

MODIFICATIONS PAYSAGERES ET MECANISATION DES COTES SABLEUSES DE LA REGION D'ALICANTE (S-E DE L'ESPAGNE) ET LEURS IMPACTS SUR LA FAUNE CARCINOLOGIQUE SEMI-TERRESTRE

Mohamed EL GTARI^{1,2}, N. BOURIGA^{2,3,4}, L. MEDINI-BOUAZIZ¹, S. HAMAÏED^{1,5}
et F. CHARFI-CHEIKHROUHA¹.

¹Unité de recherche de biologie animale et systématique évolutive, Faculté des Sciences de Tunis Université Manar, Campus Universitaire Manar II, 2092

²Institut Supérieur de Pêche et d'Aquaculture de Bizerte, BP 15, 7080 Menzel Jemil, Tunisia.

³Unité de Biologie marine. Faculté des Sciences de Tunis. 2092 Campus universitaire. Tunisie. hanounawsset@live.fr

⁴LATP, CNRS-UMR 6632, Evolution biologique et modélisation, case 5, Université de Provence, Place Victor Hugo, 13331 Marseille cedex 3, France.

⁵Faculté des Sciences de Gafsa, Campus Universitaire, 2116 Sidi Ahmed Zarrouk (Tunisie)

ملخص

التأثيرات السلبية لتغير المناظر الطبيعية و التنظيف الآلي للشواطئ على التنوع البيولوجي لمتحركات المفاصل : تمت هذه الدراسة بهدف تبيان التأثيرات السلبية لتغير المناظر الطبيعية و التنظيف الآلي للشواطئ على التنوع البيولوجي لمتحركات المفاصل، خاصة القشريات المتوازية و المتساوية الأرجل الشبه مائية. تم القيام بدراسة ميدانية على شاطئين ينتميان إلى منطقة ألكنت: شاطئ « سنتبولة» (Santapola) المحمي نسبيا من عامل التنظيف الآلي و شاطئ ألبينات (Alpinet) الذي يتعرض بصفة متواصلة إلى هذا العامل و قد بينت النتائج أنه بالرغم من ضعف كثافة المتحركات المفاصل المجمعة، يتميز شاطئ سنتبولة بنسبة أعلى من التنوع البيولوجي. وقد تبين أيضا الغياب الشبه كلي للقشريات المتوازية الأرجل على شاطئ ألبينات. يمكن ربط الاختلاف الواضح بين التنوع و الكثافة البيولوجية للقشريات بين الشاطئين بطبيعة و كثافة النشاط الإنساني بما أن الدراسة الميدانية تمت في نفس الفصل و نفس الظروف المناخية. **كلمات مفاتيح:** التنوع البيولوجي, العوامل البشرية, متحركات المفاصل, القشريات المتوازية الأرجل, الشواطئ الرملية

RESUME

Dans le but de mettre en évidence l'impact des modifications paysagères et la mécanisation des plages sur la faune carcinologique semi-terrestre, une campagne de terrain a été effectuée en février 2004 au niveau de deux sites de la province d'Alicante (Sud-Est de l'Espagne). La plage de Santa Pola, partiellement épargnée de l'accès des machines de nettoyage et celle d'El Pinet où la mécanisation est très intense. Les résultats obtenus ont montré que, malgré une faible densité des arthropodes récoltés, la biodiversité de la plage de Santa Pola est plus élevée que celle de la plage d'EL Pinet caractérisée par la quasi absence des amphipodes semi-terrestres. Seule l'espèce *Tylos europaeus* est commune dans les 2 sites. Ce résultat s'expliquerait par l'impact de l'activité anthropique, essentiellement le nettoyage mécanique des plages étant donné la proximité des 2 sites et la concomitance de la campagne d'échantillonnage qui excluent l'impact des facteurs climatiques et biotiques.

Mots clés : plages sableuses, anthropisation, mécanisation, diversité, crustacés semi-terrestres.

ABSTRACT

Impact of landscape modifications and mechanical cleaning of Alicante sandy beaches (S-E of Spain) on hemi-terrestrial crustacean's fauna: A survey has been conducted in February 2004 on two sites located at the Alicante province (South East of Spain). It aims the evaluation of the impact induced by the modification of the landscapes as well as the mechanical cleaning of beaches on some hemi-terrestrial arthropods diversity and density. The first site, a small beach at Santa Pola is characterised by a rocky barrier with minor anthropic pressures while, the second one, a larger beach situated at El Pinet with a large touristic frequentation and a high level periodic mechanic cleaning.

Despite a weak density of collected arthropods, this study showed that the biodiversity of the Santa Pola beach is more important than the one observed at El Pinet. This latter is characterised by a quasi absence of hemi-terrestrial amphipods. This result could be explained by the human activities that affect the El Pinet beach while Santa Pola one is prevented from it. The concomitant sampling period as well as the vicinity of the 2 sites exclude the impact of climate conditions and biotic factors. Only *Tylos europaeus* is commun in the 2 localities.

Keywords: Sandy beaches, human disturbance, mechanical cleaning, biodiversity, hemi-terrestrial crustaceans.

INTRODUCTION

Les plages sableuses constituent des environnements extrêmement dynamiques dans lesquels, les caractéristiques sédimentaires, l'action de la houle et de l'air réunies sous le nom de facteurs morphodynamiques sont interactifs (BROWN et MCLACHLAN, 1994 ; LASTAR *et al.* 2006). Cependant, les plages sableuses constituent l'un des types des côtes les plus stables du fait de leur capacité d'absorption de l'énergie causée par les vagues (BROWN et MCLACHLAN, 1994). Elles présentent une faune caractéristique appelée épipsammon. Cette communauté animale intervient dans la productivité primaire de ces systèmes littoraux. Elle est, selon BROWN et MCLACHLAN (1994), l'une parmi les rares communautés incapables d'agir sur son environnement ; pour y vivre, les épipsammons présentent des mécanismes d'adaptation et de résistance. De ce fait, l'interaction entre cette faune d'une part et les composantes physiques, environnementales et anthropiques d'autre part, a été fréquemment utilisée dans le but de décrire et de classer les plages (DEIDOUN *et al.* 2003 ; EL GTARI *et al.* 2000 ; MCLACHLAN *et al.* 1993).

Les côtes espagnoles, à l'instar de la plupart des côtes du pourtour méditerranéen, sont sujettes à diverses actions anthropiques dont la plus importante est la construction de complexes touristiques aux dépens du cordon littoral et des dunes bordières. La province

d'Alicante (Sud-Est de l'Espagne), située dans une région aride, est caractérisée par des températures relativement élevées et une pluviométrie faible. Son climat présente une période sèche qui dure presque neuf mois (BARTOLOME, 1989). Dans cette région, 15% seulement des jours de l'année présentent une nébulosité de 80%, 22% avec un ciel à 20% couvert et un ciel dégagé durant le reste des jours (BARTOLOME, 1989). Ces conditions climatologiques favorables, notamment en hiver et au printemps, sont à l'origine d'une pression touristique accrue. Ce flux a engendré la dégradation progressive des plages sableuses naturels de la région d'Alicante notamment suite au recours fréquents au nettoyage mécanique et la restitution du sable.

Dans le but d'étudier l'impact des perturbations anthropiques sur la diversité biologique des arthropodes, particulièrement les amphipodes et les isopodes semi-terrestres, une campagne d'échantillonnage a été effectuée en février 2004 au niveau de deux plages de la province d'Alicante : la plage de Santa Pola, très limitée et partiellement épargnée de l'accès des machines de nettoyage et la plage d'El Pinet où la mécanisation est très intense.

MATERIELS ET METHODES

Sites d'échantillonnage

Le littoral de la province d'Alicante est de forme presque linéaires (figure 1).

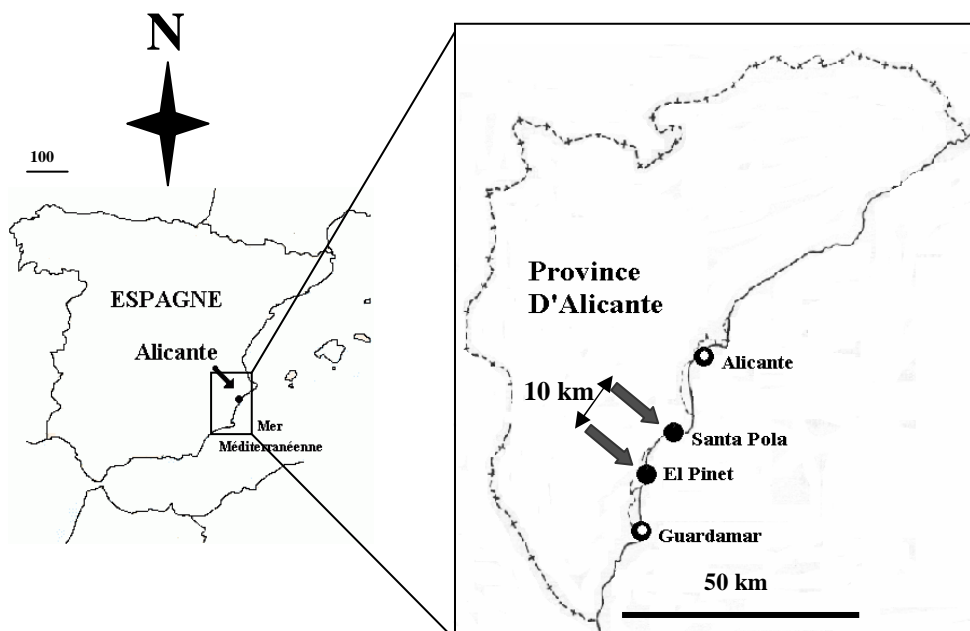


Figure 1 : Localisation des sites d'échantillonnage sur la carte de la province d'Alicante

Les dunes bordières des plages ont été fixées au début du 20^{ème} siècle d'abord par carouillage et par la plantation de quelques espèces végétales telles que

Agave americana et *Ononis natrix*. ensuite par le reboisement notamment par, *Pinus pinea*, *P. halepensis*, *Phoenix dactylifera* et *Eucalyptus*. Ce

reboisement a permis l'installation spontanée de quelques autres espèces végétales telles que *Psamma arenaria*, *Ononis antiquorum*, *Pancreaticum maritimum*, *Carduus bourgeanus*, *Cyprus schoenoides*, *Solanom sodomeum*, *Tamarix gallica*, *Juncus communis*, *Phragmites communis*, ... (BOTELLA, 1989).

Sur ces plages, deux sites ont été retenus. La plage de Santa Pola se distingue par sa large étendue, ses vastes dunes bordières, une forte urbanisation et par conséquent, par le nettoyage mécanique fréquent. La partie de la plage de Santa Pola, très réduite, est épargnée de la mécanisation suite aux difficultés d'accès aux engins mécaniques.

Collecte et tri des animaux

La variation saisonnière de la densité de la macrofaune côtière est à la fois tributaire, des facteurs biotiques tels que la période de reproduction et abiotiques comme les conditions climatiques. Afin d'éviter l'influence des facteurs climatiques et physiologiques, (Tableau I), une unique campagne de terrain a été effectuée en février 2004 au niveau de 2 sites, Santa Pola et El Pinet. L'échantillon a été réalisé le long de 2 transects disposés perpendiculairement à la ligne du rivage, de l'interface terre-mer jusqu'au sommet des dunes bordières. La longueur de ces transects est respectivement de 48 et 100 m environ. Des gobelets de 1 litre de volume chacun, disposés par paire tous les deux mètres, le long des transects et enterrés dans le sable, permettent de piéger les arthropodes. Sachant que la durée et les pics d'activité diffèrent d'un groupe d'arthropodes à l'autre, les pièges ont été maintenus pendant 2 jours successifs afin d'optimiser les captures. Les animaux récoltés ont été fixés dans l'alcool 75°. Au laboratoire, les différents échantillons ont été triés en fonction de l'espèce, de l'âge et du sexe.

Analyse statistique

Pour la comparaison des effectifs de toutes les catégories représentatives des arthropodes des deux sites, le test de Wilcoxon rank-sum a été appliqué. La comparaison des effectifs des arthropodes deux à deux, au niveau des deux sites a été effectuée à l'aide du test-t pour deux échantillons. Ces deux tests ont été choisis car ils peuvent être utilisés d'une part pour des faibles effectifs, et d'autre part ils n'exigent pas une distribution gaussienne normale. Ils ont été réalisés moyennant le logiciel S-PLUS version 6.0.

RESULTATS

Condition climatiques :

Au cours de la campagne de récolte, la température de l'air ambiant a varié entre 8 et 12 °C, l'humidité entre 62 et 68%, la pression entre 1011 et 1028 h Pa et la vitesse du vent entre 8 et 16 km/h.

Structure de la macrofaune d'arthropodes

Les arthropodes, récoltés au niveau des deux sites, sont composés principalement d'insectes et de crustacés. Dans ce travail, seules les données relatives aux crustacés semi-terrestres sont traitées.

L'effectif des arthropodes capturés au niveau de la plage de Santa Pola est de 498 individus. Cet échantillon est composé de 28% d'insectes, principalement des adultes et de 72% de crustacés qui renferment des amphipodes essentiellement des adultes et des isopodes dont les deux tiers sont de jeunes individus. Pour la plage d'El Pinet, l'effectif des individus capturés n'est que de 108 répartis en crustacés (44%) et insectes (56%). Ces insectes sont également représentés par une majorité d'individus adultes. Les crustacés comportent des isopodes aussi bien jeunes qu'adultes, alors que l'effectif des amphipodes est réduit à 2 adultes (Tableau I).

Tableau I : Structure du peuplement des Arthropodes capturés au niveau des deux plages selon l'âge exprimé en %

Type d'Arthropodes	Insectes		Crustacés Amphipodes		Crustacés Isopodes	
Stade de maturité	Adultes	Larves	Adultes	Jeunes	Adultes	Jeunes
Localité 1 Santa Pola	90%	10%	71%	29%	25%	75%
Localité 2 El Pinet	88%	12%	100%	0%	28%	72%

Structure du peuplement des Crustacés semi-terrestres

Parmi les crustacés piégés, seul l'isopode *Tylos europaeus* (Arcangelli, 1938) est présent dans les 2 sites. En revanche, à la plage de Santa Pola,

partiellement épargnée de l'accès des machines de nettoyage, trois espèces d'amphipodes ont été piégées, *Talorchestia deshayseii* (Audouin, 1926) *Orchestia mediterranea* (Costa, 1853) et *Orchestia Gammarella* (Pallas, 1766) avec une nette abondance

de la première espèce, alors qu'à la plage d'El Pinet, les amphipodes sont représentés par uniquement 2 individus femelles de *Talitrus saltator* (Montagu, 1808).

Le tableau II récapitule les effectifs des espèces capturées dans 2 plages en fonction du sexe et du stade de maturité, ainsi que l'analyse statistique.

Le tableau II révèle clairement la faible abondance des crustacés capturés, particulièrement marquée à El Pinet où les espèces des deux genres *Orchestia* et *Talorchestia* font défaut.

Tableau II : Effectifs des espèces de crustacés capturées au niveau des deux sites et comparaison statistique par le test de Wilcoxon rank-sum. Z, valeur du test ; p, niveau de signification.

	Santa Pola	El Pinet	Z	p		
<i>Tylos europaeus</i> mâles	13	2	2.106	0.0352		
<i>Tylos europaeus</i> femelles	39	11				
Jeunes de <i>T. europaeus</i>	152	33				
<i>Talorchestia deshayeseii</i> mâles	19	0				
<i>Talorchestia deshayeseii</i> femelles	87	0				
Jeunes de <i>Talorchestia deshayeseii</i>	45	0				
<i>Talitrus saltator</i> mâles	0	0				
<i>Talitrus saltator</i> femelles	0	2				
Jeunes de <i>Talitrus saltator</i>	0	0				
<i>Orchestia mediterranea</i>	2	0				
<i>Orchestia gammarella</i>	3	0				
Total	347	44				

Pour vérifier statistiquement nos données, les pourcentages des échantillons capturés et présents dans les 2 sites, ont été comparés deux à deux en utilisant le test t qui révèle une différence statistiquement significative entre les effectifs des différentes catégories de *Tylos europaeus* piégés au niveau des 2 plages (Tableau III).

Répartition spatiale des crustacés capturés

En raison du très faible effectif des talitridés semi-terrestres récoltés à El Pinet, ce groupe ne figurera pas sur le diagramme de répartition spatiale des espèces capturées ; on signale toutefois que les deux *Talitrus*, piégés à El Pinet, ont été capturés sur le littoral entre 4 et 6 m de la ligne du rivage. Concernant l'isopode *Tylos europaeus* à El Pinet, il est également réparti sur le littoral dans une bande de 2 à 12 m de la ligne du rivage, soit à une distance moyenne égale à $3,53 \pm 1,85$ m. Les mâles ont été capturés entre 4 et 6 m de la ligne du rivage, alors que les femelles ont été piégées sur une frange légèrement plus large, de 2 à 6 m. Les *Tylos* adultes ont été capturés à une distance moyenne de $4,25 \pm 0,75$ m. Les jeunes *Tylos* sont les plus dispersés ; leur distribution se situe entre 2 et 12 m (figure 2).

A l'instar de la plage d'El Pinet, les crustacés de Santa Pola sont également distribués au niveau de la zone littorale dont la largeur, plus importante, s'étale entre 2 et 20 m (figure 3). Les figures 4a et b et 5,

ainsi que le tableau IV montrent l'absence de différence statistiquement significative dans la répartition de *Tylos* en fonction de l'âge et du sexe. Les amphipodes, capturés sur cette plage, sont localisés dans une frange littorale plus proche de la ligne de rivage que celle des *Tylos* ; les spécimens du genre *Orchestia*, situés à proximité de la ligne du rivage, sont les plus hygrophiles de l'ensemble des crustacés semi-terrestres capturés (Figure 5, Tableau IV).

DISCUSSION

L'influence des facteurs climatiques sur la densité et la distribution de la macrofaune des plages sableuses a été mise en évidence par plusieurs chercheurs (COLOMBINI et CHELAZZI, 1996 ; CHARFI-CHEIKHROUHA *et al.*, 2000a et b ; EL GTARI *et al.* 2000 ; DEIDOUN *et al.* 2003 ; GONÇALVES *et al.* 2003 ; RODIL et LASTAR 2004 ; VELOSO *et al.* 2006). Dans ce travail, les différences relevées au niveau de la taille du peuplement, de l'abondance des espèces ainsi que de leur diversité ne sont vraisemblablement pas dues à l'effet des facteurs climatiques, étant donné la concomitance de la campagne d'échantillonnage dans les 2 sites.

Tableau III : Comparaison des fréquences de capture des différents individus d'arthropodes semi-terrestres par le test-t à 95%

Espèce	Sexe et stade de maturité	Santa Pola	El Pinet	Test-t	ddl	p
<i>Tylos europaeus</i>	mâles	13	2			
<i>Tylos europaeus</i>	femelles	39	11			
<i>Tylos europaeus</i>	immature	152	33			
<i>Talorchestia deshayeseii</i>	mâles	19	0			
<i>Talorchestia deshayeseii</i>	femelles	87	0			
<i>Talorchestia deshayeseii</i>	immatures	45	0	2,6832	24	0,025
<i>Talitrus saltator</i>	males	0	0			
<i>Talitrus saltator</i>	femelles	0	2			
<i>Talitrus saltator</i>	immatures	0	0			
<i>Orchestia mediterranea</i>		2	0			
<i>Orchestia gammarella</i>		3	0			

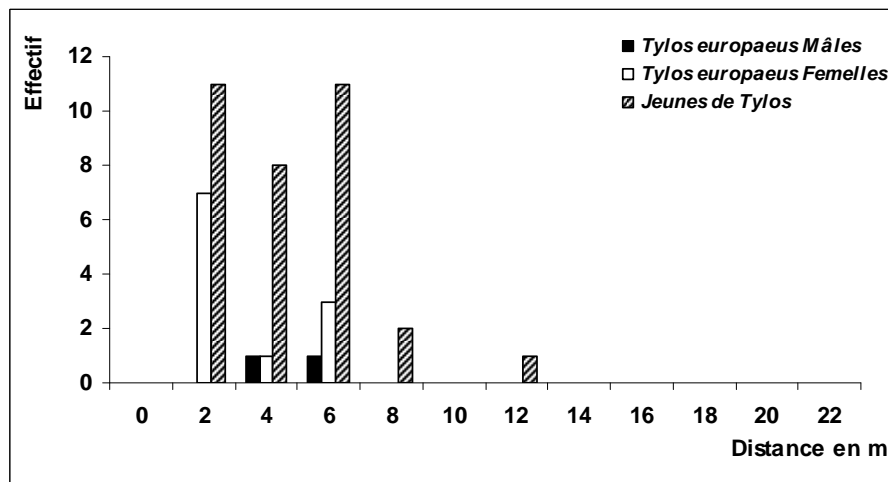


Fig. 2 : Répartition des différentes catégories de *Tylos europaeus* à la plage d'El Pinet

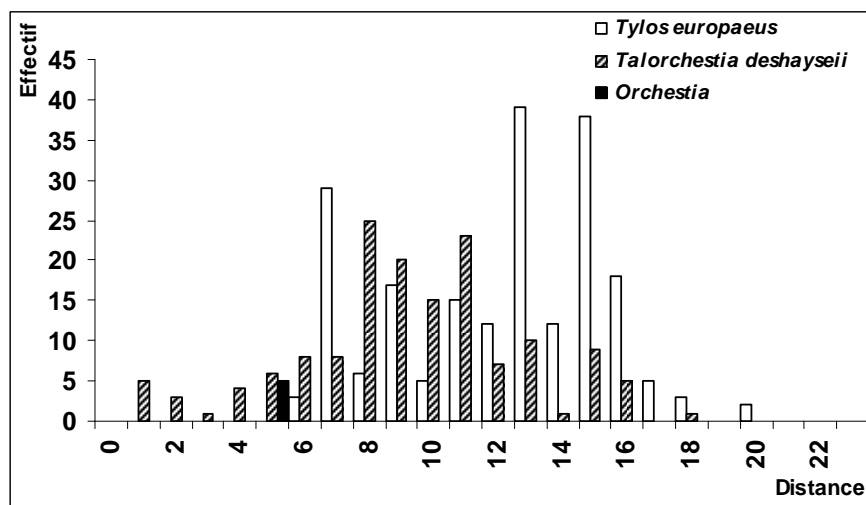


Fig. 3 : Répartition du peuplement des crustacés semi-terrestres à la plage de Santa pola

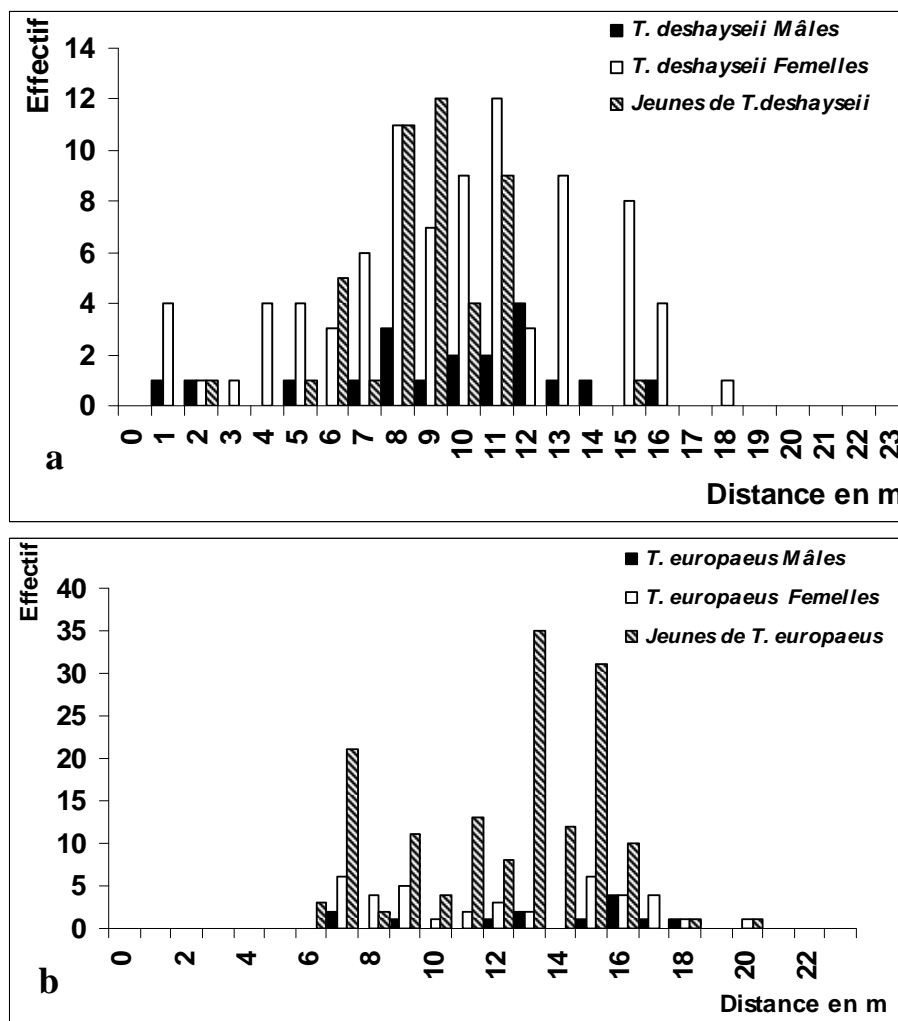


Fig. 4 : Distribution des crustacés semi-terrestres à Santa Pola en fonction de l'âge et du sexe ; a, cas de *Talorchestia deshayseii* ; b, cas de *Tylos europaeus*.

Tableau IV : Distance moyenne de la localisation des crustacés semi-terrestres sur la plage de Santa Pola en fonction de l'espèce, du sexe et de l'âge

Catégorie	Distance moyenne en m de la ligne du rivage Ecart type
<i>Tylos</i> Jeunes	12,14 ± 3,06
<i>Tylos</i> Mâles	13,46 ± 3,74
<i>Tylos</i> Femelles	11,92 ± 3,93
<i>Talorchestia</i> Jeunes	8,75 ± 2,13
<i>Talorchestia</i> Mâles	9,08 ± 3,72
<i>Talorchestia</i> Femelles	9,53 ± 3,91
Genre <i>Orchestia</i>	6,78 ± 2,44

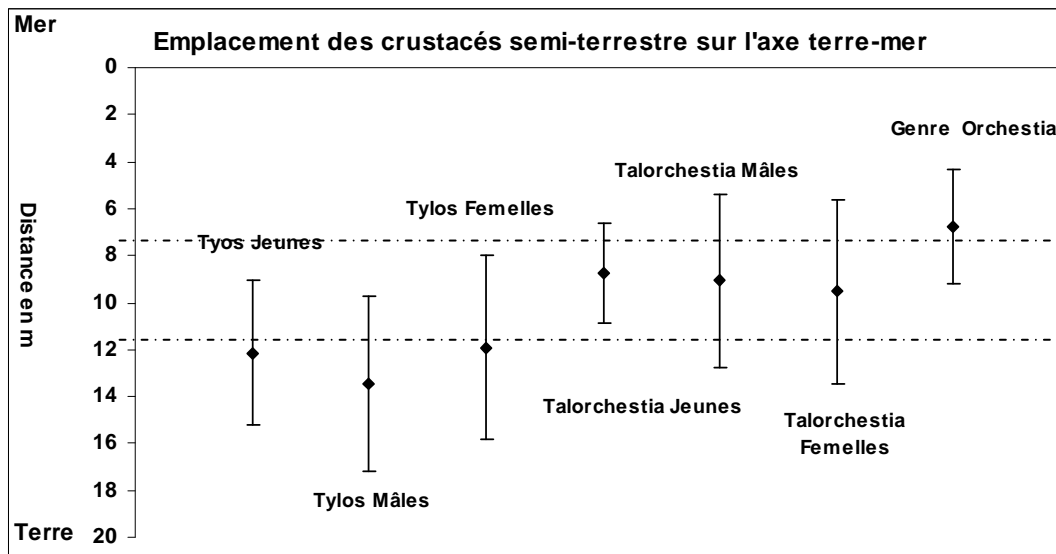


Fig. 5 : Variation des distributions moyennes de *Tylos europaeus* et *Talorchestia deshayseii* sur la plage de Santa Pola en fonction de l'espèce, du sexe et de l'âge.

Bien que les effectifs des espèces récoltées soient faibles, une grande différence est enregistrée au niveau de l'effectif global enregistré dans les deux sites. En effet, l'effectif de la population de *Tylos* est plus élevé à Santa Pola qu'à El Pinet et les Amphipodes talitridés sont quasiment absents au niveau d'El Pinet.

Sur les côtes maltaises, DEIDUN *et al.* (2003) ont attribué la faible diversité et densité des Arthropodes des plages sableuses à l'isolement de l'île. Dans le cas des plages de la province d'Alicante, cette hypothèse ne peut être retenue, du moins pour la plage d'El Pinet largement reliée à d'autres plages. Comparée à d'autres plages méditerranéennes, tunisiennes, marocaines, italiennes et maltaises (COLOMBINI *et al.* 2002 ; 2003 ; 2005) et en utilisant la même méthode d'échantillonnage, la plage de Santa Pola se caractérise par sa pauvreté en macrofaune semi-terrestre et côtière. L'effectif réduit des Arthropodes récoltés au niveau de la plage de Santa Pola, serait dû au faible recrutement en provenance des plages voisines fortement exploitées.

Au niveau de la plage d'El Pinet, le nettoyage mécanique relativement fréquent, non sélectif essentiellement pendant la période printanière et estivale, correspondant à la période reproductrice des talitridés (CHARFI-CHEIKHROUHA *et al.*, 2000a ; MARQUES *et al.* 2003) provoquerait une perturbation au niveau du maintien du peuplement carcinologique sachant que les différentes classes d'âges occupent le même habitat. De plus, le nettoyage mécanique élimine les débris organiques rejetés par la mer, qui constituent, non seulement un lieu de refuge adéquat, mais également une principale source trophique pour

ces Crustacés. Par ailleurs, l'urbanisation de la côte comme le confirment IDRISSEI *et al.* (2004) et CUADRADO *et al.* (2005) modifie leur géomorphologie et leur régime hydrodynamique provoquant une grande perte sédimentaire et une importante modification de ces environnements. Dans la région d'Alicante, cette urbanisation excessive a engendré deux contraintes principales représentées par l'érosion des plages sableuses et la modification de leur texture physico-chimique. Ces deux contraintes auraient contribué à la difficulté de réinstallation des espèces des Crustacés semi-terrestres et à l'accélération de leur disparition. Dans le cas de *Tylos europaeus*, par exemple, il s'installe dans la partie eulittorale de la plage (MEAD, 1968) et s'enfouit dans la zone limitrophe des vagues (MACLACHLAN et SIEBEN, 1991 in BROWN, 1996) ; c'est au niveau de ces deux zones que s'accumulent les lasses et débris organiques rejetés par la mer. L'élimination de la matière organique, par le nettoyage mécanique, constituerait un stress trophique et engendrerait par voie de conséquence la régression de la population suite à la disparition des femelles ovigères, la baisse drastique de recrutement des jeunes, voire leur absence du milieu. Ainsi, le tamisage mécanique du sable outre l'élimination de la matière organique récolterait cette faune parmi les déchets lors du nettoyage des plages.

Concernant sa répartition spatiale, cette espèce est capable de s'installer des berges des plages grâce à sa très haute faculté d'enfouissement dans le sable à la recherche d'une humidité optimale (MEAD, 1968). Dans cette région, et en raison de leur transpiration relativement faible (MEAD, 1968) et de la

disponibilité de la matière organique, ces Isopodes n'effectuent pas de grands déplacements sur l'axe terre-mer ainsi que sur l'axe qui lui est perpendiculaire (MEAD, 1968). Cependant, exposé à une forte énergie solaire, *Tylos* se déplace parallèlement et perpendiculairement à la ligne du rivage à la recherche d'un abri. Cet abri serait par conséquent un endroit ombragé, ainsi divers débris un galet, les laisses de posidonies, peuvent constituer des refuges potentiels. La disparition de ces refuges exposerait davantage les *Tylos* à la dessiccation et à la prédation et causerait la diminution de leur effectif.

La présence de *Tylos* dans les deux sites et l'absence des talitridés au niveau de la plage d'El Pinet, indiquent la vulnérabilité de ces derniers arthropodes. Ce résultat, concorde avec les observations de VELOSO *et al.* (2006) au niveau de quelques sites des côtes brésiliennes. En effet, ces auteurs montrent l'absence totale de l'amphipode talitridé *Pseudorchestoidea brasiliensis* dans les milieux fortement piétinés. Ils confirment aussi les résultats obtenus par VELOSO *et al.* (2006) qui soulignent la régression des populations de *T. saltator* sur les côtes baltiques polonaises suite au développement du tourisme. Le site d'échantillonnage de la plage de Santa Pola, par sa localisation, près d'une saline, et donc à une certaine distance des agglomérations, se trouve donc relativement épargné des activités anthropiques, principalement les récréations et les nettoyages. Ce qui explique sa plus riche et plus diversifiée arthropodofaune comparée à celle d'El Pinet nettement plus large, mais plus exposée aux activités humaines à cause de sa proximité des zones fortement urbanisées. Cette constatation, à l'instar de celle de VELOSO *et al.* (2006), confirme la corrélation négative qui existe entre l'abondance et la diversité des arthropodes côtiers, principalement les Crustacés semi-terrestres, d'une part et l'urbanisation et les diverses activités humaines, d'autre part.

CONCLUSION

L'occupation intensive du littoral, notamment des plages cause d'importants dégâts sur ces écotomes qui subissent de fortes et rapides érosions. Ceci engendre une régression importante de leurs superficies et une grande perte de leur volume sédimentaire. Ces écosystèmes côtiers renferment une faune et une flore, leur dégradation engendre la perturbation voire même l'extinction de cette biocénose.

Dans le cas de l'Espagne et depuis quelque décennies, le système plage dune de la province d'Alicante est sous l'action d'une forte anthropisation qui a conduit à une modification paysagère suite à l'extension des constructions et la réduction du couvert végétal. Le tourisme constitue l'une des principales activités économiques du pays (Escarré *et*

*al.*1989). Cette activité a fait appel à un nettoyage mécanique fréquent des plages. Tous ces facteurs ont amené à la chute de diversité et de l'effectif des Arthropodes semi-terrestres du système plage-dune d'El Pinet. Le nettoyage mécanique du sable constituerait le facteur à impact très négatif sur la structure de ce peuplement à cause de son action immédiate et continue sur le sable, lieu d'enfouissement des espèces étudiées et sur la matière organique, la principale source trophique de ces crustacés.

BIBLIOGRAPHIE

- ALDGUIAR M. and SEVA (1989) Agresiones Al Medio Dunar. Propuestas Di Ordenaión. In Estudios sobre el medio y la biocenosis en los arenales costeros de la provincia de alicante (ed. Escarré A., Martin J. & Seva E.), 111-116. Instituto de Cultura «Juan Gil-Albert».
- BARTOLOME F. (1989) Clima. In Estudios sobre el medio y la biocenosis en los arenales costeros de la provincia de alicante (ed. Escarré a., Martin J. & Seva E.), 43-50. Instituto de Cultura «Juan Gil-Albert».
- BOTELLA F.M. (1989) Repoblación De Las Dunas De Guardamar Del Segura Memoria y Láminas. In Estudios sobre el medio y la biocenosis en los arenales costeros de la provincia de alicante (ed. Escarré A., Martin J. and Seva E.), 117-129. Instituto de Cultura «Juan Gil-Albert».
- BROWN A. C. (1996) Behavioural plasticity as a key factor in the survival and evolution of the macrofauna on exposed sandy beaches. Rev. Chil. de Hist. Nat. 69, 469-474
- BROWN A. C. and MCLACHLAN A. (1994) Ecology of Sandy Shores. Elsevier
- CHARFI-CHEIKHROUHA F., EL GTARI M. & BOUSLAMA M. F., (2000a) Distribution and reproduction of two sandhoppers, *Talitrus saltator* and *Talorchestia bito* from Zouaraa (North-West of Tunisia) Pol.Arch. of Hydrobiol. (47:3-4) 621-629
- CHARFI-CHEIKHROUHA F., BOUSLAMA M. F. & EL GTARI M. (2000b) Migration Et Zonation De *Talitrus saltator* (Crustacea Amphipode) De La Plage De Zouaraa. Bull. de l'Ass. Tun. des Sci. de la Mer. N° spécial (5) 85-88
- COLOMBINI I. and CHELAZZI L. (1996) Environmental factors influencing the surface activity of *Eurynebria complanata* (Coleoptera, Carabidae). Revista Chilena de Historia natural (69) 511-537.
- COLOMBINI I., ALAOIA A., BOUSLAMA M.F., EL GTARI M., FALLACI M.; RONCONI, L., SCAPINI F. and CHELAZZI L. (2002) Small-scal spatial and seasonal differences in the distribution of beach arthropods on the northern Tunisian

- coasts. Are species evenly distributed along the shore? *Mar. Biol.* (140): 1001-1012.
- COLOMBINI I., FALLACI M., MILANESI F., SCAPINI F. and CHELAZZI L., (2003) Comparative diversity analysis in sandy littoral ecosystems of the western Mediterranean. *Est. Coast. and Sh. Sci.* (58) 93–104
- COLOMBINI I. ; BOUSLAMA M.F., EL GTARI M., FALLACI M., SCAPINI F. and CHELAZZI L., (2005) Study of the community structure of terrestrial arthropods of a Mediterranean sandy beach ecosystem of Morocco. *Ecosystèmes sensibles de la Méditerranée. Cas du littoral du Smir. Travaux de l'institut scientifique. Rabat, série générale.* 2005. (4) 43-54.
- CUADRADO D.G, GÓMEZ E.A and GINSBERG S.S. (2005) Tidal and longshore sediment transport associated to a coastal structure *Est. Coast. and Shel. Sci.* 62, 291–300
- DEIDUN A., AZZOPARDI M., SALIBA S. and SCHEMBRI P.J. (2003) Low faunal diversity on Maltese sandy beaches: fact or artefact? *Est. Coast. and Shel. Sci.* 58, 83–92
- EL GTARI M., CHARFI-CHEIKHROUHA F. and SCAPINI F. (2000) Behavioural adaptation of Talitrid populations to beaches with different dynamics and degree of human impact along Tunisian coasts. *Pol. Arch. of Hydrobiol.* 47 (3-4), 643-650
- ESCARRE A., MARTIN J. and SEVA E., (1989) Estudios sobre el medio y la biocenosis en los arenales costeros de la provincia de Alicante. Instituto de Cultura «Juan Gil-Albert». Diputación Provincial Di Alicante
- GONÇALVES S.C., MARQUES, J.C PARDAL M.A, BOUSLAMA M.F., EL GTARI M., CHARFI-CHEIKHROUHA F. and SCAPINI F. (2003) Comparison of the biology, dynamics, and secondary production of *Talorchestia brito* (Amphipoda, Talitridae) in Atlantic (Portugal) and Mediterranean (Tunisia) populations. *Estu. Coast. and Shel. Sci* 58, 901-916
- IDRISSI M., AIT LAAMEL M., A. HOURIMECHE A. AND M. CHAGDALI M. (2004) Impact of the swell on the current morphological and sedimentary evolution of the coastal zone of Casablanca–Mohammedia (Morocco). *Jour. of African Ear. Sci.* 39, 541–548
- LASTRA M., DE LA HUZ R., SA´NCHÉZ-MATA A.G., RODIL I.F., AERTS K., BELOSO S., LO´PEZ J.(2006) Ecology of exposed sandy beaches in northern Spain: Environmental factors controlling macrofauna communities. *Journal of Sea Research* 55(2) 128-140
- MARQUES J.C, GONÇALVES S.C., PARDAL M.A, CHELAZZI L., COLOMBINI I., FALLACI M., BOUSLAMA M.F., EL GTARI M., CHARFI-CHEIKHROUHA F. AND SCAPINI F. (2003) Comparison of *Talitrus saltator* (Amphipoda, Talitridae) biology, dynamics, and secondary production in Atlantic (Portugal) and Mediterranean (Italy and Tunisia) populations. *Estu. Coast. and Shel. Sci.* 58, 127-148.
- MCLACHLAN, A., JARAMILLO, E., DONN, T.E. AND WESSELS, F. (1993) Sandy beach macrofauna communities and their control by the physical environment: a geographical comparison. *J. Coast. Res.* 15, 27– 38.
- MEAD F. (1968) Observations sur l'écologie du *Tylos latreillei* Audouin (Isopode Tylidae) et sur son comportement en milieu naturel. *Vie et mil.* 19, 345-362.
- RODIL I.F. and LASTRA M. (2004) Environmental factors affecting benthic macrofauna along a gradient of intermediate sandy beaches in northern Spain. *Estu. Coast. and Shel. Sci* 61, 37-44
- VELOSO V. G., SILVA E.S., CAETANO C.H.S. AND CARDOSO R.S. (2006) Comparison between the macroinfauna of urbanized and protected beaches in Rio de Janeiro state, Brazil. *Biol. Conserv.* 127, 510-515.