Ed. Masson. 548p.
- Frontier S., Pichot-Viale, D., Lepretre, A., Davoult, D. et Luczak C., 2004. Ecosystèmes. Structure, fonctionnement et évolution. 3e édition. Éd. Masson, Paris, 549 p.
- Frouin P., 1996. Structure et fonctionnement des écosystèmes benthiques dans les lagons soumis aux perturbations anthropiques - Le lagon de Tahiti, Polynésie française -. Thèse de Doctorat. Écologie marine. Université Française du Pacifique. 208p.
- Gagnon É. et Pedneau, J., 2006. SurVol Benthos, guide du volontaire, programme de surveillance volontaire des petits cours d'eau. CVRB, Québec. Canada.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Gaumer G., 1981. Evolution annuelle des communautés microplanctoniques de la baie d'Alger. Variations de la composition spécifiques liées à la nature du facteur nutritionnel limitant de la biomasse algale. Thèse de doctorat, Océanographie biologique, Université Pierre et Marie Curie, France, 91 p.

Glémarec M., Hily C., 1981. Perturbations apportées à la macrofaune benthique de la baie de Concarneau par les effluents urbains et portuaires. *Acta OEcologica, OEcolog. Applic.* Vol. 2, n° 2, p. 139-150.

Grall J. et Glémarec M., 1997 Using biotic indices to estimate macrobenthic community perturbations in the Bay of Brest. *Estuar Coast Shelf Sci* 44:43-53

Grall J. et Hily C., 2003. Echantillonnage quantitatif biocénoses subtidales des fonds meubles. FT-01-2003-01.doc. 91 p.

Grall J. et Coïc, N., 2006. Synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier. *Ed. Ifremer DYNECO/VIGIES/06-13/REBENT*. 91p.

Gray J.S., 1997. Marine Biodiversity: patterns, threats and conservation needs. *GESAMPS Reports and Studies*, 62, 26p.

Gray J. S. et Pearson T. H., 1982. Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. I. Comparative methodology. *Marine Ecology Progress Series*, 9, 111-119.

Grimes S., 2010. Peuplements benthiques des substrats meubles de la cote algérienne : Taxonomie, structure et statut écologique. Thèse de Doctorat d'état en sciences spécialité : sciences de l'environnement, option : biologie et pollution marines. Université d'Oran. 362p.

GT DCE Réunion "Benthos Substrats Meubles". 2012. Fascicule technique pour la mise en œuvre du réseau de contrôle de surveillance DCE "Benthos de Substrats Meubles " à La Réunion. Projet Bon Etat II, réactualisation de l'état des lieux du SDAGE Réunion. RST-DOI/2012-06, 61p.

Hily M. ,1984. Variabilité de la macrofaune benthique dans les milieux hyper trophique de la rade de Brest. Thèse de Doc. Es-Sci ; uni. Bretagne Occident ; Brest : 359p.

Houma-Bachari F., 2009. Modélisation et cartographie de la pollution marine et de la bathymétrie à partir d'imagerie satellitaire. Thèse de doctorat en Science de l'univers et environnement, Université de Val de Marne, Paris XII, France, 257 p.

Jensen J. N., 1988. Recruitment, growth and mortality of juvenile *Corbula gibba* and *Abra alba* in the Limfjord, Denmark. *Kieler Meeresforsch*, Sonderh. 6, 357-365.

Kaiser J., 2001. Bioindicators and Biomarkers of Environmental Pollution and Risk Assessment (Enfield: Sciences publishers inc.).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Kassar A., 2011. Suivi de la chlorophylle et du phytoplancton dans les zones côtières algéroises : Apport des mesures satellitaires à leur modélisation. Mémoire de magister, ENSSMAL. 242p.

Lancellotti D.A., Stotz W.B., 2004 Effects of shoreline discharge of iron mine tailings on a marine softbottom community in northern Chile. *Marine Pollution Bulletin* 48 :303-313

Leclaire L., 1972. La sédimentation holocène sur le versant Méridional du bassin Algéro-Baléares (Précontinent Algérien). Tome XXIV. Edition de Muséum, Paris, France, 391 P.

Legendre L. et Legendre P., 1984. Ecologie numérique. Le traitement multiple des données écologiques. 2ème Eds. Masson. Collection d'Ecologie, 12 : 259 p.

LEM, 1998. Etude de délimitation d'une zone d'extraction de sable en baie d'Alger. *Laboratoire d'Etudes Maritime, Alger, Algérie.*

Maouche S., 1987. Mécanismes hydrosédimentaires en baie d'Alger (Algérie) : approche sédimentologique, géochimique et traitement statistique. Thèse de 3ème cycle, Univ. Perpignan, France, 214 p.

Mendez N., 2002. Annelid assemblages in soft bottoms subjected to human impact in the Urías estuary (Sinaloa, Mexico). *Oceanologica Acta* 25:139-147

Millot C. et Taupier-Letage I., 2005. Circulation in the mediterranean sea. *Hdb Env Chem Vol. 5, Part K* , pp. 29–66

Millot C., 1987. Circulation in the western Mediterranean sea. *Oceanologica Acte. Vol 10; .n°2*, p: 143- 149.

Millot C., 1989. La circulation générale en Méditerranée occidentale : aperçu de nos connaissances et projets d'études. *Annales de géographie*, n° 459, XXVIIIe année, pp. 497-515.

Millot C., 1993. La circulation générale en Méditerranée occidentale. Workshop sur la circulation des eaux et pollution des côtes Méditerranéennes du Maghreb. 9-11 novembre 1992, INOC. 29-30.

Moisan, J. et Pelletier L., 2008. Guide de surveillance biologique basée sur les macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec – Cours d'eau peu profonds à substrat grossier, 2008. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, ISBN : 978-2-550-53591-1 (version imprimée), 86 p.

Munawar M., Hänninen O., Roy S., Munawar N., Kärenlampi L. et Brown D., 1995. *Bioindicators of Environmental Health* (New York: SPB Academic Pub).

Nodot C., Bourcier M., Jeudy D. E. Grissac A., Heusner S., Regis J. et Tine J., 1984. Répartition des biocoenoses benthiques en fonction des substrat sédimentaires de la rade de Toulon (France) ; 2: la grande rade. *Téthys* 11(2), 141-153.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Olsgard F. et Gray J. S., 1995. A comprehensive analysis of the effects of offshore oil and gas exploration and production on the benthic communities of the Norwegian continental shelf. *Marine Ecology Progress Series* 122:277-306

Oulhiz A., 2012. Contribution à l'évaluation de la qualité des milieux marins côtiers de Mostaganem à travers les bioindicateurs de la Macrofaune benthique. Thèse de magister. Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem faculte des sciences de la nature et de la vie.

Paiva P.C., 2001 Spatial and Temporal Variation of a Nearshore Benthic Community in Southern Brazil: Implications for the Design of Monitoring Programs. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 52:423-433

Parenzan, P., 1970. Carta d'identità delle conchiglié del mediterraneo Vol. I, Gasteropodi, Ed Biostaras, Taronto, 283 p.

Parenzan, P., 1974. Carta d'identità delle conchiglié del mediterraneo Vol. II: Bivalvi, Ed Biostaras, Teras, Taronto, 227 p.

Parker R.H., 1975. The Study of benthic communities. A Model and review. Elsevier Scientific Publishing Company Amsterdam - Oxford -New York. 291p.

Pasteur-Humbert C., 1962. Les mollusques marins testacés de Maroc. Les lamellibranches et les scaphopodes. Institut Scientifiques Chérifien. Série zoologiques N° 28.

Pasteur-Humbert C., 1962. Les mollusques marins testacés de Maroc. Les gastéropodes. Institut Scientifiques Chérifien. Série zoologiques N° 23.

Pasteur-Humbert C., 1962. Les mollusques marins testacés de Maroc. Premier supliment. Institut Scientifiques Chérifien. Série zoologiques N° 37.

Pearson T.H. et 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

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

Peres J.M., Picard J., 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. *Rec.Trav.Stat.Mar.Endoume*.31, 47 ,137.

Pérès J-M. et Picard J., 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer méditerranée. *Ed. Recueil des traveaux de la station marine d'Endrome. Bulletin N° 31 Fasc N° 47*. 132p.

Phillipeau G., 1986-1988. Comment interpréter les résultats d'une analyse en composante principale. Ed. Service des études statistiques. 123p.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Picard J., 1965. Recherches qualitatives sur les biocénoses marines des substrats meubles dragages de la région marseillaise. *Rev. Trav. Stat. Mar. Endoume.*, 36 (52): 1 - 160.

Pielou E.C., 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. theo. Biol.* 13: 131-144.

Ponsero A. et Sturbois A., 2012. Manuel d'étude et de gestion des oiseaux et de leurs habitats en zones côtières chapitre 2 : les invertébrés, proies des limicoles. Les invertébrés des estrans meubles et rocheux. 144 p.

Poutier J. M., 1978. Contribution n°15 – Introduction à l'étude faunistique des bivalves du littoral français : les espèces marines du golfe d'Aigue-Mortes- Deuxième partie. *Potentiell.* 12p.

Quiroz Martinez B., 2010. Étude de la variabilité temporelle des annélides polychètes de l'Atlantique nord-est européen, dynamique des peuplements en Manche et patrons de distribution sur le plateau continental. Thèse doctorat. Université de LILLE 1. Page 251.

Rebzani-zahaf C., 1990. Les peuplements macrobenthiques du port d'Alger. Evolution spatio-temporelle. Impact de la pollution. Thèse de Magister, ISN/USTHB, Alger. 199p.

Rebzani-Zahaf C., 2003. Les peuplements macrobenthiques des milieux portuaires de la cote algerienne : alger, bejaia et skikda. Thèse Doctorat d'état en science de la nature, USTHB. 245p.

Reish D. J., 1959. An ecological study of pollution in Los Angeles.-Long Beach Harbors, California., *Allan Hancock Found. Publ., Occas. Pap.*, 22 : 117p.

Rosenberg R., 2001 Marine benthic faunal successional stages and related sedimentary activity. *Scientia Marina* 62:107-119

Rossi N., 2008. Écologie des communautés planctoniques Méditerranéenne et étude des métaux lourd (Cuivre, Plomb, Cadmium) dans différents compartiments de deux écosystèmes côtiers (Toulon, France). THESE DE DOCTORAT. Option : Biologie de l'environnement, des populations, écologie. Université du Sud Toulon-Var. 286p.

S.H.F.M., 2000. Mer méditerranée, côte d'Algérie. De Tipaza à Ras Matifou. *Carte, S.H.F.M., Algérie.*

Sammarco, P.W., Hallock, P., Lang, J.C. et LeGore, R.S. 2007. Roundtable discussion groups summary papers: environmental bio-indicators in coral reef ecosystems: the need to align research, monitoring, and environmental regulation. *Environmental bioindicators* 2, 35-46.

Shannon C.E, Weaver W., 1949. The mathematical theory of communication. Urbana Illinois, Univ. of Illinois Press, 117p.

Shin PKS, Huang ZG, Wu RSS 2004 An updated baseline of subtropical macrobenthic communities in Hong Kong. *Marine Pollution Bulletin* 49:119-141

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Taupier-Letage I., 1988. Biodynamique du bassin Algérien. Estimation de la réponse biologique à certaines structures hydrodynamiques de moyenne échelle par télédétection (AVHRR. et CZCS.) et mesures *in situ*. *Thèse de doctorat, Université d'Aix-Marseille II, Marseille, France, 120 p.*

Tebble N., 1966. British bivalve seashells: a handbook for identification. British Museum (Nat. Hist). London , 212 p.

Timsit O., Sylvand B., Lefeuvre J-C., 2004. Évolution du macrozoobenthos intertidal de la baie des Veys de 1985 à 2000. *Ed. C. R. Biologies* 327 p. 51–64.

Touzin D., 2008. Utilisation des macroinvertébrés benthiques pour évaluer la dégradation de la qualité de l'eau des rivières au Québec. Étudiante en agronomie. Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation Université Laval. 41p. (pp 15).

Warwick, R. M., 1986. A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Marine Biology*, 92, 557-562.

Warwick, R. M., & Clarke, K. R., 1993. Comparing the severity of disturbance: a meta-analysis of marine macrobenthic community data. *Marine Ecology Progress Series*, 92, 221-231.

Sites E-mail:

Google Earth.

<http://www.marinespecies.org/>

<http://doris.ffessm.fr/>

www.annelida.net

ANNEXE

Annexes

Tableau 1 : Coordonnées des différentes stations effectuées à Bou Ismail sur les trois axes

Stations	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3
ST_2	0.39046	0.56608	0.14315
ST_3	-1.54918	0.50561	-0.70055
ST_4	-0.41195	-1.38493	1.05464
ST_5	0.63637	1.01009	0.81272
ST_6	0.93430	-0.69685	-1.30995

Tableau 2 : Coordonnées des différentes stations effectuées au port d'Alger sur les trois axes

Stations	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3
ST_1	0.94306	-0.89948	-0.24557
ST_2	0.37752	1.64451	-0.21378
ST_3	-0.70063	-0.40717	1.72927
ST_4	-0.16828	0.07154	-0.57500
ST_5	-1.87757	-0.05630	0.09852
ST_6	-0.43104	-0.28464	-1.74765
ST_7	1.01136	-1.30487	0.31314
ST_8	0.84558	1.23642	0.64107

Tableau 3 : Coordonnées des différentes stations effectuées à la baie d'Alger (Sablette) sur les trois axes

Stations	Facteur1	Facteur2	Facteur3
ST_1	-0.83022	-1.31856	0.59489
ST_2	-0.16479	0.02011	-1.76768
ST_4	-0.39727	0.14119	0.27914
ST_5	-0.34225	1.46504	0.59543
ST_6	1.73454	-0.30779	0.29822

Résumé :

Cette étude concerne trois sites de la côte algérienne, la baie de Bou-Ismaïl, le port d'Alger et les Sablette dans la baie d'Alger, elle soulève une analyse descriptive des peuplement de la macrofaune benthique de substrat meuble de ces trois sites, les conditions de milieu et aussi un certain nombre d'analyse de la structure des peuplements à partir de méthodes classiques et de méthodes récentes relativement peu utilisées en benthologie.

L'analyse descriptive et la mise en œuvre de technique d'analyse d'ordination classique et récente ont aidé à la connaissance de ces types de milieu perturbé. La charge polluante, l'oxygène dissous, la profondeur, la température et dans une moindre mesure la salinité sont les paramètres environnementaux qui interviennent dans l'organisation structurale des peuplements. L'identification de la macrofaune benthique des substrats meubles de ces trois sites a mis en évidence 158 espèces répartie en 44 espèces dans la baie de Bou-Ismaïl, 86 espèces au niveau du port d'Alger et 17 espèces dans la région des Sablette. L'étude de la richesse (dominance, densité, fréquence ...) des peuplements sa structure (indice de Shannon et indice d'équitabilité et Diagramme Rang-Fréquence), les analyses multivariées (analyse des composantes principale) et on a opté à la méthode de classification (classification Hiérarchique ascendante), à partir de ces résultats nous avons classé nos sites d'études en différentes zones vis-à-vis de l'état de santé de ces sites.

Cette étude est menée dans le but de connaître l'état de santé de ces sites afin de les intégrer au projet national de réhabilitation des espaces marins de la région algéroise.

ملخص:

هذه الدراسة تتعلق بثلاثة مواقع في الساحل الجزائري، بو إسماعيل، ميناء الجزائر العاصمة و Sablette في خليج الجزائر العاصمة، التحليل الوصفي للسكان الحيوانات الكبيرة القاعية من المواقع الثلاثة والظروف البيئية وأيضاً عدد من تحاليل اذي يعتمد على الطرق التقليدية وأساليب حديثة نسبياً تستخدم في علم الحيوانات القاعية.

ساعد التحليل الوصفي وتنفيذ تقنية تحليل التنسيق ومؤخراً معرفة هذه الأنواع من البيئة. التلوث، الأوكسجين، وعمق، ودرجة الحرارة، وإلى حد أقل المعايير البيئية التي تشارك في التنظيم الهيكلي للحيوانات.

تحديد ركائز الحيوانات الكبيرة القاعية لينة من هذه المواقع الثلاثة كشفت عن 158 نوعاً موزعة في 44 الأنواع في خليج بو إسماعيل، 86 نوعاً في ميناء الجزائر العاصمة و 17 نوعاً في المنطقة Sablette.

دراسة الثروة (الهيمنة، والكثافة، والتردد ...)، هيكل (مؤشر والإنصاف مؤشر شانون ورتبة التردد الرسم البياني)، والتحليل متعدد المتغيرات (تحليل المكون الرئيسي) واختار طريقة تصنيف (تصاعدي تصنيف هرمي)، استناداً إلى هذه النتائج، قد صنفت مواقع دراستنا في مختلف المناطق وجها لوجه للحالة الصحية لتلك المواقع.

وأجريت هذه الدراسة لمعرفة الحالة الصحية لهذه المواقع لدمج مشروع إعادة تأهيل وطني من المساحات البحرية في المنطقة الجزائر العاصمة.

Abstract:

This study relates to three sites of the Algerian coast, the bay of Bou-Ismaïl, the wearing of Algiers and Sablette in bay of Algiers, it raises a descriptive analysis of the settlement of the benthic macrofauna of movable substrate of these three sites, the conditions of medium and also a certain number of analysis of the structure of the settlements starting from traditional methods and of recent methods relatively little used in benthology. The descriptive analysis and the implementation of technique of analysis of traditional and recent ordination helped with the knowledge of these types of disturbed medium. The polluting load, dissolved oxygen, the depth, the temperature and to a lesser extent salinity are the environmental parameters which intervene in the structural organization of the settlements.

The identification of the benthic macrofauna of the movable substrates of these three sites highlighted 158 species divided into 44 species in bay of Bou-Ismaïl, 86 species on the level of the wearing of Algiers and 17 species in the area of Sablette.

The study of the richness (predominance, density, frequency...) settlements its structure (index of Shannon and index of equitability and Diagram Row-Frequency), the multivariate analysis (analysis components principal) and one chose with the method of classification (ascending Hierarchies classification), starting from these results we classified our sites of studies in various zones with respect to the health condition of these sites.

This study is undertaken with an aim of knowing the health condition of these sites in order to integrate them into the national project of rehabilitation of marine spaces of the of Algiers area.