

Structure et distribution des Arthropodes de deux plages méditerranéennes : Aouchtane au Maroc et Berkoukech en Tunisie

Faouzia CHARFI-CHEIKHROUHA & Mohamed EL GTARI

*Université de Tunis, Faculté des Sciences, Unité de Recherche de Biologie Animale et Systématique Evolutive
2092 Manar II, Tunisie ; e-mail : f.charfi@fst.rnu.tn / dadihamma@gmail.com*

Résumé. Le site d'Aouchtane, situé au nord-est du Maroc partage la même diversité paysagère que le site de Berkoukech localisé au nord ouest de la Tunisie. Ces deux plages ont été étudiées au printemps et leurs états respectifs ont été évalués par l'analyse de la macrofaune du sol, notamment les Crustacés Péracarides au cours de leur activité spontanée, et ce pendant 48 heures. Les résultats obtenus montrent la présence de trois espèces sympatriques dans chacun des deux sites ; l'Isopode *Tylos europaeus* étant l'espèce commune et la plus abondante, suivi par les Amphipodes Talitridés *Talorchestia deshayesii* et *Orchestia cavimana* à Aouchtane et par *Talitrus saltator* et *Talorchestia brito* à Berkoukech. L'analyse de la distribution spatiale montre que les deux Amphipodes sont plus concentrés près de la ligne de rivage et que les *Tylos*, bien qu'ils soient distribués le long du transect, manifestent une activité près de la ligne de rivage, à l'exception des *Tylos* de grande taille plutôt actifs en haut de plage.

Mots clés : Crustacés semi-terrestres, structure du peuplement, distribution spatiale, plages sableuses méditerranéennes.

Structure and Distribution of Arthropods at two South Mediterranean beaches

Abstract. The Moroccan site of Aouchtane, located at north-east of Morocco shared a similar landscape diversity with the site of Berkoukech located at north-west of Tunisia. These beaches were studied in Spring and their stability was performed on basis of their inhabiting macrofauna, particularly the Peracaridea Crustaceans during their spontaneous activity in 48 hours. Three species were present in each site. The most common species is the Isopod *Tylos* exhibiting the highest abundance followed by the Amphipoda *Talorchestia deshayesii* and *Orchestia cavimana* at Aouchtane and *Talitrus saltator* and *Talorchestia brito* at Berkoukech. The analysis of distribution showed that the two Amphipods were the most seawards species and *Tylos* specimens were distributed along the transect but more actives near the shoreline, except the large *Tylos* exhibiting activity in the high level of the beach.

Key words: Beach crustaceans, community structure, spatial distribution, Mediterranean sandy beaches.

INTRODUCTION

Les plages sableuses sont des écosystèmes très particuliers par leur position entre le milieu franchement marin et le milieu terrestre. Ces écosystèmes sont en perpétuels changements car leurs paramètres physiques (sédiment, hydrodynamique, courant, etc.) et physico-chimiques (humidité, température salinité) changent de façon continue. Dans ces conditions, seules quelques espèces animales sont capables de survivre et de s'adapter à ce milieu changeant (McLachlan 2001). Parmi les groupes zoologiques présents sur les plages sableuses, les Arthropodes sont les plus communs, étant donné leur capacité de développer divers mécanismes comportementaux leur permettant de supporter de telles variations. Ce qui a incité certains auteurs à étudier le comportement de migration et d'orientation de la macrofaune des plages, particulièrement de l'espèce *Talitrus saltator* des côtes de l'Europe (Naylor & Rejeki 1996, Scapini *et al.* 1992, 1997, Williams 1995).

Les investigations récentes se sont plutôt orientées vers la recherche des corrélations entre l'état de stabilité des plages, qui sont des écosystèmes sensibles et fragiles, et les modifications que manifestent certaines espèces considérées comme bioindicatrices de l'état du milieu,

d'une part, et la comparaison entre populations de ces espèces en provenance de différentes localités, d'autre part.

Plusieurs approches ont été entreprises, qui toutes visent une gestion durable de ces écosystèmes, qui sont de plus en plus soumis à de fortes pressions anthropiques. En Tunisie, plusieurs travaux de recherche ont été menés au niveau de la région située au Nord-Ouest de la Tunisie et principalement à la plage de Zouara. Parmi les investigations entreprises sur ce site, citons les travaux relatifs aux caractéristiques géomorphologiques (Oueslati 2002), géographiques (Cassar *et al.* 2002) et biologiques (Charfi-Cheikhrouha 2002). Des travaux ont porté sur la densité, la distribution et la reproduction de deux Talitridés, *Talitrus saltator* et *Talorchestia brito* (Charfi-Cheikhrouha *et al.* 2000), sur l'orientation de *Talitrus saltator* issu des plages soumises à différents degrés de perturbation humaine (El Gtari *et al.* 2000), également sur l'orientation de deux espèces sympatriques, *Talitrus saltator* et *Talorchestia brito*, en mettant l'accent sur les sources de variation de cette orientation, ainsi que sur les adaptations spécifiques (Scapini *et al.* 2002). Un autre domaine d'investigation a été prospecté et concerne l'étude du rythme d'activité locomotrice de la même espèce clé, *Talitrus saltator* (Nasri-Ammar 2002). Ce rythme, commandé par une horloge biologique endogène, est très sensible aux variations de la ligne de rivage. D'autre part, il

a été possible de connaître la diversité spécifique des insectes et des crustacés (Colombini *et al.* 2003) et la diversité génétique des Talitridae (Ketmaier & De Matthaeis 2002). Enfin, il a été possible de procéder à une étude comparative de la biologie et de la dynamique de population, respectivement des deux espèces *Talitrus saltator* et *Talorchestia brito* en provenance des côtes, atlantiques et méditerranéennes (Marques *et al.* 2003, Gonçalves *et al.* (2003)

Les résultats, obtenus à partir des différentes approches, a permis d'estimer l'état de stabilité de la plage de Zouara et ont été exploités pour la mise en œuvre du plan de gestion du site ; celui-ci a tenu compte de sa spécificité écologique (Ben Moussa *et al.* 2002).

Le présent travail a pour objectif l'évaluation de l'état écologique des plages. Pour cela, il se propose d'étudier la structure du peuplement des Arthropodes les plus communs vivant au niveau de deux sites, Aouchtane au Maroc et Berkoukech en Tunisie. L'analyse de l'activité spontanée de surface et la distribution spatiale de ces Arthropodes ont été également approchées.

MATERIEL ET METHODES

Sites d'étude

Le site marocain de Aouchtane fait partie de la péninsule tingitane. Il est situé dans le rif marocain, près de l'oued Aouchtane (35°30'45"N et 05°09'35"O), à une dizaine de kilomètres au Nord-Ouest de l'agglomération de Oued Laou. Il s'agit d'une plage à galets qui occupe le fond d'une petite crique ; cette plage se continue par un pied de falaise surmontée par un versant côtier couvert de végétation naturelle dégradée. Une coupe géomorphologique, effectuée au niveau d'un transect à travers la plage et la partie inférieure du versant côtier, montre la succession suivante (Fig. 1) :

- une plage relativement étendue et épaisse, de largeur moyenne comprise entre 50 et 65 m, où l'on peut distinguer, par mer calme ou peu agitée : 1) une région régulièrement battue par les vagues correspondant à la limite externe du bas de plage, 2) une petite gouttière renfermant de rares algues, des débris de végétaux marins et des coquillages rejetés par les vagues, 3) une partie moyenne qui se distingue, surtout, par sa pente relativement accusée et 4) une partie interne qui correspond au haut de plage proprement dit ;
- une falaise dépourvue de végétation et haute en moyenne d'une dizaine de mètres. Son pied est localement souligné par de gros éboulis qui témoignent de son recul à l'occasion des tempêtes ;
- un versant côtier ayant la même ossature géologique que la falaise (stratum paléozoïque localement couvert par des dépôts argileux à argilo-sableux rougeâtres, hérités sans doute du Quaternaire moyen à supérieur) ; il se distingue par sa pente moins accusée.

Ce site a été retenu car il offre un paysage géomorphologique similaire au site tunisien de Berkoukech (36°58'29"N et 8°50'8"E), qui se caractérise par (Fig. 2) :

- une plage sableuse de largeur variable en fonction de l'état de la mer, calme ou agitée ;
- une zone d'éboulis en provenance des dunes consolidées ;
- une falaise haute de 50 m environ ;

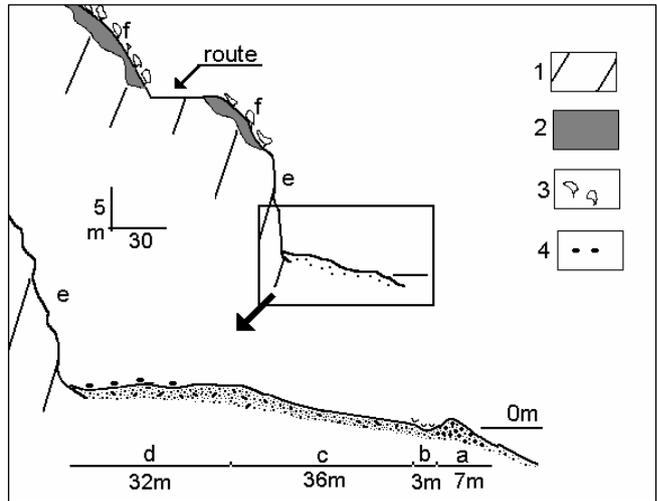


Figure 1 : Transect à travers la plage de Aouchtane et la partie inférieure du versant côtier. 1-substratum paléozoïque ; 2-colluvions et éboulis quaternaires ; 3-végétation naturelle. a-frange externe du bas de plage ; b-bâche ou petite gouttière ; c-bas de plage ; d-haut de plage ; e-falaise ; f-versant côtier couvert (D'après A. Oueslati).

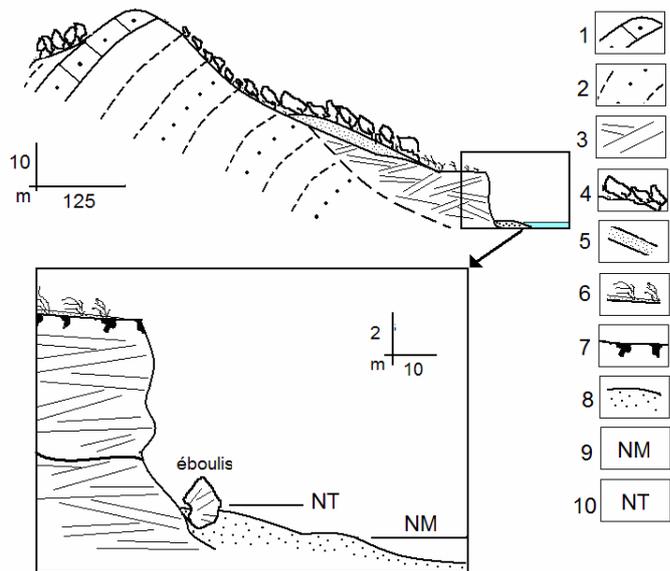


Figure 2 : Transect depuis la plage jusqu'au sommet de la première ligne de crête, passant par la falaise. 1-banc de grès numidien ; 2-argiles à intercalations gréseuses du Numidien ; 3-dunes consolidées (éolianites) du Pléistocène supérieur (deux éolianites superposées) ; 4-forêt ; 5-dunes meubles sous la forêt ; 6-voile éolien mince et instable à végétation dominée par le retam ; 7-cavités de décarbonatation remplies par un sol sablo argileux-rouge ; 8-plage ; 9-niveau de mer calme à peu agitée ; 10-niveau de la mer lors des fortes tempêtes (D'après A. Oueslati).

- une dune consolidée d'éolianites du Pleistocène supérieur couverte d'une végétation souvent couchée et parfois taillée sous l'effet des vents septentrionaux, et dominée par *Quercus coccifera*.

Echantillonnage

Une campagne de terrain a été réalisée au printemps, du 16 au 18 avril 2003 à Berkoukech et du 28 au 30 avril 2004 à Aouchtane. L'échantillonnage a été effectué le long de deux transects disposés perpendiculairement par rapport à la ligne du rivage et distants de 220 m environ. Des pièges, de 10 cm de diamètre et de 20 cm de hauteur, sont enfoncés de telle façon que l'ouverture soit au ras du sol. Ils sont disposés par paires le long de ces deux transects, tous les 8 m à Aouchtane et tous les 5 m à Berkoukech en relation avec la largeur de la plage. Ces pièges, dépourvus de substances attractives, permettent de capturer les animaux, au cours de leur activité spontanée de surface. Le contenu de chaque piège, prélevé toutes les 24 heures à Aouchtane et après 48h à Berkoukech (à cause d'une tempête), est conservé dans l'alcool 70°.

Des échantillons de sédiment sont prélevés dans la couche superficielle au niveau du bas, de la partie moyenne et du haut de plage pour des analyses granulométriques.

Analyse au laboratoire

Au laboratoire, les spécimens de l'arthropodofaune récoltée sont triés, dénombrés et séparés entre Isopodes, Amphipodes et Insectes. Seuls les Crustacés sont retenus et ont fait l'objet d'une identification spécifique en utilisant les clés de Vandell (1960) pour les Isopodes et de Bellan-Santini et al. (1993) pour les Amphipodes. A Aouchtane, trois espèces sont sympatriques : l'Isopode *Tylos europaeus* Arcangeli, 1938 et les deux Amphipodes *Talorchestia deshayesii* (Audouin, 1826) et *Orchestia cavimana* Heller, 1865, alors qu'à Berkoukech *Tylos* vit en sympatrie avec les deux Amphipodes *Talitrus saltator* (Montagu 1808) et *Talorchestia brito* (Stebbing 1891).

Les individus des différentes espèces sont séparés en deux catégories, jeunes et adultes, en fonction de leur état de différenciation. Ces adultes qui sont sexés sont séparés en fonction de leurs caractères sexuels secondaires entre mâles et femelles. Les jeunes des diverses espèces de Talitridés, difficiles de les attribuer à leur espèce appropriée, ont été groupés en un seul lot. Les spécimens de *Tylos europaeus* du site marocain ont été séparés en fonction de leur taille en individus jeunes, intermédiaires et grands.

Pour l'analyse granulométrique, les échantillons du sédiment ont subi un tamisage sur une série de huit tamis de mailles comprises entre 0,038 et 0,63mm. Le sédiment du site marocain est constitué uniquement de sable grossier à très grossier en bas et dans la partie moyenne de la plage, alors que le sable moyen à très fin n'est présent qu'en haut de plage avec une fraction de 30%. Contrairement au site de Aouchtane, le sédiment du site de Berkoukech est composé principalement de sable moyen et fin, et la fraction grossière ne dépasse guère 10%.

Analyse statistique

Le test de λ^2 a été utilisé pour comparer le pourcentage des mâles et des femelles des différentes espèces, alors que le test statistique de Wilcoxon rank-sum a été appliqué pour comparer les fréquences de capture le long des deux transects au niveau des deux sites et entre les deux journées successives d'échantillonnage à Aouchtane.

RÉSULTATS

Composition de l'arthropodofaune

Les Arthropodes, capturés à Aouchtane et à Berkoukech pendant la période d'échantillonnage, se répartissent respectivement en 97% et 88% de Crustacés Péracarides et 3% et 12% d'Insectes adultes ou à l'état larvaire. Parmi les Insectes, *Phaleria* sp à Aouchtane et *Phaleria acuminata* à Berkoukech sont les plus fréquentes. L'espèce *Eurynebria complanata* est rarissime à Aouchtane (un seul individu collecté) et 19 spécimens capturés à Berkoukech, soit 12% des Insectes.

A Aouchtane et durant notre campagne printanière, les Isopodes constituent 68% du peuplement carcinologique, et sont représentés par l'espèce dominante, *Tylos europaeus*, et un seul spécimen de *Porcellio lamellatus*. Les Amphipodes constituent 32% du peuplement. Ils groupent deux espèces de Talitridae, *Talorchestia deshayesii* et *Orchestia cavimana*, qui représentent respectivement 71 et 29% du peuplement d'Amphipodes. Cette dernière espèce est signalée pour la première fois au niveau des côtes marocaines.

La faune carcinologique durant la période d'échantillonnage à Berkoukech renferme également trois espèces : l'Isopode *Tylos europaeus* et les deux espèces d'Amphipodes, *Talitrus saltator* et *Talorchestia brito*. *Tylos europaeus* est l'espèce dominante puisqu'elle constitue 81% du peuplement. Les adultes de *T. saltator* sont les plus fréquents (89%) pour 11% d'adultes de *T. brito*.

Structure d'âge

La population de *Tylos* de Aouchtane est formée en majorité d'individus adultes de grande taille (56%) qui dépassent 3,2 mm, suivis par les *Tylos* intermédiaires (38%) de taille comprise entre deux et 3,2 mm. Les *Tylos* juvéniles, de taille inférieure à 2 mm, ne représentent que 6%.

La population de *Tylos* à Berkoukech comprend 60% de juvéniles et 40% d'adultes.

La répartition en fonction de l'âge montre que les Talitridés d'Aouchtane sont formés de 44% de jeunes et 56% d'adultes ; ces derniers groupent les adultes de *Talorchestia deshayesii* (40%) et ceux de *Orchestia cavimana* (16%).

Concernant les Talitridés de Berkoukech, le taux des jeunes appartenant aux deux espèces *Talitrus saltator* et *Talorchestia brito* s'élève à 25%. Les adultes de *T. saltator*

sont nettement dominants (67%) contre 8% d'adultes de *Talorchestia brito*.

Sex ratio

Le sex ratio est largement biaisé en faveur des femelles avec respectivement 89 et 69% pour les deux espèces, *T. deshayesii* et *O. cavimana* à Aouchtane, et 77 et 72% pour les deux espèces, *Talitrus saltator* et *Talorchestia brito* à Berkoukech. Les différences relevées sont très hautement significatives ; l'effectif réduit à 18 spécimens de *T. brito* n'a pas permis l'application du test de λ^2 .

Dans le cas de *Tylos*, les mâles sont les plus fréquents (63%). Cette différence, très hautement significative, est encore plus marquée parmi les mâles de grande taille, avec 1262 mâles contre 300 femelles. En revanche, le sex ratio est largement biaisé en faveur des femelles (64%) dans le cas des *Tylos* intermédiaires.

Ce biais, largement en faveur des femelles (70%), est également relevé pour les *Tylos* en provenance de Berkoukech.

Activité spontanée

Cette approche est effectuée en vue de comparer l'activité spontanée des différentes espèces de Crustacés collectées durant les deux journées d'échantillonnage au niveau du transect situé près de l'oued Aouchtane. L'objectif est de mettre en évidence si la forte tempête, qui s'est déclenchée durant les premières 24 heures, agirait sur l'activité spontanée de ces espèces.

Lors de nos captures et au cours de la première journée, 33 *Tylos* et 160 talitres uniquement ont manifesté une activité, alors que durant le second jour, nous avons enregistré une activité plus intense durant laquelle 814 *Tylos* et 733 talitres ont été piégés.

Afin de mieux cerner la sensibilité de ces espèces envers ce paramètre abiotique, le test statistique de Wilcoxon rank-sum a été appliqué. Ce qui a permis d'enregistrer une différence hautement significative entre l'activité de *Tylos* durant les deux journées d'échantillonnage ($p=0,0142$), alors que la réduction de l'activité des talitres semble statistiquement non significative ($p =0,1113$).

Distribution spatiale

La distribution spatiale au niveau des deux transects, par l'application du Wilcoxon rank-sum test, est statistiquement non significative ($p>0,5$). Les données enregistrées au niveau du transect le plus proche de l'Oued Aouchtane, sont les seules retenues et analysées au niveau du site marocain, exceptées les données des pièges posés au niveau de l'interface et emportés par la tempête. Celles relevées à Berkoukech au niveau du transect passant par la falaise sont les seules prises en considération.

Distribution des Crustacés au niveau du site marocain

L'analyse de la distribution spatiale de la faune carcinologique de Aouchtane montre que les trois espèces de Crustacés rencontrées présentent une distribution le long

du transect avec une concentration des talitres jeunes et adultes, aussi bien mâles que femelles, en bas de plage à proximité de la mer, à 8 m de la ligne de rivage (Fig. 3), alors que les *Tylos* sont actifs aussi bien en bas qu'en haut de plage (Fig. 4). En comparant les trois catégories de *Tylos*, nous remarquons que les jeunes sont actifs au niveau du bas de plage à 16 m de la ligne de rivage, alors que les *Tylos* de grande taille manifestent une activité le long du transect avec une plus forte concentration en haut de plage vers 60m. Les *Tylos* intermédiaires sont, en revanche, plus actifs en bas de plage (Fig. 4).

Distribution des Crustacés au niveau du site tunisien

Les mâles, les femelles et les jeunes des deux espèces de Talitridés, *Talorchestia brito* et *Talitrus saltator*, montrent une forte activité à 5 m de la ligne de rivage (Fig. 5). Quelques mâles et femelles de *T. saltator* ont été capturés le long du transect et certains jeunes talitres ont été collectés au niveau de la haute plage.

L'analyse de la distribution spatiale montre que les *Tylos*, jeunes et adultes, mâles ou femelles, sont distribués le long du transect avec une forte activité près de la ligne de rivage (Fig. 6).

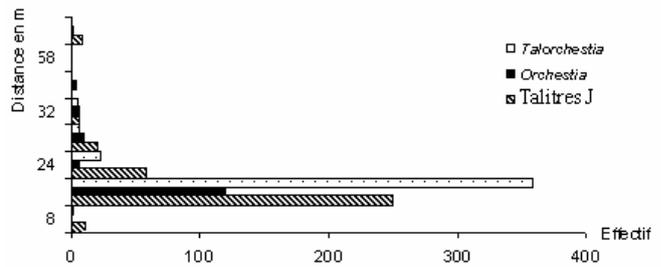


Figure 3 : Distribution spatiale des Talitridés à Aouchtane : *Orchestia cavimana*, *Talorchestia deshayesii* et jeunes (J) de ces 2 espèces.

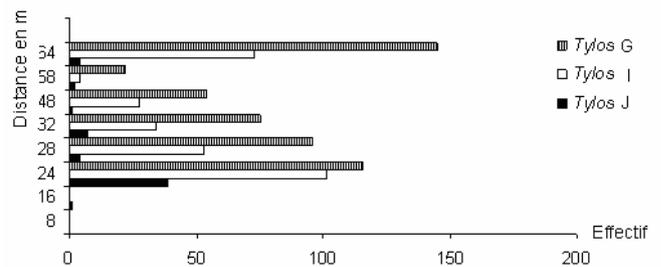


Figure 4 : Distribution spatiale à Aouchtane des *Tylos*, en fonction de leur taille : grands (G), intermédiaires (I) et jeunes (J).

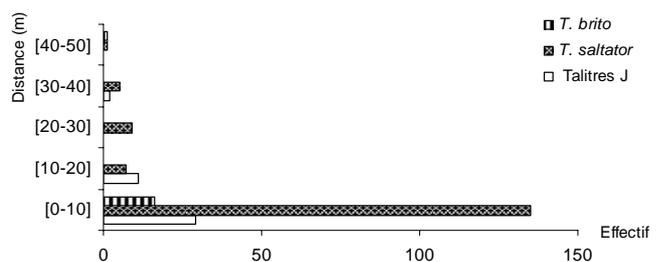


Figure 5 : Distribution spatiale des Talitridés à Berkoukech : *Talitrus saltator*, *Talorchestia* et jeunes (J) de ces deux espèces.

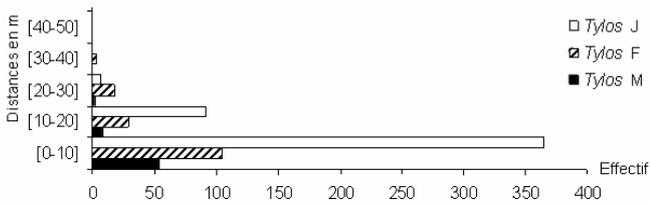


Figure 6 : Distribution spatiale des différentes catégories de *Tylos* à Berkoukech, jeunes (J), femelles (F) et mâles (M).

DISCUSSION ET CONCLUSION

Dans les plages de Aouchtane et Berkoukech l'arthropodofaune printanière est composée majoritairement de Crustacés et accessoirement d'Insectes dont le taux ne dépasse pas 12%. Ces deux plages abritent trois espèces de Crustacés, mais seul l'Isopode *Tylos europaeus* est commun aux deux sites, indiquant le caractère ubiquiste de l'espèce, ainsi que ses capacités d'adaptation à des plages très différentes par leur granulométrie.

Bien que *Talitrus saltator* présente une vaste distribution géographique, elle est strictement inféodée aux plages sableuses. Ceci explique son absence de la plage à galets d'Aouchtane (site marocain), alors qu'elle est présente dans les plages sableuses se trouvant à quelques kilomètres de ce site. L'absence de *Talitrus saltator* dans ce site serait à l'origine de la quasi-absence de son prédateur, l'insecte *Eurynebria complanata*.

L'effectif réduit de *T. brito*, comparé à celui de *T. saltator*, confirme les résultats de Fallaci *et al.* (1999) et Colombini *et al.* (2002a) sur ces deux talitres sympatriques, en provenance respectivement des côtes atlantiques françaises et de la plage de Zouaraa située à proximité de Berkoukech.

Sur le site marocain d'Aouchtane, l'étude était basée sur la comparaison des données obtenues durant deux journées consécutives et a montré que les Crustacés, vivant dans les milieux hostiles tels que les plages, modifient leur activité en fonction des conditions climatiques. Ces résultats montrent bien que *Tylos* ainsi que les deux espèces, *T. deshayesii* et *O. cavimana*, sont capables d'adapter leur activité en fonction des paramètres abiotiques du milieu. En effet, nous avons enregistré une nette réduction de l'activité de ces espèces, suite à une forte houle (tempête au large). Cependant, et contrairement à ce qu'on prévoyait, *Tylos europaeus* semble plus sensible que les talitres, malgré sa cuticule plus cuirassée et sa volvation.

Hormis les variations du comportement de l'activité de surface des trois espèces de Crustacés d'Aouchtane vis-à-vis des paramètres environnementaux, la méthode d'échantillonnage préconisée ne constitue pas un bon estimateur de l'abondance des espèces rencontrées ; la différence des effectifs entre la première et la seconde journée le prouve bien. Bien que cette méthode d'échantillonnage constitue un outil efficace d'expérimentation dans le milieu naturel pour suivre l'activité journalière ou saisonnière, l'intensité de cette

activité et les fluctuations de fréquence (Ams 1979), elle reste cependant non représentative de la situation réelle, étant donné que plusieurs facteurs extrinsèques tels que le nombre de transects et de pièges, la quantité de débris rejetés par la mer, les conditions climatiques et/ou intrinsèques relatifs à l'espèce, le sexe, l'âge des individus, l'état physiologique des femelles (Colombini *et al.* 1996 ; Fallaci *et al.* 1996), peuvent influencer directement sur l'activité et indirectement sur l'abondance, la densité, la structure du peuplement, etc.

Un sex ratio biaisé en faveur des femelles est une situation commune chez les talitres. Il a été mis en évidence chez *Talitrus saltator* de Zouaraa où les femelles dominent toute l'année, sauf en avril et juillet (Charfi-Cheikhrouha *et al.* 2000). Concernant *Tylos* et à la lumière des résultats obtenus par Dia & Sprung (2004) chez l'espèce *ponticus* de la lagune de Ria Formosa au sud du Portugal, le sex ratio biaisé en faveur des mâles que nous avons relevé chez les *Tylos* de grande taille, s'expliquerait par une durée de vie plus longue des mâles, qui dépasse quatre années, alors qu'elle est approximativement de trois années chez les femelles.

La zonation le long de l'axe terre-mer montre que les trois espèces de Crustacés sont plus actives très près de la ligne de rivage à Berkoukech. A Aouchtane, les talitres se rapprochent davantage de la mer que les *Tylos*, confirmant ainsi les observations de Fallaci *et al.* (1999) et Colombini *et al.* (2002b).

La période de reproduction des *Tylos* semble plus précoce à Berkoukech qu'à Aouchtane ; les jeunes *Tylos* sont présents et nombreux à Berkoukech, alors que leur effectif ainsi que celui des femelles ovigères est très réduit à Aouchtane.

Ces premiers résultats méritent d'être approfondis en réalisant d'autres campagnes afin de suivre la dynamique du peuplement et l'activité en fonction des saisons, d'enregistrer les valeurs des paramètres climatiques, et de préciser les facteurs qui déterminent cette activité.

Les travaux portant sur la biologie des différentes espèces des écosystèmes des plages sont souvent négligés par les aménageurs dans les études de diagnostic des sites. Or, ces données sont capitales dans les mesures prises en vue de la conservation, la protection et l'aménagement. En effet, si l'on se réfère au travail de El Gtari *et al.* (sous presse) portant sur l'impact de l'action anthropique, en particulier le nettoyage mécanique des plages sableuses de la région d'Alicante en Espagne, caractérisées par la quasi absence des Crustacés semi-terrestres, il est possible de considérer que la taille du peuplement des Crustacés peut constituer un bon indicateur de l'état de perturbation des plages. Dans le cas de la présente étude. Les deux sites peuvent être considérés comme présentant des effectifs assez élevés ; ce qui souligne qu'ils sont en bon état et encore épargnés de la forte pression anthropique et du nettoyage mécanique. Cependant, l'effectif de ces crustacés, plus réduit au niveau de la plage sableuse de Berkoukech, indiquerait que ce site est plus vulnérable que la plage à galets de Aouchtane.

Remerciements

Ce travail a été réalisé dans le cadre du projet MEDCORE financé par l'Union Européenne Contrat n° ICA3-CT2002-10003 (2003-2005). Nous remercions Pr. Felicita Scapini, Pr. Abdellatif Bayed et Pr. Mohamed Ater pour l'organisation du worktogether au Maroc, ainsi que Dr. M. S. Achouri, Dr. K. Nasri, R. Zakhama et M-A. El Aloui et N. Halouani pour leur aide sur le terrain et au laboratoire.

Références

- Ams J. 1979. Problems of Interpreting Arthropod Samplings with Pitfall Traps. *Zool. Anz. Acta.*, 202, 34S, 177-184.
- Bellan-Santini D. 1993. *The Amphipoda of the Mediterraneanae, III*, In : Mémoires de l'Institut Océanographique, Monaco, 754-757 ; 760-768.
- Ben Moussa H., Baccar F., Douffani L., Ksia A., Sfar M-H. & Slim S. 2002. Plan de gestion du site de Zouara-Nefza. In: Scapini (ed.). *Baseline research for the integrated sustainable management of Mediterranean Sensitive Coastal Ecosystems*. IAO, Florence, 199-208.
- Cassar L-F., Lanfranco E., Vassalo J., Gatt P. & Anderson E-W. 2002. Case-study : Zouara and Îles Kneiss, Tunisia. In : Scapini (ed.). *Baseline research for the integrated sustainable management of Mediterranean Sensitive Coastal Ecosystems*. IAO, Florence, 72-88.
- Charfi-Cheikhrouha F., El Gtari M. & Bouslama M-F., 2000. Distribution and reproduction of two sandhoppers, *Talitrus saltator* and *Talorchestia bito* from Zouaraa (Tunisia). *Pol. Arch. Hydrobiol.*, 47, 621-629.
- Charfi-Cheikhrouha F., 2002. Le site de Zouara Tunisie - Présentation biologique. In : Scapini F (ed.). *Baseline research for the integrated sustainable management of Mediterranean Sensitive Coastal Ecosystems*. IAO, Florence, 58-62.
- Colombini I., Aloia A., Fallaci M. & Chelazzi L., 1996. Spatial and temporal strategies in the surface activity of some sandy beach arthropods living along the French Atlantic coast. *Mar. Biol.*, 127, 247-257.
- Colombini I., Fallaci M. & Chelazzi L., 2002a. Measures of biodiversity based on Arthropod communities. In : Scapini (ed.). *Baseline research for the integrated sustainable management of Mediterranean Sensitive Coastal Ecosystems*. IAO, Florence, 110-119.
- Colombini I., Aloia A., Bouslama M-F., El Gtari M., Fallaci M., Ronconi L., Scapini F. & Chelazzi L., 2002b. Small-scale spatial and seasonal differences in the distribution of beach arthropods on the northwestern Tunisian Coast. Are species evenly distributed along the shore. *Mar. Biol.*, 140, 1001-1012.
- Colombini I., Fallaci M., Milanese F., Scapini F. & Chelazzi L., 2003. Comparative diversity analysis in sandy littoral ecosystems of the western Mediterranean. *Estuar. Coast Shelf S.*, 58S, 93-104.
- Dia N. & Sprung M., 2004. Population dynamics and reproduction of the Isopod, *Tylos ponticus* in a Ria Formosa saltmarsh (South Portugal). In *Biology of Terrestrial Isopods, Crustaceana Monographs*, 133-149.
- El Gtari M., Medini-Bouaziz L., Hmaïed S. & Charfi-Cheikhrouha F. Modifications paysagères des côtes sableuses de la région d'Alicante (S-E de l'Espagne) et leurs impacts sur faune carcinologique semi-terrestre. *GEO-Eco-Trop.* (sous presse).
- El Gtari M., Charfi-Cheikhrouha F., Marchetti G. & Scapini F., 2000. Behavioural adaptation of *Talitrus saltator* populations to beaches with different dynamics and degree of human disturbance along Tunisian coasts. *Pol. Arch. Hydrobiol.*, 47, 643-650.
- Fallaci M., Colombini I., Taiti S. & Chelazzi L., 1996. Environmental factors influencing the surface activity and zonation of *Tylos europaeus* (Crustacea: Oniscidea) on a Tyrrhenian sandy beach. *Mar. Biol.*, 125, 751-763.
- Fallaci M., Aloia A., Audoglio M., Colombini I., Scapini F. & Chelazzi L., 1999. Differences in behavioural strategies between two sympatric talitrids (Amphipoda) inhabiting an exposed sandy beach of the French Atlantic Coast. *Estuar. Coast Shelf S.*, 48, 469-482.
- Gonçalves S.C., Marques J.C., Pardal M.A., Chelazzi L., M., Bouslama M.F., El Gtari M. & Charfi-Cheikhrouha F., 2003. Comparison of the biology, dynamics and secondary production of *Talorchestia bito* (Amphipoda, Talitridae) in Atlantic (Portugal) and Mediterranean (Tunisia) populations. *Estuar. Coast Shelf S.*, 58, 901-916.
- Ketmaier V. & De Matthaëis E., 2002. Genetic indicators – Variations in isoenzymes – Protein electrophoresis. In : Scapini F (ed.). *Baseline research for the integrated sustainable management of Mediterranean Sensitive Coastal Ecosystems*. IAO, Florence, 121-139.
- Marques J.C., Gonçalves S.C., Pardal M.A., Chelazzi L., Colombini I., Fallaci M., Bouslama M.F., El Gtari M., Charfi-Cheikhrouha F. & Scapini F., 2003. Comparison of *Talitrus saltator* (Amphipoda, Talitridae) biology, dynamics, and secondary production in Atlantic (Portugal) and Mediterranean (Italy and Tunisia) populations. *Estuar. Coast Shelf S.*, 58S, 127-148.
- McLachlan A., 2001. *Coastal beach Ecosystems. Encyclopedia of Biodiversity, I*, Academic Press, 741-751.
- Nasri-Ammar K., 2002 Rythme d'activité locomotrice de *Talitrus saltator* (Crustacé Amphipode issu de deux plages tunisiennes. *Bull. Inst. Nat. Scien. Tech. Mer de Salammbô*, Numéro spécial 7, 112-115.
- Naylor E. & Rejeki S., 1996. Tidal migrations and rhythmic behaviour of sandbeach Crustacea. *Revista Chilena de Historia Natural*, 79, 475-484.
- Oueslati A., 2002. Le site de Zouara Tunisie - Présentation géomorphologique. In : Scapini F (ed.). *Baseline research for the integrated Sustainable Management of Mediterranean Sensitive Coastal Ecosystems*. IAO, Florence, 53-58.
- Scapini F., Chelazzi L., Colombini I. & Fallaci M., 1992. Surface activity, zonation and migrations of *Talitrus saltator* on a Mediterranean beach. *Mar. Biol.*, 112, 573-581.
- Scapini F., Audoglio M., Chelazzi L., Colombini I. & Fallaci M., 1997. Astronomical, landscape and climatic factors influencing oriented movements of *Talitrus saltator* in nature. *Mar. Biol.*, 128, 63-72.
- Scapini F., El Gtari M. & Marchetti GM., 2002. Variation in orientation of sandhoppers removed from their burrowing during the day. In : Scapini F (ed.). *Baseline research for the integrated Sustainable Management of Mediterranean Sensitive Coastal Ecosystems*. IAO, Florence, 140-148.
- Vandel A., 1960. *Faune de France Isopodes terrestres* (Première partie). Lechevalier, Paris, 416 p.
- Williams JA., 1995. Burrow-zone distribution of supra amphipod *Talitrus saltator* on Derbyhaven beach, Isle of Man – a possible mechanism for regulating desiccation stress? *J. Crust. Biol.*, 15, 466-475.