

Diversité et écologie des Annélides Polychètes du littoral atlantique de la région d'El Jadida (Maroc)

Jamila SIF¹, Abdelali ROUHI¹, Patrick GILLET² & Mohamed MONCEF¹

1. Université Chouïab Doukkali, Faculté des Sciences, Laboratoire de Biologie, El Jadida Maroc.
e-mail auteur correspondant : sijfamila@yahoo.fr
2. Institut de Biologie et d'Ecologie Appliquée, Equipe de recherche Mer, Molécules, Santé EA 2160
UCO 44 rue Rabelais 49008 Angers, France

Résumé. Le Maroc possède un vaste territoire maritime d'environ 3500 km: les côtes méditerranéennes s'étendent sur 512 km, celles de la façade atlantique 2934 km. Cependant, les zones littorales constituent des espaces de plus en plus menacés par la pression démographique, industrielle et touristique. Dans le but d'évaluer l'état de santé de la faune du littoral de la région d'El Jadida, nous avons choisi quatre sites constituant un ensemble de dix stations : Haouzia (stations H1 et H2), El Jadida (stations S1, S2, S3 et S4), Jorf-Lasfar (J1, J2 et J3) et Moulay Abdellah (Sma) retenue comme station de référence. Les prélèvements des échantillons d'eau, de sédiment et de Polychètes ont été effectués de mai 2001 à mai 2002. Un total de 39 espèces appartenant à 21 familles a été recensé. Les ordres les plus représentés sont Phyllodocida (36 %), Eunicida (26 %), Scolicida (18 %), Spionida (10 %), Sabellida (5 %) et Terebellida (5 %). Les familles Nereididae et Eunicidae représentent 15 %, suivies par Spionidae (10 %), Polynoidae (8 %), Capitellidae (5 %), Lumbriconereidae (5 %), Maldanidae (5 %). Le regroupement des stations (dendrogramme inter-stations) est comparable à celui des paramètres physiques et chimiques : les caractéristiques de l'eau et la nature des sédiments sont des facteurs déterminants dans la distribution spatiale des espèces. La station S1 est caractérisée par des espèces tolérantes à la pollution organique comme *N. diversicolor*, *C. tentaculata*, *C. capitata* et *D. marocensis*. La situation montre que les stations qui se ressemblent de point de vue de la composition faunistique présentent les mêmes conditions écologiques.

Mots-clés : Annélides Polychètes, benthos, El Jadida.

The Annelida Polychaeta of Atlantic littoral of El Jadida city, Morocco.

Abstract. Morocco has a long marine territory of about 3500 km: the Mediterranean coast extends for 512 km and the Atlantic coastline is 2934 km long. However, the coastal environments are increasingly threatened by population, industrial and touristic pressure. In order to assess the health of coastal wildlife of the region of El Jadida, we selected four sites with a set of ten stations: Haouzia (stations H1 and H2), El Jadida (stations S1, S2, S3 and S4), Jorf-Lasfar (J1, J2 and J3) and Moulay Abdellah (SMA) selected as a reference station. Samples collected from water, sediment and Polychaetes were conducted from May 2001 to May 2002. A total of 39 species belonging to 21 families were identified. The represented orders are Phyllodocida (36 %), Eunicida (26 %), Scolicida (18 %), Spionida (10 %), Sabellida (5 %) and Terebellida (5 %). Families Nereididae and Eunicidae represent 15 %, followed by Spionidae (10 %), Polynoidae (8 %), Capitellidae (5 %), Lumbriconereidae (5 %) and Maldanidae (5 %). The grouping of stations (inter-station dendrogram) is comparable to the physical and chemical parameters: the characteristics of water and sediment types are determining factors in the spatial distribution of the species. Station S1 is characterized by species tolerant to organic pollution like *N. diversicolor*, *C. tentaculata*, *C. capitata* and *D. marocensis*. The situation shows that stations that are similar in terms of faunal composition have similar ecological conditions.

Key words: Annelida Polychaeta, benthos, El Jadida.

INTRODUCTION

Les zones côtières sont des espaces complexes soumis à une forte pression démographique et économique. Le Maroc possède un territoire maritime d'environ 3500 km: les côtes méditerranéennes s'étendent sur 512 km, la façade atlantique sur 2934 km. Le littoral marocain abrite 13 régions côtières avec 145 plages dont l'étendue varie de 0,5 à 10 km (Mansour 2003). Cela représente un patrimoine naturel riche et varié qui procure des ressources à la base de diverses activités : ostréiculture, pêche... Mais le littoral marocain est caractérisé par une forte urbanisation qui s'accompagne d'une industrialisation importante, source d'une pollution marine non maîtrisée (Nakhli & Ghazi 2008). L'urbanisation n'a cessé de croître depuis le début du siècle (+4,4 % par an). Elle représentait 19,4 % en 1936,

29 % en 1960 et 42,8 % en 1982 (Mansour 2003). Le littoral concentre les plus importantes agglomérations du pays avec 60 % de la population des grandes villes, 50 % des activités touristiques et 92 % des industries (Hannou 2003). Par exemple la stratégie de développement touristique « Vision 2010 » prévoit l'aménagement de 6 nouvelles stations balnéaires : Ras El Ma (Saïda), Khemis Sahel (marais de Larache), la plage de Haouzia à l'El Jadida, les dunes d'Essaouira, la plage de Taghazout près d'Agadir et la plage Blanche de Goulimine, qui se situent pour la plupart dans des Sites d'intérêt Biologiques et Ecologiques (SIBE) (Nakhli & Ghazi 2008). La province d'El Jadida possède une zone littorale qui présente des formations côtières variées : baies, estuaires, lagunes, plages, sites portuaires et industriels. L'essor économique et les activités touristiques et agricoles ainsi que la croissance

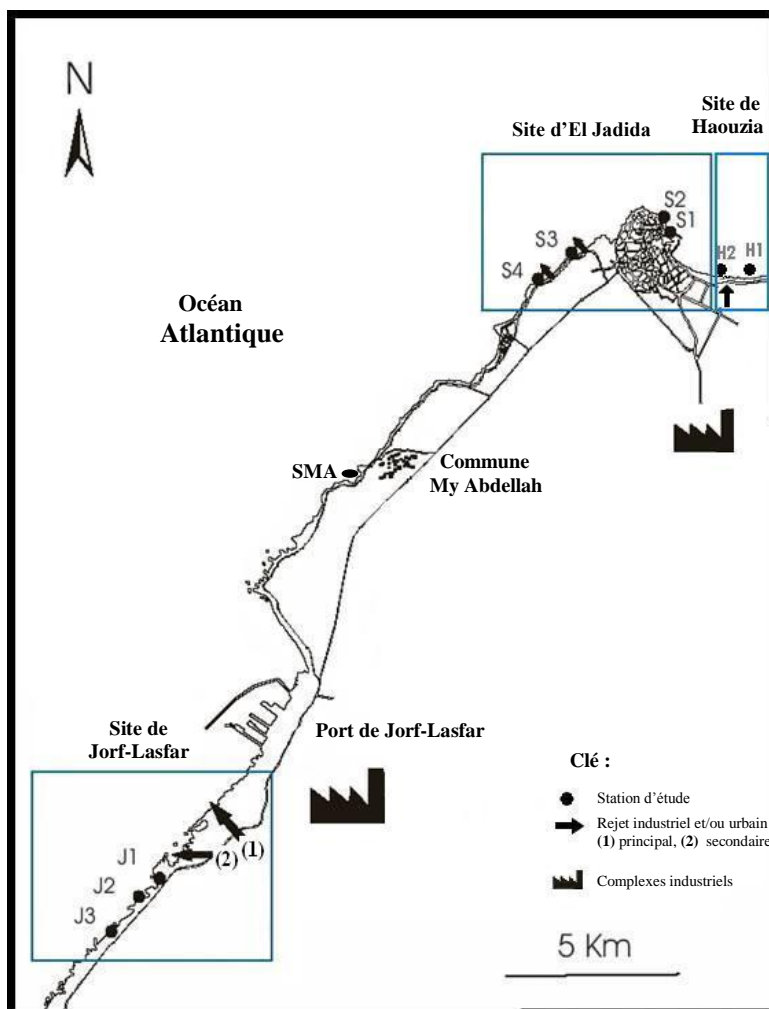


Figure 1. Localisation géographique des sites de Haouzia, El Jadida, Moulay Abdellah et Jorf-Lasfar du littoral Atlantique.

démographique que la région a connue depuis plus d'une décennie menacent la préservation des paysages et des ressources marines en l'absence de mesures de protection.

Les Annélides Polychètes constituent de bons indicateurs biologiques pour évaluer l'état de santé des écosystèmes littoraux (Gillet *et al.* 2003, Aït Alla *et al.* 2006). Les études portant sur les Annélides Polychètes au Maroc, remontent au début du vingtième siècle. A l'origine, elles s'intéressaient essentiellement à l'inventaire des espèces, tels que les travaux de Charrier (1921) dans la région de Tanger ; de Fauvel (1936), Rullier & Amoureux (1969), dans le détroit de Gibraltar (Amoureux 1972, 1976) et dans la région de Sidi Boulbra (Fadlaoui & Retière 1995). D'autres travaux ont été effectués dans les estuaires et les lagunes : la lagune de Témara (Amoureux & Gantès 1972), l'estuaire du Bou Regreg (Cherkaoui *et al.* 2003, Elkaim 1976a,b, 1977, Gillet 1986, 1993), la lagune de Moulay Bouselham (Bazairi 1999), l'Oued Souss (Gillet *et al.* 2003, Ait Alla *et al.* 2006), la Merja Zerga (Bazairi *et al.* 2005) et la lagune de Knifiss (données inédites). Au niveau du littoral d'El Jadida, un certain nombre de travaux ont été consacrés à l'impact de la pollution sur les organismes marins (Essedaoui & Sif 2001, Kaimoussi *et al.* 2001, 2002, Sif *et al.* 2002, 2005). L'étude faite par Ferssiwi (2007) a

permis de quantifier certains métaux traces chez quatre espèces de Polychètes: *Nereis diversicolor* (O. F. Muller, 1776), *Perinereis cultrifera* (Grube, 1840), *Lumbrineris latreilli* (Audouin et Milne Edwards, 1834) et *Cirriformia tentaculata* (Montagu, 1808).

Aucune étude globale portant les Annélides Polychètes de la région d'El Jadida n'avait été effectuée jusqu'à maintenant. Le présent travail réalisé dans le cadre du Programme REMER porte sur la qualité du littoral d'El Jadida. Cette étude a pour objectif d'une part de faire un inventaire des différentes espèces de Polychètes rencontrées, et d'autre part d'établir leur répartition spatiale selon les facteurs écologiques et d'analyser la structure des peuplements.

MATERIEL ET METHODES

Zone d'étude

L'étude a été réalisée sur quatre sites géographiquement distincts, comprenant un total de dix stations : site de Haouzia, site d'El Jadida, Moulay Abdellah, et site de Jorf-Lasfar (Fig. 1).

Site de Haouzia

Situé au niveau de la plage de Haouzia, à environ 3 Km au nord de la ville d'El Jadida, deux stations, H1 et H2, ont été retenues:

Station H1: située à environ 700 à 800 m du rejet mixte industriel/urbain en provenance de la zone industrielle et des quartiers avoisinants de la ville. La station est caractérisée par un substrat rocheux borné dans sa partie supérieure par une bande de plage constitué de sable grossier très riche en débris de coquillage.

Station H2 : située à proximité du rejet. Elle constitue l'une des grandes moulières de la région, qui est surexploitée et possède un substrat rocheux colonisé par des récifs d'hermelles.

Ces deux stations ont fait l'objet d'une prospection initiale mais n'ont pas été retenues pour le suivi ultérieur.

Site d'El Jadida

Le site s'étend sur plusieurs kilomètres (environ 6 km) du littoral entourant la ville d'El Jadida. Nous avons choisis 4 stations d'étude :

Station S1 : située au voisinage du port de pêche de la ville. Le substrat est constitué d'un plateau rocheux couvert d'une couche de sédiment fin, plus ou moins vaseux. Elle reçoit une pollution provenant des activités portuaires et des rejets du quartier du Mellah.

Station S2 : séparée de la station S1 par une grande digue. Le plateau rocheux est délimité de sa partie supérieure par une bande de sable grossier riche en coquillage.

Station S3 : située à environ 4 km du port de la ville sur la route côtière de Sidi Bouzid au voisinage immédiat du rejet urbain de Mouilha. Le substrat est très vaseux et parsemé de pierres fines et grossières.

Station S4 : située à environ 800 m au sud de S3 au niveau du rejet urbain d'Essaâda. Le substrat est peu vaseux et parsemé de blocs de pierres.

Site de Moulay Abdellah

Station Sma : située sur la commune de Moulay Abdellah située à 10 km de S4. Elle est caractérisée par un substrat diversifié : sable, vase, pierres. Cette station est caractérisée par une diversité biologique très importante et est donc considérée comme une station de référence dans plusieurs travaux entrepris par notre équipe de recherche (Ferssiwi *et al.* 2004, 2007, Rouhi *et al.* 2007, 2008) ainsi que dans le présent travail.

Site de Jorf-Lasfar

Situé à environ 24 km au sud de la ville d'El Jadida, il est caractérisé par la présence de plusieurs unités industrielles dont le complexe phosphatier de Maroc

Phosphore, une centrale thermique, et une société de recyclage de ferraille (SONACID). Trois stations d'étude ont été choisies :

Station J1 : située à environ 1 km du rejet principal du complexe phosphatier et à 500 m de son rejet secondaire. La station est caractérisée par un substrat sableux, une large plage de sable fin riche en débris de coquillage avec présence de grands rochers.

Station J2 : se trouve à 500 m au sud de la station J1. Elle est bordée dans sa partie supérieure par une falaise de 3 à 6 mètres de hauteur. Le substrat est sableux mais caillouteux par endroits.

Station J3 : située à environ 2 km au sud de l'émissaire principal. Elle est caractérisée par une large plage de sable. Le substrat est sableux et rocheux.

Caractéristiques physico-chimiques de l'eau et des sédiments

Température, pH et salinité

Dans toutes les stations prospectées et lors de l'échantillonnage, trois paramètres physico-chimiques de l'eau ont été mesurés : la température, le pH et la salinité. Les mesures de la température et le pH ont été effectuées sur le terrain à l'aide d'un thermomètre-pHmètre de terrain (modèle 521-W.T.W) alors que la salinité est mesurée dès notre arrivée au laboratoire à l'aide d'un salinomètre-conductimètre (modèle inolab W.T.W). Les échantillons d'eau ont été stockés dans des bouteilles en plastiques et transportés dans une glacière, jusqu'au laboratoire.

Granulométrie

Après séchage à l'aire libre des échantillons de sédiments issus des différentes stations d'étude, 100 g de sédiment ont été tamisés mécaniquement à sec sur une série de tamis superposés (norme AFNOR, de 63 μm à 2 mm) et soumis à une agitation par une tamiseuse pendant 15 minutes. Les refus des tamis sont récupérés puis pesés et convertis en pourcentage cumulé. Les résultats sont représentés sous forme de courbes cumulées à partir desquelles la médiane a été calculée. Elle correspond au diamètre lu en abscisse relatif à l'ordonnée 50 % des fréquences pondérales cumulées.

Matière organique, carbonates et fraction minérale

L'analyse de la matière organique (MO) contenue dans les sédiments a été effectuée par la méthode de perte au feu. Son principe repose sur la calcination d'une quantité de sédiment préalablement déshydraté (séchage complet dans une étuve à 60 °C), broyée et pesée dans un four à une température de 450 °C pendant 12 heures. La différence de poids de l'échantillon avant et après la calcination correspond à la matière organique totale. Cette méthode est couramment utilisée (Ujević *et al.* 2000, Berthet *et al.* 2003, Poirier *et al.* 2006) et donne une estimation globale

des charges en matière organique qui correspond aux détritiques, aux bactéries, à la méiofaune et au microphytobenthos. Elle est exprimée en pourcentage par l'équation suivante :

$$MO\% = (PS60 - PSAC) \times 100/PS60$$

où

PS60 : Poids sec à 60 °C

PSAC : Poids sec après calcination

Pour l'estimation de la fraction minérale et carbonatée, les creusets sont portés à une température de 900 °C pendant 12 heures. Après refroidissement à sec, le poids résultant correspond à la fraction minérale. Elle est exprimée en pourcentage par le rapport suivant :

$$FM (\%) = (PAC900 / PS60) \times 100$$

où

PAC900 : Poids sec après calcination à 900°C

PS60 : Poids sec à 60 °C

La fraction carbonatée est calculée à l'aide de l'équation suivante :

$$\text{Carbonates (\%)} = 100 - (MO\% + FM \%)$$

Une Analyse en Composante Principale (ACP) a été utilisée comme statistique descriptive afin d'étudier la ressemblance ou la dissemblance de la granulométrie du sédiment entre les différentes stations étudiées.

Etude des Polychètes

Echantillonnage

Les prélèvements de Polychètes ont été effectués mensuellement, à marée basse durant une année (de mai 2001 à mai 2002) pour les dix stations étudiées. Dans chaque station, la collecte des échantillons est effectuée à la main. Des surfaces d'un mètre carré sont préalablement délimitées pour l'étude de l'abondance. Le sédiment de chaque station a été tamisé avec un tamis de 0,5 mm de vide de maille. Une fois prélevés, les spécimens sont lavés à l'eau de mer et mis dans des flacons contenant des algues vertes (des ulves pour humidifier).

Détermination

Les échantillons de vers sont relaxés dans une solution de chlorure de magnésium dilué à 8 % et par la suite sont fixés dans le formol à 8 %. Des observations à la loupe binoculaire des spécimens ont été effectuées pour étudier leurs caractéristiques. Plusieurs ouvrages de détermination ont été utilisés : La faune de France des Polychètes de Fauvel (1923, 1927) et la classification de Fauchald (1977), en tenant compte des modifications systématiques récentes (Fauchald & Rouse 1997, Rouse & Fauchald 1997, Wilson *et al.* 2003).

Traitement des données

Différents indices ont été calculés pour rendre compte de l'importance des espèces, de leur répartition ou de l'affinité qu'elles peuvent avoir avec les autres espèces.

Abondance : nombre d'individus N d'une espèce dans un peuplement.

Densité : nombre d'individus N d'une espèce par m².

Fréquence : rapport (en %) du nombre de stations sur lesquelles l'espèce a été trouvée sur le nombre total de stations.

Fréquence relative : rapport (en %) de la fréquence d'une espèce sur la somme des fréquences de toutes les espèces.

Dominance partielle : rapport (en %) du nombre d'individus d'une espèce sur le nombre d'individus de toutes les espèces.

Richesse spécifique : S représente le nombre d'espèces dans le peuplement.

Indice de diversité de Shannon et Weaver : H prend en compte le nombre d'espèces présentes (n) ainsi que leur abondance respective (pi).

$$H = -\sum_{i=1} pi \log 2 pi$$

Équitabilité : J représente le rapport entre la diversité spécifique mesurée à l'aide de l'Indice de Shannon et Weaver (H) et la diversité maximale Log₂ S.

$$E = \frac{H}{\log 2S}$$

L'indice de Shannon-Weaver et l'équitabilité ont été calculés à l'aide du logiciel Past (PAlaeontological SStatistics) (Hammer *et al.* 2001).

L'affinité cœnotique : représente le degré d'affinité entre les différentes espèces dans la zone d'étude ainsi que le degré de similitude des stations qui les abritent. La matrice de corrélation est établie à l'aide du coefficient de Jaccard :

$$J_A = \frac{N_{a,b}}{N_a + N_b - N_{a,b}}$$

N_a : nombre de prélèvements où l'espèce "A" est présente.

N_b : nombre de prélèvements où l'espèce "B" est présente.

$N_{a,b}$: nombre de prélèvements où les espèces "A" et "B" sont présentes.

Les dendrogrammes sont construits à l'aide de l'algorithme de Lance et Williams (1967):

$$dh, ij = 0,625 dh_i + 0,625 dh_j$$

dh, ij : affinité entre l'espèce (ou station) "h" et le doublet d'espèces (ou des stations) "i" et "j".

dhi : affinité entre l'espèce (ou station) "h" et l'espèce (ou station) "i".

dhj : affinité entre l'espèce (ou station) "h" et l'espèce (ou station) "j".

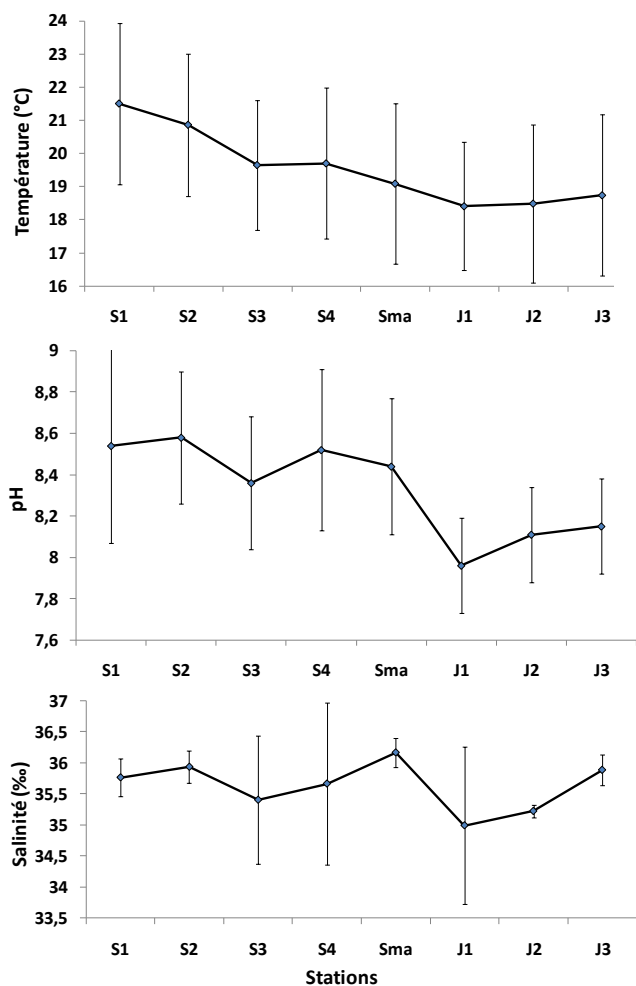


Figure 2. Variations de la température, du pH et de la salinité de l'eau des stations du littoral d'El Jadida.

RESULTATS

Caractéristiques physico-chimiques de l'eau et des sédiments

Température, pH et salinité

La mesure de la température (Fig. 2) permet de constater que cette dernière présente une variation selon les stations. Les valeurs les plus importantes ont été enregistrées dans les stations du site d'El Jadida. Elle varie en été entre 20°C en S4 et 26°C en S1. En outre, les valeurs les plus faibles ont été enregistrées dans les stations du site de Jorf-Lasfar où la température varie entre 18 et 23°C.

Comme le montre la figure 2, le pH varie selon les stations. Les stations du site du Jorf-Lasfar présentent les valeurs les plus faibles au cours de la période d'étude. Il varie entre 8 en J1 et 8,6 en J3. Le pH tend vers la valeur normale de l'eau de mer lorsqu'on s'éloigne du rejet du complexe phosphatier. Les autres stations ont des valeurs restent proches des valeurs habituellement observées.

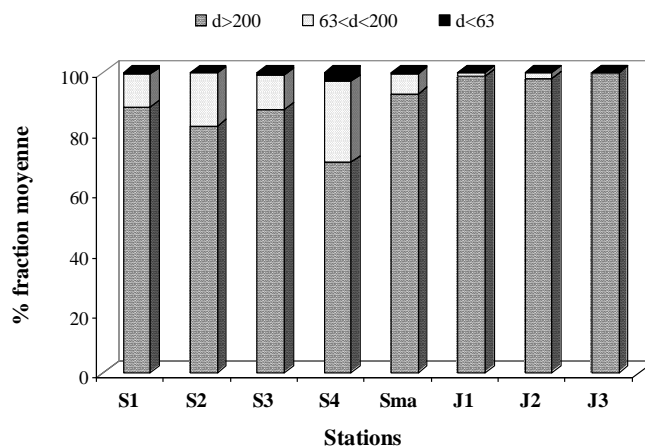


Figure 3. Granulométrie des sédiments superficiels au niveau des stations du littoral d'El Jadida.

Les mesures de la salinité de l'eau des stations étudiées sont proches de la salinité moyenne des eaux marines voisine de 35.

Granulométrie

Les analyses granulométriques (Fig. 3) montrent une prédominance de la fraction grossière (> 200 µm) pour toutes les stations. Les valeurs varient entre 70 % et 99,8 % respectivement pour S4 et J3. La fraction fine (< 63µm) présente les valeurs les plus faibles. Elle oscille entre 0,2 % en J3 et 3,1 % en S4. La fraction intermédiaire (63 µm < d < 200 µm) varie selon les sites. Les valeurs les plus faibles ont été enregistrées au niveau des stations du site de Jorf-Lasfar entre 0,2 % et 1,9 % respectivement pour J3 et J2. A l'inverse, les valeurs les plus élevées ont été observées au niveau des stations d'El Jadida avec 26,9 % en S4. La station de référence Sma présente une fraction fine intermédiaire entre les valeurs observées à El Jadida et Jorf Lasfar avec 6,6 %.

Les résultats présentés dans la Figure 4 sont les résultats d'une Analyse en Composante Principale (ACP) comportant huit variables (stations) et cinq modalités (fractions granulométriques). Les deux premiers axes présentent respectivement 51 % et 22 % de l'information, soit un total de 73 % de la variabilité totale. L'axe factoriel F₁ permet de distinguer deux groupes de stations, le premier est constitué des trois stations S2, S3 et S4 (axe Y⁺) du site d'El Jadida. Ces dernières sont caractérisées par la fraction granulométrique dont le diamètre se situe entre 200 µm et 500 µm. Le deuxième groupe comprend les stations J1, J2 et J3 du site de Jorf-Lasfar ainsi que la station S1 (axe Y⁻) où le diamètre granulométrique moyen est entre 500 µm et 1000 µm. La station de référence du site de Moulay Abdellah (Sma) est intermédiaire entre les deux groupes de stations (Tab. I).

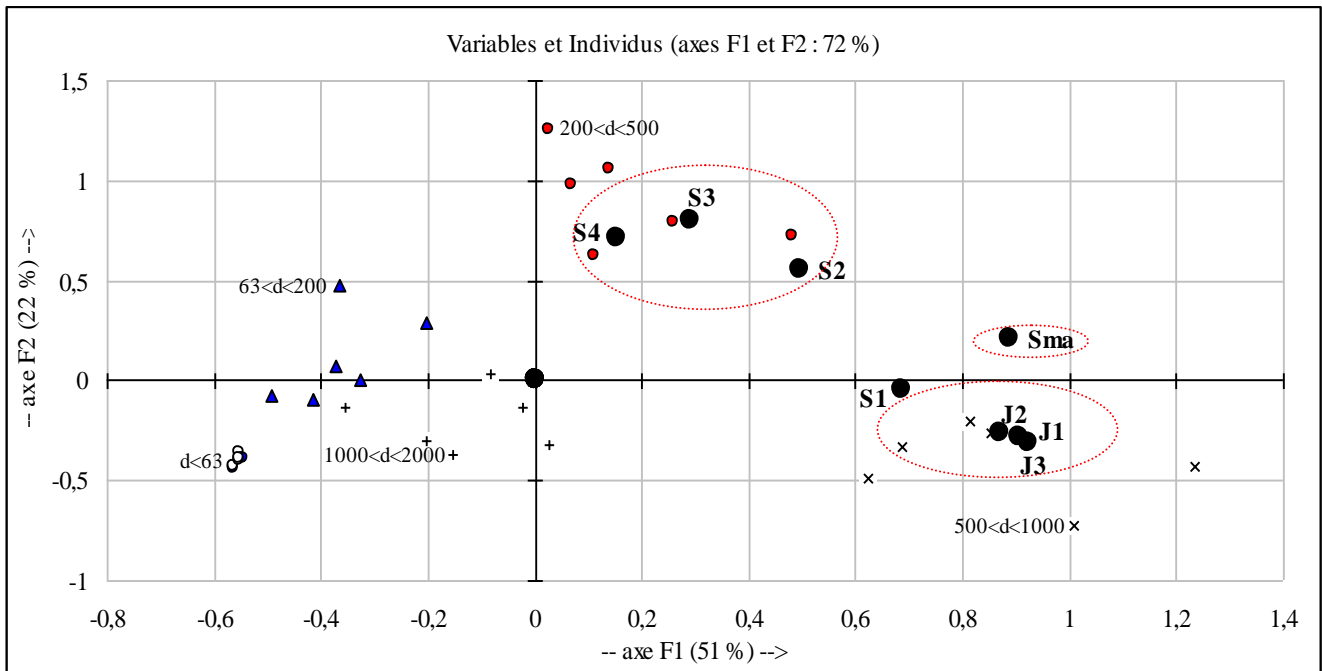


Figure 4. Analyse en Composante Principale (ACP) des fractions granulométriques en fonction des stations du littoral d'El Jadida.

Tableau I. Taux de participation de chaque axe factoriel dans l'établissement des plans de projection. Fn représente les axes factoriels de l'ACP.

Fn	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆	F ₇	F ₈
Valeur propre	4,04	1,75	0,90	0,59	0,45	0,15	0,10	0,02
% variance	50,51	21,86	11,20	7,43	5,63	1,89	1,23	0,25
% cumulé	50,51	72,38	83,58	91,01	96,63	98,52	99,75	100

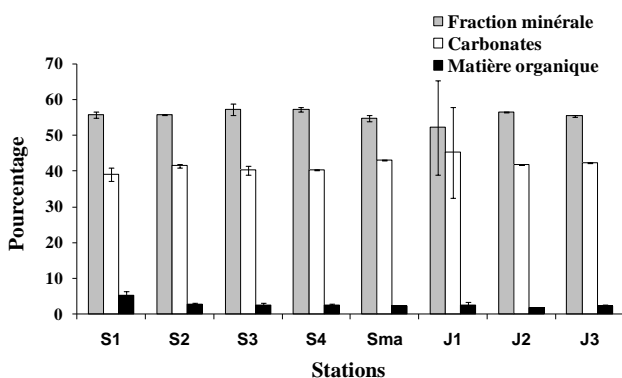


Figure 5. Pourcentage (\pm écart-type) en matière organique, carbonates et en fraction minérale des sédiments superficiels des stations du littoral d'El Jadida.

Matière organique, carbonates et fraction minérale

La valeur maximale de la matière organique est enregistrée au niveau de la station S1 avec une moyenne de

$5,2 \pm 1,1$ % (Fig. 5). La valeur minimale est observée en J2 avec une moyenne de $1,8 \pm 0,1$ %. Pour les stations S2, S3, S4, J1, J3 et la station Sma de référence, les valeurs sont comprises entre 2,3 et 2,6 %.

Les teneurs en carbonates des sédiments exprimées en pourcentage varient de $39,1 \pm 1,8$ à $41,5 \pm 0,5$ % au niveau du site d'El Jadida (respectivement en S1 et S2) et de $41,7 \pm 0,1$ à $45,2 \pm 12,6$ % au niveau du site de Jorf-Lasfar respectivement en J2 et J1. Les teneurs en carbonates relevées en J3 sont comparables à celles de la station de référence Sma.

La fraction minérale varie de $52,7 \pm 0,8$ % en S1 à $57,2$ % en S3 et S4 pour les stations d'El Jadida. Ce pourcentage varie de $52,2 \pm 13,3$ % en J1 et $56,5 \pm 0,5$ % en J2 pour le site de Jorf-Lasfar. La fraction minérale de la station de référence Sma est voisine des stations S1 et S2.

D'une façon générale, les stations des différents sites montrent une composition en matière organique, carbonates et fraction minérale du sédiment comparable.

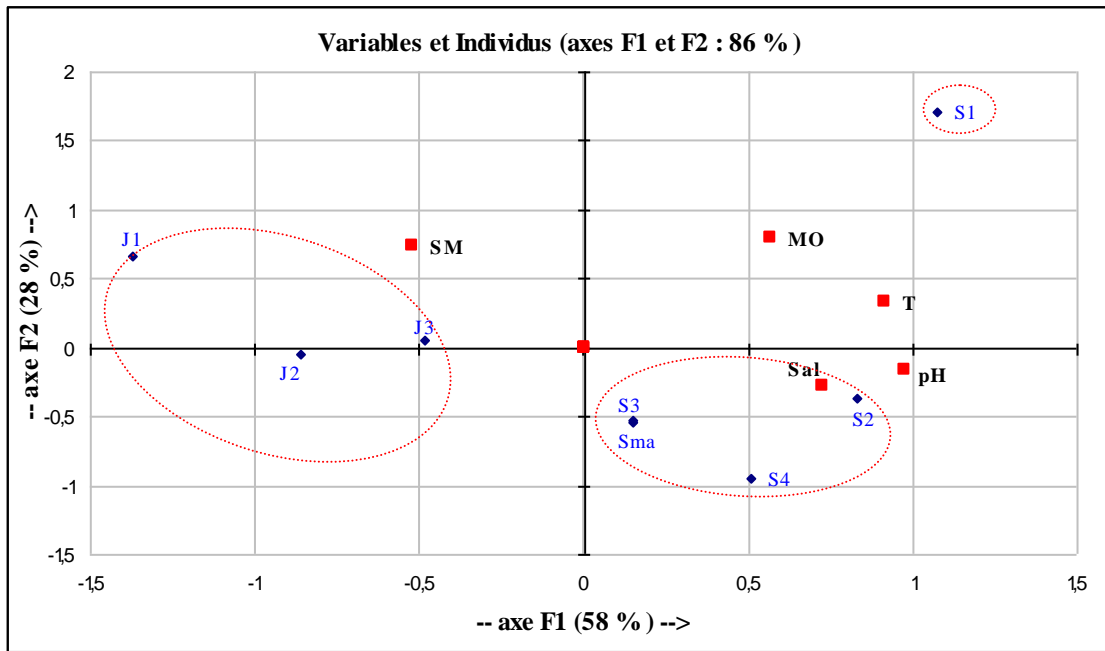


Figure 6. Analyse en Composante Principale (ACP) des stations en fonction des caractéristiques physicochimiques de l'eau et du sédiment. (MO : matière organique ; T : température ; pH : acidité de l'eau ; Sal : salinité de l'eau ; SM : médiane du sédiment).

Tableau II. Taux de participation de chaque axe factoriel dans l'établissement des plans de projection. Fn représente les axes factoriels de l'ACP.

Fn	F1	F2	F3	F4	F5
Valeur propre	2,91	1,39	0,61	0,07	0,03
% variance	58,21	27,78	12,10	1,40	0,50
% cumulé	58,21	86,00	98,10	99,50	100

La figure 6 est une représentation de l'ACP des stations étudiées en fonction des paramètres physico-chimiques de l'eau et du sédiment. L'axe factoriel F1 peut être considéré comme un axe géographique (Tab. II) qui constitue 58 % de l'information. On peut distinguer trois groupes : le premier est constitué des stations du site Jorf-Lasfar (J1, J2 et J3) dont la médiane granulométrique est proche. Le deuxième axe factoriel F2 est formé par les stations S2, S3, S4 du site d'El Jadida et de la station Sma du site de Moulay Abdellah. Ces stations ont presque les mêmes conditions physico-chimiques. La station S1 constitue à elle seule un groupe à part dont le taux de la matière organique reste le facteur qui la distingue des autres stations. La température par contre reste un facteur intermédiaire entre la station S1 et le groupe qui précède. Les regroupements sont semblables à ceux du dendrogramme inter-stations (cf. Fig. 8). Cette situation montre que les stations qui se ressemblent de point de vue de la composition faunistique présentent les mêmes conditions écologiques.

Etude des Annélides Polychètes

Les Polychètes récoltés sur le littoral d'El Jadida comprennent 6 ordres : Phyllodocida (36 %), Eunicida (26 %), Scolecida (18 %), Spionida (10 %), et Sabellida et Terebellida (5 %) (Fig. 7A).

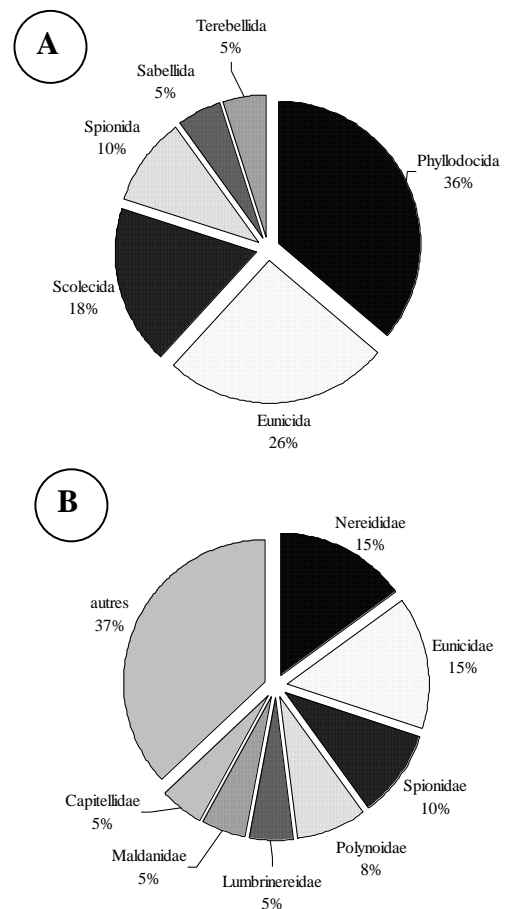


Figure 7. Pourcentage des ordres (A) et familles (B) des Annélides Polychètes du littoral d'El Jadida.

Tableau III. Distribution des différentes espèces de Polychètes selon les stations du littoral d'El Jadida.

Espèces/Stations	H1	H2	S1	S2	S3	S4	Sma	J1	J2	J3
<i>Allmaniella</i> sp.			+							
<i>Arabella iricolor</i>	+	+		+	+	+	+	+	+	+
<i>Arenicola grubii</i>					+	+	+	+	+	+
<i>Capitella capitata</i>			+		+	+	+			
<i>Cirriiformia tentaculata</i>			+	+	+	+	+	+		
<i>Euclymène lumbricoides</i>						+	+			
<i>Diopatra marocanses</i>			+				+			
<i>Eulalia viridis</i>	+	+		+	+	+	+	+	+	+
<i>Eunice pennata</i>							+			
<i>Eunice torquata</i>							+			
<i>Eunice vittata</i>							+			
<i>Glycera convoluta</i>					+	+	+	+	+	+
<i>Nereis diversicolor</i>			+	+						
<i>Jasmineira elegans</i>			+							
<i>Lipidonotus clava</i>						+	+			
<i>Lipidonotus squamatus</i>						+	+			
<i>Lumbrineris impatiens</i>							+	+	+	+
<i>Lumbrineris latreilli</i>	+	+		+	+	+	+	+	+	+
<i>Lysidice ninetta</i>							+			
<i>Marphysa sanguinea</i>	+	+	+	+						
<i>Naineris laevigata</i>							+			
<i>Nematonereis</i> sp.							+			
<i>Nephtys cirrosa</i>								+		
<i>Neanthes caudata</i>			+							
<i>Nereis irrorata</i>			+							
<i>Nerine cirratulis</i>			+							
<i>Notomastus exsertilis</i>				+	+	+	+			
<i>Paraonis</i> sp.	+	+		+	+	+	+	+	+	+
<i>Perinereis cultrifera</i>				+	+	+	+	+	+	+
<i>Perinereis marionii</i>								+		
<i>Perinereis oliverae</i>								+		
<i>Petaloproctus terricola</i>								+		
<i>Pholoë synophthalmica</i>			+							
<i>Polydora antennata</i>			+							
<i>Polydora ciliata</i>			+							
<i>Sabellaria alveolata</i>	+	+					+	+	+	+
<i>Scolelepis ciliata</i>			+							
<i>Sthenelais boa</i>							+	+	+	+
<i>Terebella lapidaria</i>								+	+	+

Les familles les plus représentées sont les familles Nereididae et Eunicidae avec un pourcentage de 15 %. La famille Spionidae arrive en troisième place avec 10 % suivie par la famille Polynoidae avec 8 %. Les familles Lumbrinereidae, Capitellidae et Maldanidae représentent 5 %. Les autres familles représentent 37 % (Fig. 7B).

Les prélèvements ont permis la collecte de 3300 individus repartis en 39 espèces (Tab. III). L'abondance de *N. diversicolor* est de 1225 individus (37,1 %), *P. cultrifera* 717 individus (21,7 %), *L. impatiens* 570 individus (17,3 %), *C. tentaculata* 347 individus (10,5 %) et *A. grubii* 215 individus (6,5 %). L'abondance totale est de 872 individus pour la station S1, 757 individus pour la station S2 et 619 individus pour la station de référence Sma. La station de référence Sma est la plus riche avec 8 espèces, suivie par la station J1 avec 6 espèces et la station J2 avec 5 espèces. Globalement, la richesse spécifique (S) est faible. La

diversité spécifique estimée par l'Indice de Shannon et Weaver (H) varie entre 0,03 pour la station S1 et 2,72 pour la station de référence Sma. L'équitabilité (J) varie de 0,03 pour la station S1 et 0,91 pour la station de référence Sma (Tab. IV). La station S1 se trouve abritée par la digue portuaire qui favorise la sédimentation de la matière organique facilitant l'installation d'espèces tolérantes à cette pollution organique. C'est le cas de *N. diversicolor*, *C. tentaculata*, *C. capitata* et *D. marocensis*. La pollution observée au niveau de cette station provient essentiellement des eaux usées de la ville et du port. Glémarec & Hily (1981) ont justement étudié les perturbations apportées à la macrofaune côtière par les effluents urbains et portuaires.

Affinité cœnotique

L'affinité cœnotique définie par le coefficient de Jaccard et qui tend à montrer le degré de similitude entre les

Tableau IV. Abondance, richesse et diversité spécifique des espèces des stations du littoral d’El Jadida.

Stations	S1	S2	S3	S4	SMA	J1	J2	J3	Total	%
<i>N. diversicolor</i>	869	356	0	0	0	0	0	0	1225	37,1
<i>P. cultrifera</i>	0	279	219	79	119	5	16	0	717	21,7
<i>C. tentaculata</i>	3	110	17	128	89	0	0	0	347	10,5
<i>L. impatiens</i>	0	0	0	0	113	126	110	221	570	17,3
<i>L. latreilli</i>	0	0	2	7	71	0	0	0	80	2,4
<i>A. grubii</i>	0	12	0	13	143	46	1	0	215	6,5
<i>E. viridis</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0,1
<i>T. lapidaria</i>	0	0	0	0	0	18	0	21	39	1,2
<i>S. boa</i>	0	0	0	0	0	4	3	0	7	0,2
<i>N. cirratulis</i>	0	0	0	0	0	2	0	8	10	0,3
<i>G. convoluta</i>	0	0	0	0	18	0	1	3	22	0,7
<i>N. laevigata</i>	0	0	0	0	48	0	0	0	48	1,5
<i>N. exsertilis</i>	0	0	0	0	18	0	0	0	18	0,5
Abondance	872	757	240	227	619	201	131	253	3300	100
H	0,3	1,56	0,50	1,40	2,72	1,53	0,83	0,70		
Dmax	1,00	2,00	2,00	2,00	3,00	2,58	1,58	2,00		
J	0,03	0,78	0,25	0,70	0,91	0,59	0,52	0,35		

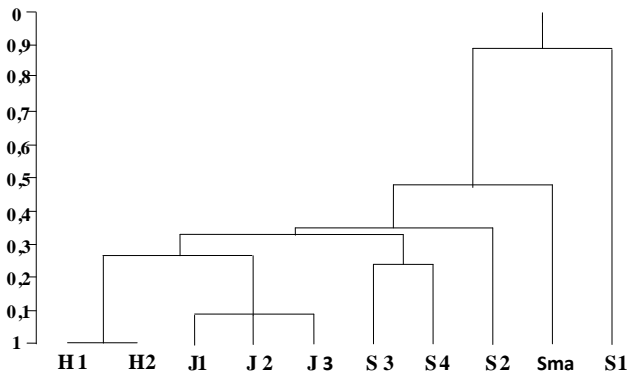


Figure 8. Dendrogramme inter-stations du littoral d’El Jadida.

différentes stations du point de vue faunistique a été représentée par un dendrogramme (Fig. 8). Cette représentation permet de distinguer trois groupes de stations et trois stations isolées S1, S2 et Sma. Le premier groupe est constitué par les deux stations H1 et H2 du site de Haouzia. L’affinité entre H1 et H2 est de 1, ce chiffre s’explique par le fait que toutes les espèces sont communes aux deux stations (Tab. III). Le deuxième groupe est constitué par les stations J1, J2 et J3 du site de Jorf Lasfar. L’affinité entre les stations J1, J2 et J3 est de 0,91. Le troisième groupe est formé par les stations S3 et S4 du site d’El Jadida. Ces dernières ont une affinité de 0,77. Les autres stations S1, S2 et Sma ne constituent pas un groupe mais sont reliées aux groupes précédents avec une affinité de 0,67 pour S2, une affinité de 0,52 pour Sma et une affinité de 0,11 pour S1.

Le dendrogramme représenté dans la figure 9 fait apparaître quatre groupes d’espèces. Le premier groupe est

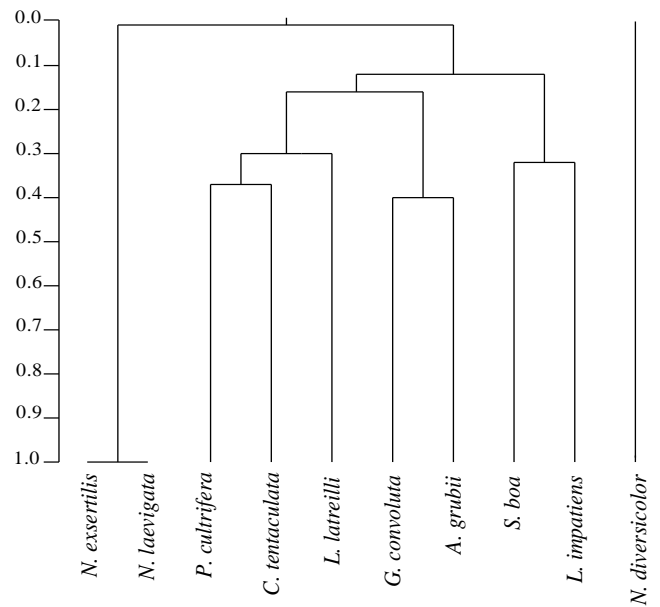


Figure 9. Dendrogramme inter-espèces du littoral d’El Jadida.

constitué par les deux espèces *Naineris laevigata* et *Notomastus exsertilis* qui présentent une affinité de 1. Le deuxième groupe est formé par les espèces *Perineris cultrifera*, *Cirriiformia tentaculata* et *Lumbrineris latreilli*. Les deux premières espèces ont une affinité de 0,37, alors que la troisième a une affinité de 0,25 avec le couple précédent. Le troisième groupe comprend *Glycera convoluta* et *Arenicola grubii* qui ont une affinité de 0,40. Ce groupe présente une affinité de 0,16 avec le groupe précédent. Le quatrième groupe est constitué de *Sthenelais boa* et *Lumbrineris impatiens* qui ont une affinité de 0,33.

L'espèce *Nereis diversicolor* n'a aucune affinité avec les autres espèces ou groupes d'espèces.

DISCUSSION

La température de l'eau est en relation directe avec la température atmosphérique. En effet, les valeurs les plus faibles sont enregistrées en hiver et en automne et les plus élevées au printemps et en été. Cependant, les valeurs modérées dans les stations de Jorf-Lasfar en période chaude peuvent être expliquées par le phénomène d'upwelling et les courants marins qui approvisionnent la région par des masses d'eau froides (Agoumi & Orbi 1992).

Les faibles valeurs de pH enregistrées sur le site de Jorf-Lasfar s'expliquent par la nature des rejets émanant du complexe industriel évacués en mer et qui sont riches en acide. L'évolution ainsi observée de J1 à J2 illustre cette constatation. Ce résultat a aussi été mis en évidence par d'autres auteurs qui ont étudié cette zone (Kaimoussi *et al.* 2001, Sif *et al.* 2002, Ferssiwi 2007).

Une très faible variation de la salinité des eaux superficielles a été observée au niveau des stations étudiées. Les valeurs moyennes annuelles varient entre 33,99 dans J1 et 36,16 dans Sma. Les faibles valeurs de salinité ont été notées au niveau de la station J1 qui est à proximité du rejet principal du complexe phosphatier.

L'analyse granulométrique du sédiment des huit stations reflète des différences dans les conditions hydrodynamiques et les apports terrigènes. En effet, les stations du site Jorf-Lasfar sont caractérisées par des courants assez forts qui ne favorisent ni la sédimentation ni l'installation d'une faune, ce qui devrait être, en partie, à l'origine des apports de la matière organique. La fraction grossière ($d > 200 \mu\text{m}$) du sédiment qui dépasse 98 % justifie cette analyse. Au contraire, les stations du site d'El Jadida se situent dans des zones plus ou moins abritées dotées d'obstacles qui amortissent l'effet des vagues et favorisent en partie les conditions de sédimentation des fractions fines.

Les teneurs élevées en matière organique dans la station S1 en comparaison avec celles de Jorf-Lasfar peuvent être expliquées par les facteurs hydrodynamiques. Le taux de la matière organique dans les stations d'El Jadida peut être comparé à d'autres sites marocains. Il varie entre 0,25 et 5,36 % au niveau de l'embouchure de Oum Er Rabia (Kaimoussi 1996, Zourarah 2002) et entre 3,5 % et 9,40 % dans la lagune de Sidi Moussa (Maanan 2006). Dans la région de Sidi Boulbra, le taux de matière organique est compris entre 4,53 et 6,51 % (Fadlaoui & Retière 1995). Dans l'estuaire de Oued Souss, le taux de la matière organique est de $5,33 \pm 0,53$ en 2002 (Ait Alla *et al.* 2006). Concernant les éléments traces métalliques, la station S1 présente les teneurs les plus élevées en cadmium et en zinc, les stations du site de Jorf Lasfar ont des teneurs importantes alors que la station de référence Sma présente les teneurs les plus basses (Sif *et al.* 2002, Rouhi *et al.* 2007).

La plupart des espèces rencontrées sont communes sur la côte atlantique du Maroc. *Diopatra marocensis* fut décrite pour la première fois sur les côtes marocaines par Paxton *et al.* (1995). Depuis, cette espèce a été signalée sur les côtes du Portugal et de l'Espagne. Dans la région de Sidi Boulbra, Fadaloui & Retière (1995) ont mis en évidence un peuplement des sédiments fins plus ou moins envasés à *Diopatra marocensis* qui présente localement une très forte abondance. *Lumbrinereis gracilis* et *Nephtys hombergii* sont également très abondantes.

Dans un travail réalisé sur la côte nord de la Tunisie (Zaabi *et al.* 2009, 2010), 88 espèces appartenant à 29 familles ont été recensées. La famille *Nereididae* représente seulement 4 % et les *Eunicidae* 11 %. Les espèces dominantes dans les eaux peu profondes sont *Protodorvillea kefersteini* et *Malacoceros fuliginosus* alors que dans les eaux profondes se sont les espèces *Aponuphis fauveli* et *Euclymene palermitana* qui sont les plus représentées. Les principaux paramètres influençant la distribution de la macrofaune benthique des côtes sableuses, sablo-vaseuses et vaseuses sont les facteurs hydrodynamiques, la granulométrie, la matière organique et la disponibilité de la nourriture (McLachlan 1983, 1993, Zaabi *et al.* 2009, 2010).

L'urbanisation croissante et le développement des activités industrielles ont conduit ces dernières années à la construction de nombreux ouvrages le long du littoral atlantique conduisant à d'importantes modifications dans la distribution des sédiments et à la dégradation de certaines plages. La position du trait de côte observée à partir de photos aériennes entre 1969 et 1997 montrent une forte évolution des plages de 0,6 à 1,5 m par an (accrétion ou érosion) pouvant parfois atteindre 3 m près des digues et des ports (Idrissi *et al.* 2004). La destruction de dunes au profit de projets immobiliers ou l'exploitation du sable comme matériau de construction fait diminuer la réserve de sédiments nécessaire à l'équilibre des côtes (Paskoff 1996). Selon des études récentes, seulement 5 % des villes dont dotées de station d'épuration (Mansour 2003). La dégradation par la pollution des herbiers qui retiennent la charge solide des courants littoraux contribue également à l'érosion des côtes (Paskoff 1996). Il devient donc urgent de se doter d'une loi de protection du littoral et de créer des Aires Marines Protégées afin de préserver les ressources naturelles du Maroc.

Références

- Agoumi A. & Orbi A. 1992. Evolution météorologique et upwelling le long de la côte atlantique marocaine. *Hydroecology Applies.*, 2, 4, 149-158.
- Ait Alla A., Gillet P., Deutsch B., Bergayou H. & Moukrim A. 2006. Response of *Nereis diversicolor* (Polychaeta, Nereididae) populations to reduced wastewater discharge in the polluted estuary of Oued Souss, Bay of Agadir, Morocco. *Estuarine Coastal and Shelf Sci.*, 70, 633-642.
- Amoureux L. 1972. Annélides Polychètes du Maroc. *Bull. Soc. Sci. Nat. Phys., Maroc.*, 52, 3-4, 47-72.

- Amoureux L. 1976. Une intéressante collection de Néréidiens des côtes marocaines du détroit de Gibraltar (*Nereis marocensis*). *Bull. Mus. Hist. Nat.*, Paris, 35, 370, 337-349.
- Amoureux L. & Gantès H. 1972. Annélides Polychètes du Lagon de Témara. *Bull. Soc. Zool., France.*, 101, 2, 191.
- Bayed A. 1982. *Ecologie descriptive et dynamique des plages de la région de Rabat*. Thèse de 3ème Cycle, Univ. Brest. 371 p.
- Bayed A. 2003. Influence of morphodynamic and hydroclimatic factors on the macrofauna of Moroccan sandy beaches. *Estuarine Coastal and Shelf Sci.*, 58S, 71-82.
- Bayed A., Cherkaoui F. & Glémarec M. 2006. Population dynamics of *Scolelepis squamata* (Annelida: Polychaeta) from a Northwest African beach. *Cah. Biol. Mar.*, 47, 143-155.
- Bazairi H. 1999. *La faune macrobenthique de la lagune de Moulay Bousselham: structures des peuplements et successions spatio-temporelles*. Thèse de doctorat, Univ. Mohammed V, Fac. Sci. Rabat, 170 p.
- Bazairi H., Bayed A., Glémarec M. & Hily C. 2003. Spatial organisation of macrozoobenthic communities in response to environmental factors in a coastal lagoon of the NW African coast (Merja Zerga, Morocco). *Oceanol. Acta.*, 26, 457-471.
- Bazairi H., Bayed A & Hily C. 2005. Structure et bioévaluation de l'état écologique des communautés benthiques d'un écosystème lagunaire de la côte atlantique marocaine. *C. R. Biol.*, 328, 977-990.
- Bellan G. 1964. Contribution à l'étude systématique, bionomique et écologique des Annélides Polychètes de la méditerranée. *Rec. Trav. Station Marine d'Endoume.*, 49, 351 p.
- Berthet B., Mouneyrac C., Amiard J.C., Amiard-Triquet C., Berthelot Y., Le Hen A., Matain O., Rainbow P.S. & Smith B. 2003. Accumulation and soluble binding of Cd, Cu and Zinc in the Polychaete *Hediste diversicolor* from coastal sites with different trace metal bioavailabilities. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 45, 4, 468-478.
- Charrier H. 1921. Note sur les Annélides Polychètes de la région de Tanger. *Bull. Soc. Sci. Nat. Maroc.*, I, 55-57.
- Cherkaoui E., Bayed A. & Hily C. 2003. Organisation spatiale des peuplements macrozoobenthiques subtidiaux d'un estuaire de la côte atlantique marocaine: l'estuaire du Bou Regreg. *Cah. Biol. Mar.*, 44, 4, 339-352.
- Elkaim B. 1976a. Bionomie et écologie des peuplements des substrats meubles d'un estuaire atlantique marocain : l'estuaire du Bou Regreg. I-Unités indicatrices infralittorales. *Vie et Milieu*, 26, 1B, 107-169.
- Elkaim B. 1976b. Bionomie et écologie des peuplements des substrats meubles d'un estuaire atlantique marocain: l'estuaire du Bou Regreg. II-Unités indicatrices peu liées à l'étagement ou médiolittorales. *Vie et Milieu*, 26, 2-B, 199-241.
- Elkaim B. 1977. Bionomie et écologie des peuplements des substrats meubles d'un estuaire atlantique marocain: l'estuaire du Bou Regreg. III-Unités indicatrices supralittorales ou en position supralittorale. *Vie et Milieu*, 27, 1-B, 27-83.
- Essedaoui A. & Sif J. 2001. Bioaccumulation des métaux lourds et induction des métallothionéines au niveau de la glande digestive de *Mytilus galloprovincialis*. *Actes. Inst. Agron. Vet.*, Rabat, 8,1-2, 51-61.
- Fadlaoui S. & Retière C. 1995. Etude bionomique des communautés macrozoobenthiques des fonds subtidiaux de la région de Sidi Boulbra (côte atlantique marocaine) et biogéographie des espèces. *Bull. Inst. Sci.*, Rabat, 19, 119-135.
- Fauchald K. 1977. The polychaetes worms, definitions and keys to orders, families and genera. *Nat. Hist. Mus. Sci. Ser.*, Los Angeles, 28, 127 p.
- Fauchald K. & Rouse G. 1997. Polychaete systematics: past and present. *Zoologica Scripta*, 26, 2, 71-138.
- Fauvel P. 1923. *Polychètes errantes*. Faune de France. Lechevalier, Paris, 488 p.
- Fauvel P. 1927. *Polychètes sédentaires* Faune de France. Lechevalier, Paris, 494 pp.
- Fauvel P. 1936. Contribution à la faune des Annélides Polychètes du Maroc. *Bull. Soc. Sci. Nat. Phys. Maroc.*, XL III, 1-143.
- Ferssiwi A. 2007. *Accumulation du cadmium, cuivre et zinc dans le sédiment et chez quatre espèces d'Annélides Polychètes du littoral d'El Jadida (côte atlantique marocaine) : Implication des protéines type métallothionéines*. Thèse de Doctorat, Univ. Chouaib Doukkali, Fac. Sci. El Jadida, 214 p.
- Ferssiwi A., Sif J., El Hamri H., Rouhi A. & Amiard J.C. 2004. Contamination par le cadmium de l'Annélide Polychète *Hediste diversicolor* dans la région d'El Jadida (Maroc) : implication des protéines type métallothionéines. *J. Rech. Oceanogr.*, 29, 3-4, 59-64.
- Gillet P. 1986. *Contribution à l'étude écologique des Annélides Polychètes de l'estuaire du Bou Regreg (Maroc)*. Thèse de Doctorat, Univ. d'Aix Marseille, 215 p.
- Gillet P. 1993. Structure des peuplements intertidaux d'annélides polychètes de l'estuaire du Bou Regreg (Maroc). *Bull. Ecol.*, 19, 1, 33-42.
- Gillet P., Gorman E., Tallet P., Moukrim A., Mouloud M., Ait Alla A. & Bergayou H. 2003. Impacts des rejets urbains sur les communautés benthiques de l'embouchure de l'oued Souss, baie d'Agadir, Maroc. *J. Rech. Oceanogr.*, 20, 39-44.
- Glémarec M. & Hily C. 1981. Perturbation apportée à la macrofaune benthique de la baie de Concarneau par les effluents urbains et portuaires. *Acta Ecologica.*, 2, 139-150.
- Hammer O., Harper D.A.T. & Ryan P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontol. Electron.*, 4, 1, 9 p.
- Hannou E.K. 2003. Aménagement du territoire et développement du littoral : cas de la partie septentrionale du Maroc. *2nd FIG Conference*, Marrakech, 2-5 Decembre 2003, 1-13.
- Idrissi M., Hourimeche A., Rey V. & Chagdali M. 2004. Impact des installations côtières sur l'évolution du littoral de Mohammedia (Maroc). *VIIèmes Journées Nationales du Génie Civil*, Compiègne, France, 789-796.
- Kaimoussi A., Chafik A., Mouzdahir A. & Bakkas S. 2002. Diagnosis on the state of healthiness, quality of the coast and biological resources 'case of the Moroccan Atlantic coast' (City of El Jadida). *C. R. Biol.*, 325, 253-260.
- Lance G.N. & Williams W.T. 1967. A general theory of classificatory sorting strategies. *Computers J.*, 9, 51-60.
- Mansour M. 2003. Environnements littoraux et développement durable: apport de l'information spatiale. *2nd FIG Conference*, Marrakech, 2-5 Decembre 2003, 1-7.
- McLachlan A. 1983. Sandy beach ecology - a review. In McLachlan A. & Erasmus T. (eds.) - *Proceedings of the first international symposium sandy beaches as ecosystems*, Port Elizabeth, 17-21 January 1983, Amsterdam Junk, pp. 321-380.
- McLachlan A., Jaramillo E., Donn T.E. & Wessels F. 1993. Sandy beach macrofauna communities and their control by the physical environment, a geographical comparison. Special issue. *J. Coast. Res.*, 15, 27-38.
- Nakhli S. & Ghazi A. 2008. Quels outils pour un développement durable des zones côtières marocaines. *Actes du colloque international pluridisciplinaire « Le littoral : subir, dire, agir »*, Lille, France, 16-18 janvier 2008.
- Paskoff R. 1996. Aménagement du littoral et protection de l'environnement en France. In : *L'information géographique*, Armand Colin, 60, 157-166.
- Paxton H., Fadlaoui S. & Lechapt J.P. 1995. *Diopatra marocensis*, a new brooding species of Onuphidae (Polychaeta: Annelida). *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.*, 75, 957-966.
- Poirier L., Berthet B., Amiard J.C., Jeantet A-Y. & Amiard-Triquet C. 2006. A suitable model for the biomonitoring of trace metal bioavailabilities in estuarine sediments: the annelid polychaete *Nereis diversicolor*. *J. Mar. Biol. Assoc., U. K.*, 86, 71-82.

- Rouhi A., Sif J., Gillet P. & Deutch B. 2008. Reproduction and population dynamics of *Perinereis cultrifera* (Polychaeta: Nereididae) of the Atlantic coast, El Jadida, Morocco. *Cah. Biol. Mar.*, 49, 151-160.
- Rouhi A., Sif J., Ferssiwi A. & Chemmaa A. 2007. Bioaccumulation de quelques éléments métalliques par deux espèces d'Annélides Polychètes du littoral de Jorf Lasfar (Région d'El Jadida, Maroc). *Bull. Inst. Sci.*, Rabat, sect. Sci. Vie. 29, 81-87.
- Rouse G.W. & Fauchald K. 1997. Cladistics and Polychaetes. *Zoologica Scripta*, 26, 2, 139-204.
- Rullier F. & Amoureux L. 1969. Nouvelle contribution à l'étude de la faune des Annélides Polychètes du Maroc. *Bull. Soc. Sci. Nat. Phys. Maroc.*, 49, 109-142.
- Sif J., Essadaoui A. & Ferssiwi A. 2002. Concentration du Cu, Zn et Cd au niveau de la glande digestive de *Mytilus galloprovincialis*: rôle des métallothionéines dans la détoxification des métaux lourds. *J. Rech. Oceanogr.*, 27, 3, 284-287.
- Sif J., Ferssiwi A., Talib N., Rouhi A. & Merzouki M. 2005. Etude et suivi des éléments-traces au niveau de la lagune de Oualidia. *Rapp. Sci. Progr. Lagmar, Maroc*, 1, 63-66.
- Ujevic I., Odzak N. & Baric A. 2000. Trace metal accumulation in different grain size fractions of the sediments from a semi-enclosed Bay heavily contaminated by urban and industrial wastewaters. *Water Res.*, 34, 11, 3055-3061.
- Wilson R.S., Hutchings P.A. & Glasby C.J. 2003. *Polychaetes: an interactive identification guide*. Melbourne, CSIRO Publishing, Australia.
- Zaabi S., Gillet P., Afli A. & Boumaiza M. 2009. Biodiversity of polychaetous annelids from the peninsula of Cap Bon, northeast coast of Tunisia. *Zoosymposia*, 2, 587-600.
- Zaabi S., Gillet P., Afli A. & Boumaiza M. 2010. Structure and diversity of polychaetous annelids population along the eastern coast of the Cap Bon Peninsula (north-east coast of Tunisia, western Mediterranean). *Mar. Biodiv. Rec.*, 3, 1-11.
- Zourarah B., Carruesco M., Labraimi P., Rebouillon. & Bekkas S. 2002. Pollution métallique des sédiments fins de l'estuaire de l'Oum Er Rbia: impact des rejets anthropiques. *Afr. Geosci. Rev.*, 9, 2, 143-156.

Manuscrit reçu le 30 mai 2012

Version modifiée acceptée le 30 novembre 2012