

## Diversité spécifique et biomasse des copépodes pélagiques de la région de Ras Kebdana (côte méditerranéenne marocaine)

Fouzi ZEROUALI <sup>1</sup> & Mohamed MELHAOUI <sup>1</sup>

(Reçu le 10/12/2001 ; Accepté le 14/06/2002)

### التنوع والكتلة الحية لمجذافيات الأرجل لمنطقة رأس كبدانة (الساحل المتوسطي للمغرب)

تم إحصاء 57 نوعاً من مجذافيات الأرجل في المياه الساحلية المتوسطية في منطقة رأس كبدانة شمال شرق المغرب. هذه التركيبة النوعية تعرف أعلى نسبة لها خلال نهاية الخريف وبداية الشتاء، بينما خلال فصل الصيف تعرف تناقصاً ملحوظاً. إن دراسة التركيبة الكمية لهذه الكائنات بينت أن نوع بركلنوس برفوس هو الأكثر وجوداً ويمثل قاعدة هذا الوحيش. من جهة أخرى، فإن وفرة هذه الكائنات التي تبلغ قممتها خلال شهور ماي، يوليوز، أكتوبر ونونبر قد تبدو متعلقة بالحالة الهيدرولوجية، خاصة الحرارة، والعوامل الغذائية (البلانكتون النباتي) لهذا الوسط. بين استعمال معامل التنوع لشانون أن فصل الخريف وبداية الشتاء تتميز بتنوع مرتفع، بينما خلال فصل الصيف يكون هذا التنوع ضعيفاً. إن الكتلة الحية لكائنات مجذافيات الأرجل تتميز بتغيرات فصيلة مهمة، فهي تنحصر ما بين 1.7 ملغ/م<sup>3</sup> في فبراير 18.9 ملغ/م<sup>3</sup> في شتنبر.

**الكلمات المفتاحية :** مجذافيات الأرجل- الكتلة الحية- التنوع- رأس كبدانة- البحر المتوسط

Diversité spécifique et biomasse des copépodes pélagiques de la région de Ras Kebdana (côte méditerranéenne marocaine)

Au total, 57 espèces de copépodes pélagiques ont été inventoriées dans la région de Ras Kebdana au nord-est de la Méditerranée marocaine. Cette richesse spécifique subit de grandes variations saisonnières. L'étude de la structure quantitative de ces crustacés montre que *Paracalanus parvus* est l'espèce la plus abondante et constitue la base de ce peuplement. La succession des quatre pics d'abondance observée en mai, juillet, octobre et novembre semble être liée aux variations des conditions hydrologiques (température) et aux facteurs trophiques (phytoplancton) régnant dans le milieu. La saison automnale et le début de l'hiver se caractérisent par une diversité spécifique relativement élevée, alors qu'en période estivale cette diversité est plus faible. La biomasse des copépodes varie de 1,7 mg/m<sup>3</sup> comme valeur minimale en février à 18,9 mg/m<sup>3</sup> comme valeur maximale en septembre.

**Mots clés :** Copépodes pélagiques - Diversité spécifique - Biomasse - Ras Kebdana - Méditerranée - Maroc

Specific diversity and biomass of pelagic copepods from Ras Kebdana region (Mediterranean coast of Morocco)

57 species of pelagic Copepods were inventoried in the coastal station of Ras Kebdana in North-Eastern of Morocco. This specific richness, which shows a great seasonal variations is generally high in autumn and the beginning of winter, whereas it is low in estival period. The study of the quantitative structure of these crustacean shows that *Paracalanus parvus* is the most abundant species and constitutes the base of this peuplement. The succession of the four peaks of abundance observed in May, July, October and November seems especially related to the variations of hydrological conditions (temperature) and trophic factors (phytoplankton) in the medium. The autumnal season and the beginning of winter are characterised by a relatively high specific diversity, whereas in estival period this diversity is low. The biomass of Copepods presents significant seasonal fluctuations. It varies from 1.7 mg/m<sup>3</sup> like minimal value in February to 18.9 mg/m<sup>3</sup> like maximum value in September.

**Key words :** Pelagic copepods - Specific diversity - Biomass - Ras Kebdana - Mediterranean sea - Morocco

<sup>1</sup> Laboratoire d'Hydrobiologie et Écologie Générale, Faculté des Sciences d'Oujda B.P. 524 , 60000 Oujda, Maroc

<sup>2</sup> Auteur correspondant ; e-mail : fzerouali@sciences.univ-oujda.ac.ma

## INTRODUCTION

Les copépodes pélagiques représentent un maillon particulièrement intéressant de la chaîne alimentaire du milieu marin. Ils jouent, en effet, un rôle primordial dans les processus de transformation de la matière organique au niveau de l'échelon secondaire. Ils constituent le groupe dominant du mézoplancton marin formant souvent 55% à 90% de la biomasse zooplanctonique globale (Gaudy, 1985). Par leur diversité spécifique, les copépodes constituent la principale nourriture pour certains groupes zoologiques y compris plusieurs poissons pélagiques d'intérêt économique comme la sardine et l'anchois (Thiriot, 1976).

Au Maroc, l'évolution annuelle du peuplement copépodique des côtes méditerranéennes reste encore mal connue en comparaison avec celle des côtes atlantiques (Furnestin, 1976 ; Furnestin & Belfquih, 1976 ; Belfquih, 1980 ; Boucher, 1982 ; Chiahou, 1990 ; 1997 ; El Khalki, 2000). Par ailleurs, de nombreuses études sur les copépodes pélagiques ont été réalisées dans plusieurs régions de la mer Méditerranée : Castellon (Vives, 1966), golfe de Marseille (Gaudy, 1970), golfe de Lion (Razouls, 1972), Alger (Seguin, 1973), rade de Villefranche-sur-Mer (Seguin, 1981), côtes libanaises (Lakkis, 1983) et front Almeria-Oran (Seguin *et al.*, 1993). Cependant, aucune étude de

ce genre n'a été effectuée sur les côtes méditerranéennes marocaines malgré leur position stratégique dans la circulation générale des courants marins océaniques dans la mer Méditerranée à travers le détroit de Gibraltar.

Aussi, le présent travail se propose de définir la structure qualitative et quantitative des copépodes pélagiques de la région de Ras Kebdana et d'étudier les différentes fluctuations saisonnières.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

La région de Ras Kebdana est située à l'extrême nord-est du littoral Méditerranéen marocain (35°8'7" N et 2°24'4" W). Une station unique (A) a été choisie au niveau de cette région (Figure 1). Elle est située à l'est du port de Ras Kebdana sur un fond de 15 m. Cette station présente un caractère néritique typique du fait de sa proximité de la côte et de sa faible profondeur (15 m).

L'échantillonnage des copépodes a été effectué durant un cycle annuel de novembre 1998 à novembre 1999 à raison de deux campagnes par mois. Des traits horizontaux en surface, d'une durée de 15 minutes, ont été pratiqués à l'aide d'un filet planctonique de type Juday-Bogorov de 80  $\mu$ m de vide de maille. Des mesures de la température de l'eau et de la salinité ont été réalisées au moment de l'échantillonnage du zooplancton.

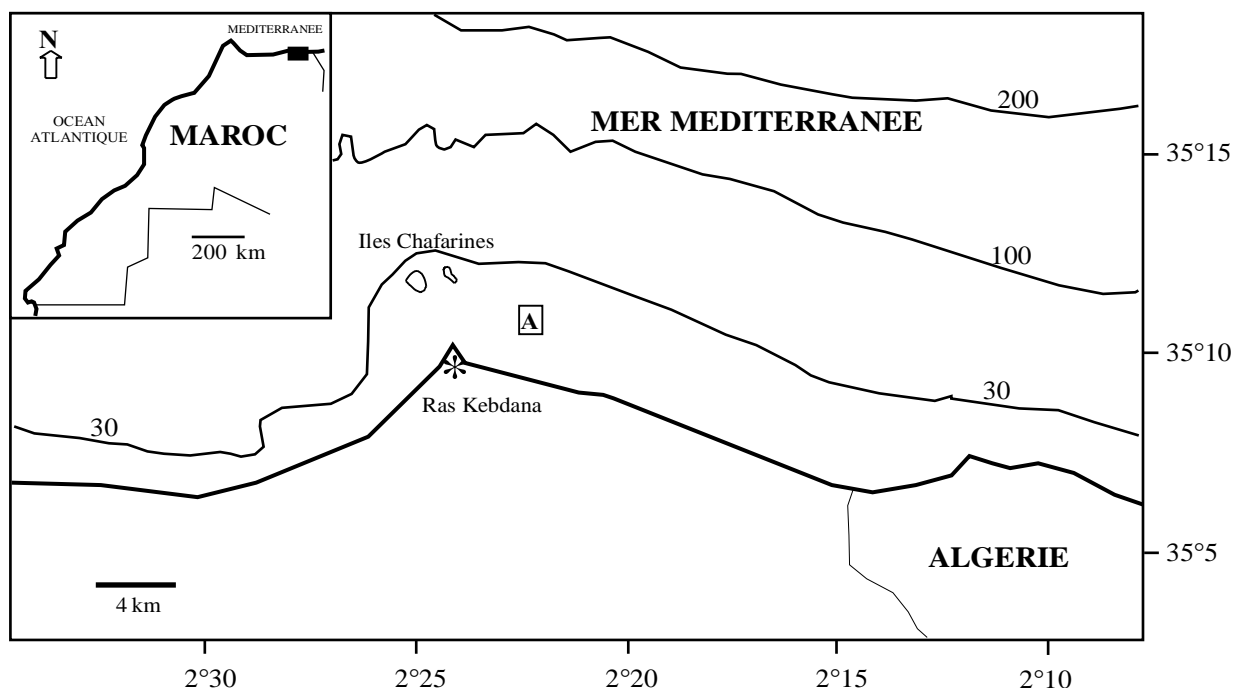


Figure 1. Situation géographique de la station d'échantillonnage des copépodes

L'échantillon recueilli est fixé à l'aide du formol 5%. La détermination systématique a été faite sous microscope en utilisant les deux clés de détermination de Rose (1933) et de Tregouboff & Rose (1978).

À cet effet, une dissection de certains appendices de copépodes s'est avérée nécessaire pour l'identification précise des espèces. Le dénombrement des individus des différentes espèces de copépodes a été mené selon la méthode de Bourdillon (1964) en utilisant la cuve de Dollfus. Les effectifs comptés sont exprimés en nombre d'individus par mètre cube. Le volume théorique d'eau filtré à la fin de chaque trait a été estimé en prenant compte de la section du filet et de la distance parcourue.

L'indice de diversité de Shannon (1948) a été calculé pour les 25 échantillons pris au cours de ce cycle annuel. La formule de Shannon-Wiener (1948) a été adoptée et les valeurs sont exprimées en bits :

$$H = -\sum \left( \frac{n_i}{N} \right) \log_2 \left( \frac{n_i}{N} \right)$$

$n_i$  : nombre d'individus de l'espèce  $i$

$N$  : nombre total d'individus

La biomasse a été évaluée selon la méthode des poids secs. Ces derniers sont mesurés à l'aide d'une balance de précision après dessiccation du plancton dans une étuve à 60°C. Les résultats sont exprimés en mg/m<sup>3</sup>.

## RÉSULTATS

### 1. Paramètres hydrologiques

Le cycle thermique des eaux de surface de la côte de Ras Kebdana montre deux périodes principales (Figure 2) :

- Une période froide (température comprise entre 14,7°C et 16,8°C) qui débute au mois de décembre et s'étend jusqu'au mois de mars.
- Une période chaude de mai à septembre avec des valeurs oscillant entre 20,8°C et 26,3°C.

La salinité varie entre 36,8‰ et 38,5‰ (Figure 3). Durant la saison estivale (de juin à août), la salinité reste supérieure à 37,6‰ et atteint son maximum au mois de juillet. Pour le reste de l'année, elle est fluctuante et généralement inférieure à 37,6‰ avec une valeur minimale de 36,7‰ en décembre.

Au cours des différentes campagnes de cette étude, on a observé une prolifération très importante du phytoplancton particulièrement les genres *Ceratium* et *Noctulica* en saisons printanière, estivale et automnale.

### 2. Étude qualitative des copépodes

L'inventaire systématique des copépodes a révélé la présence de 57 espèces appartenant à 17 familles et 23 genres (Tableau 1).

Cette richesse spécifique subit d'importantes variations saisonnières (Figure 4). Généralement, elle est élevée à la fin de l'automne et au début de l'hiver, avec un maximum de 25 espèces en décembre, alors qu'elle est faible en saison estivale avec un minimum de 9 espèces enregistré en août.

### 3. Étude quantitative des copépodes

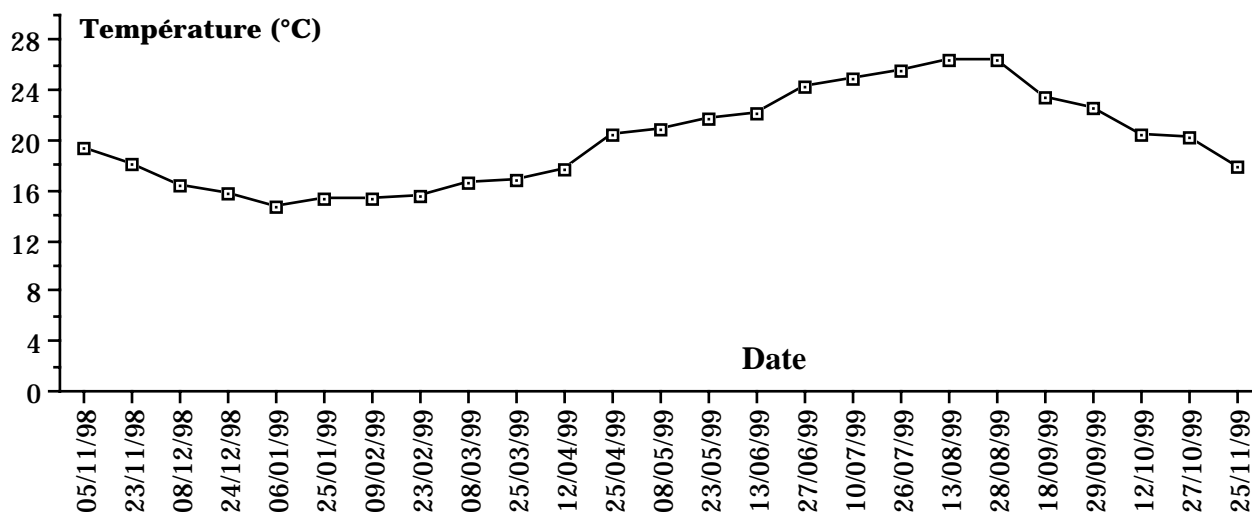
L'évolution annuelle de l'abondance relative des copépodes récoltés montre que cinq espèces se distinguent dans le peuplement (Figure 5). Il s'agit de *Paracalanus parvus* (37%), *Oithona nana* (15,1%), *Centropages krøyeri* (8,9%), *Acartia clausi* (8,1%) et *Euterpina acutifrons* (5,5%). L'ensemble de ces cinq espèces constitue environ 75% de l'effectif total des copépodes. *Paracalanus parvus*, l'espèce la mieux représentée, constitue la base de ce peuplement.

La variation de l'effectif total des copépodes durant ce cycle annuel est marquée par une série de quatre pics de densité (Figure 6) :

- Un pic en période printanière signalé au mois de mai avec une densité de 1274 ind/m<sup>3</sup>.
- Un pic en période estivale enregistré au mois de juillet avec 1056 ind/m<sup>3</sup>.
- Deux pics en période automnale, l'un au mois d'octobre (681 ind/m<sup>3</sup>) et l'autre au mois de novembre avec une densité de 677 ind/m<sup>3</sup>.

Les valeurs minimales de la densité ont été enregistrées en hiver avec 21 ind/m<sup>3</sup> en février. Globalement, l'hiver est une saison de très faible densité, alors que la saison estivale est la plus riche en copépodes.

Parmi les 57 espèces de copépodes rencontrées dans les eaux côtières de Ras Kebdana, seulement cinq espèces sont relativement abondantes et constituent l'essentiel de ce peuplement. Il s'agit de *Paracalanus parvus*, *Oithona nana*, *Centropages krøyeri*, *Acartia clausi* et *Euterpina acutifrons*.

**Tableau 1. Liste des espèces de copépodes des eaux côtières de Ras Kebdana****Calanidae***Calanus helgolandicus* (Claus, 1863)*Calanus minor* (Claus, 1863)**Eucalanidae***Eucalanus elongatus* (Dana, 1848)*Eucalanus crassus* (Giesbrecht, 1888)*Eucalanus sp.**Mecynocera clausi* (Thompson, 1888)**Paracalanidae***Paracalanus parvus* (Claus, 1863)*Paracalanus pygmaeus* (Claus, 1863)*Calocalanus pavo* (Dana, 1849)*Calocalanus styliremis* (Giesbrecht, 1888)**Pseudocalanidae***Clausocalanus arcuicornis* (Dana, 1849)*Clausocalanus furcatus* (Brady, 1883)**Temoridae***Temora stylifera* (Dana, 1848)**Centropagidae***Centropages typicus* (Kröyer, 1849)*Centropages kröyeri* (Giesbrecht, 1892)*Centropages violaceus* (Claus, 1863)*Centropages chierchiae* (Giesbrecht, 1889)*Isias clavipes* (Boeck, 1864)**Lucicutiidae***Lucicutia flavicornis* (Claus, 1863)**Heterorhabdidae***Heterorhabdus papilliger* (Claus, 1863)**Pontellidae***Pontella sp.**Labidocera wollastoni* (Lubbock, 1857)*Labidocera brunescens* (Czerniavsky, 1868)*Labidocera sp.***Acartiidae***Acartia clausi* (Giesbrecht, 1889)*Acartia longiremis* (Lilljeborg, 1853)*Acartia discaudata* (Giesbrecht, 1881)*Acartia latisetosa* (Kriczaguin, 1873)*Acartia grani* (Sars, 1904)*Acartia danae* (Giesbrecht, 1889)**Oithonidae***Oithona helgolandica* (Claus, 1863)*Oithona linearis* (Giesbrecht, 1891)*Oithona nana* (Giesbrecht, 1892)*Oithona plumifera* (Baird, 1843)*Oithona setigera* (Dana, 1849)**Ectinosomidae***Microsetella rosea* (Dana, 1852)*Microsetella norvegica* (Boeck, 1864)**Tachydiidae***Euterpina acutifrons* (Dana, 1852)**Clytemnestridae***Clytemnestra scutellata* (Dana, 1852)*Clytemnestra rostrata* (Brady, 1883)**Oncaeidae***Oncaea venusta* (Philippi, 1843)*Oncaea mediterranea* (Claus, 1863)*Oncaea media* (Giesbrecht, 1891)*Oncaea conifera* (Giesbrecht, 1891)*Oncaea minuta* (Giesbrecht, 1892)*Oncaea sp.***Sapphirinidae***Sapphirina intestinata* (Giesbrecht, 1891)*Sapphirina nigromaculata* (Claus, 1863)*Sapphirina sp.**Copilia mediterranea* (Claus, 1863)*Copilia quadrata* (Dana, 1842)**Corycaeidae***Corycaeus speciosus* (Dana, 1849)*Corycaeus clausi* (Dahl, 1894)*Corycaeus latus* (Dana, 1849)*Corycaeus ovalis* (Claus, 1863)*Corycaeus furcifer* (Claus, 1863)*Corycella rostrata* (Claus, 1863)**Figure 2. Évolution de la température des eaux côtières de Ras Kebdana**

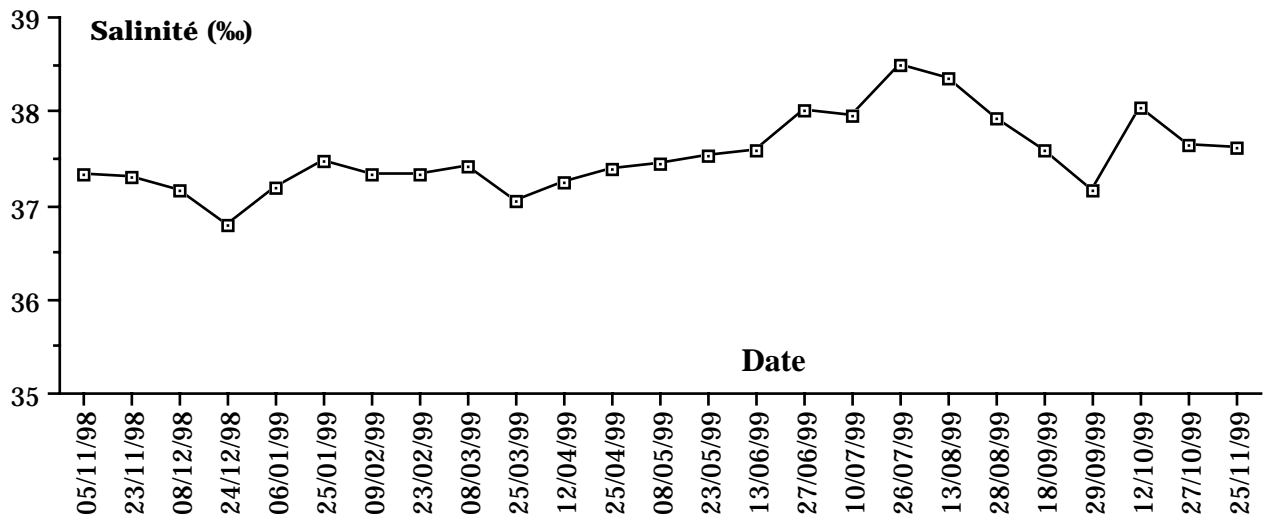


Figure 3. Évolution de la salinité des eaux côtières de Ras Kebdana

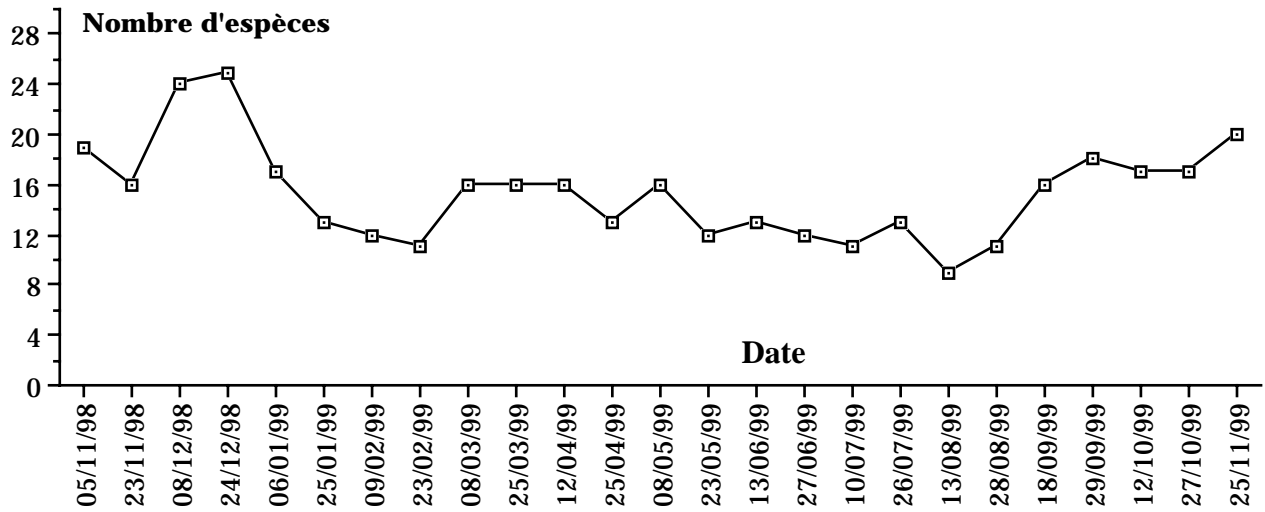


Figure 4. Variation saisonnière de la richesse spécifique des copépodes

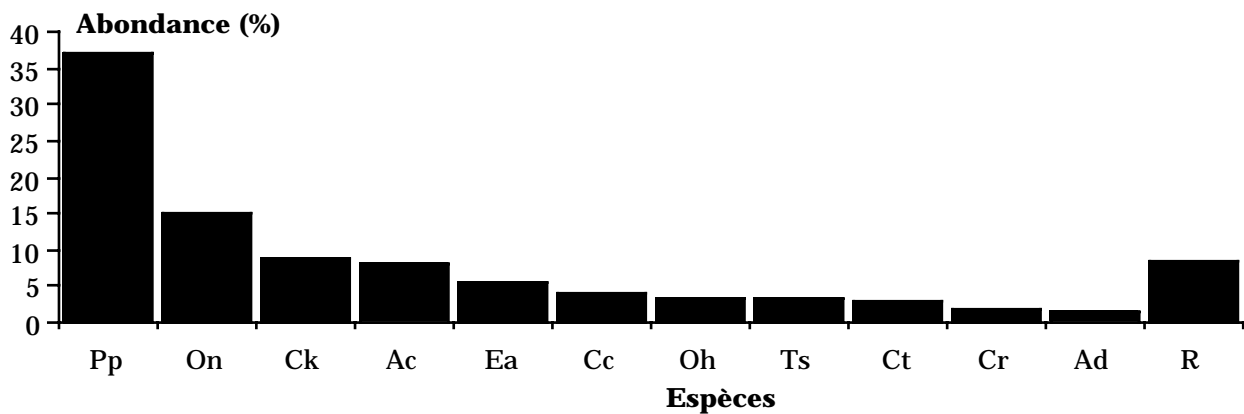


Figure 5. Fluctuation annuelle de l'abondance relative des principales espèces de copépodes

Pp: *Paracalanus parvus* ; On : *Oithona nana* ; Ck : *Centropages krøyeri* ; Ac : *Acartia clausi* ; Ea : *Euterpina acutifrons* ; Cc: *Centropages chierchiae* ; Oh : *Oithona helgolandica* ; Ts : *Temora stylifera* ; Ct : *Centropages typicus* ; Cr : *Corycella rostrata* ; Ad : *Acartia discaudata* ; R : Reste des espèces

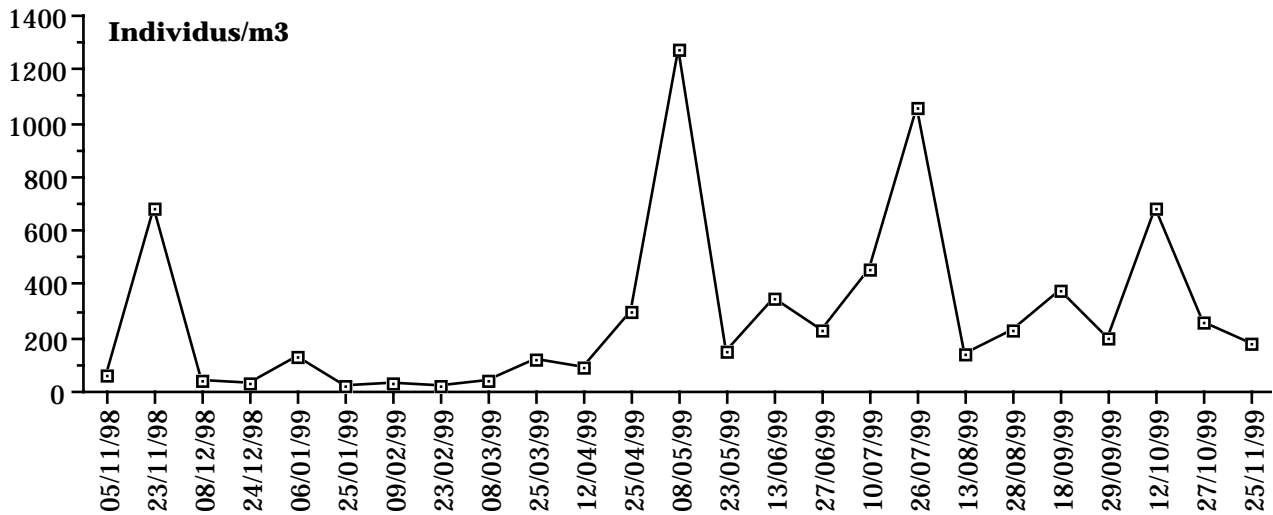


Figure 6. Variation annuelle de la densité totale des copépodes

L'évolution saisonnière des principales espèces de copépodes présente des fluctuations importantes.

*Paracalanus parvus* est l'espèce la plus abondante (Figure 7). Sa forte densité a été enregistrée en

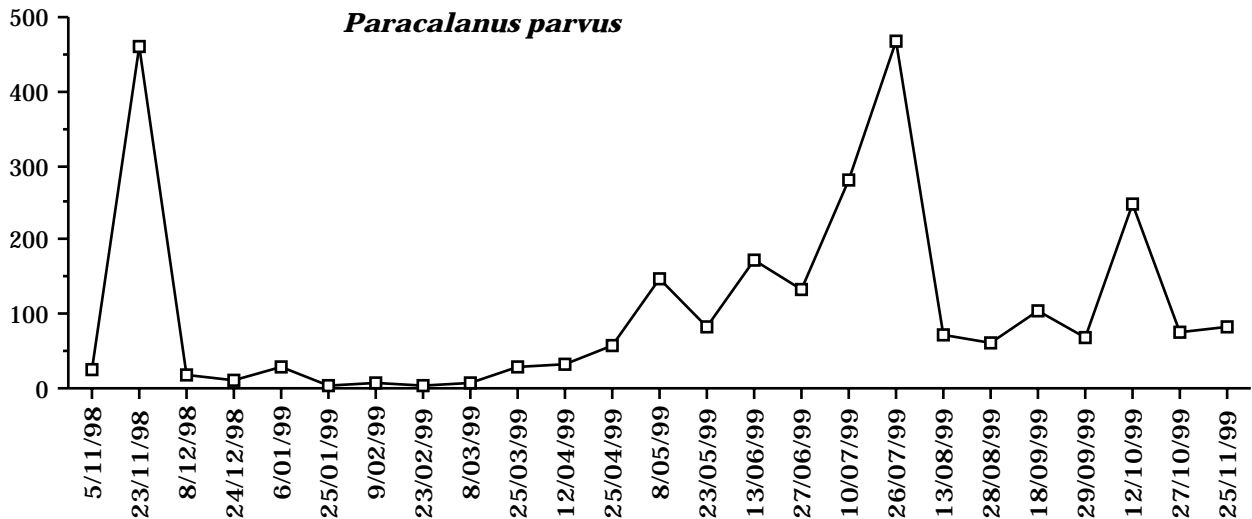


Figure 7. Évolution saisonnière de la densité de l'espèce *Paracalanus parvus* (individus/m<sup>3</sup>)

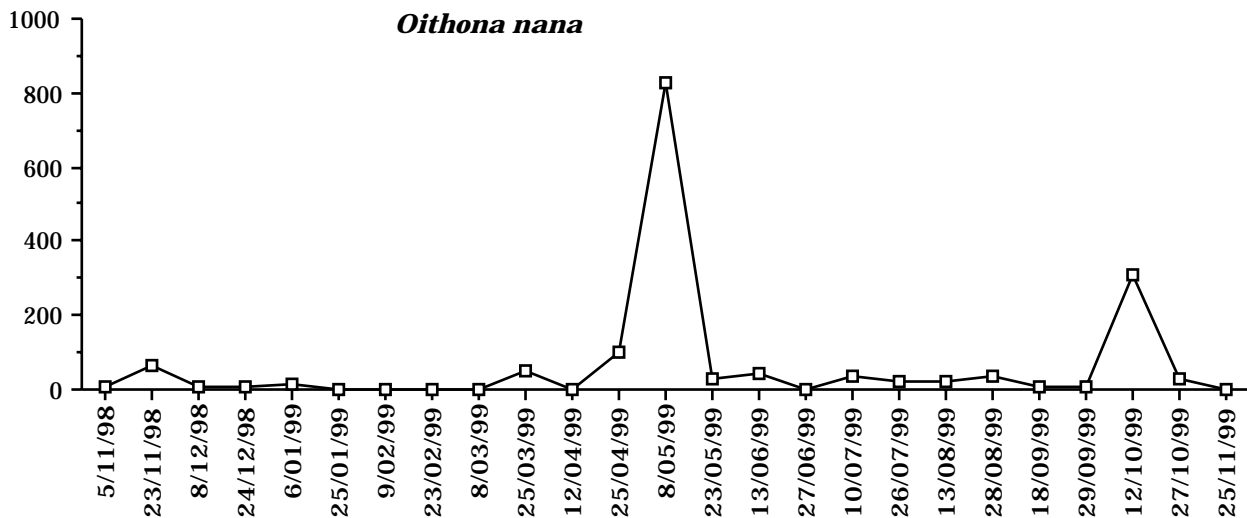


Figure 8. Évolution saisonnière de la densité de l'espèce *Oithona nana* (individus/m<sup>3</sup>)

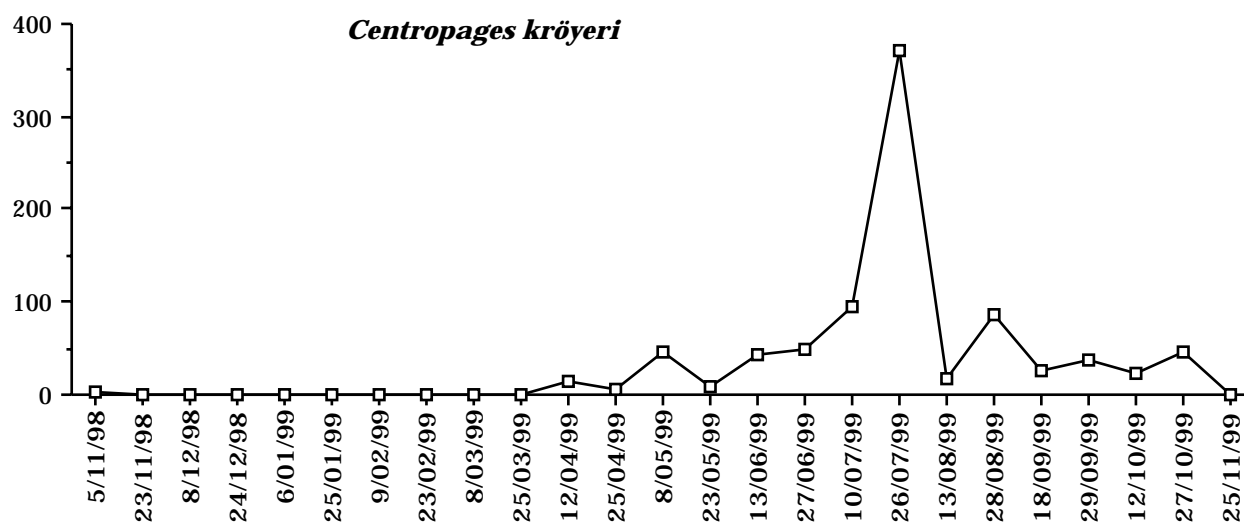


Figure 9. Évolution saisonnière de la densité de l'espèce *Centropages kröyeri* (individus/m<sup>3</sup>)

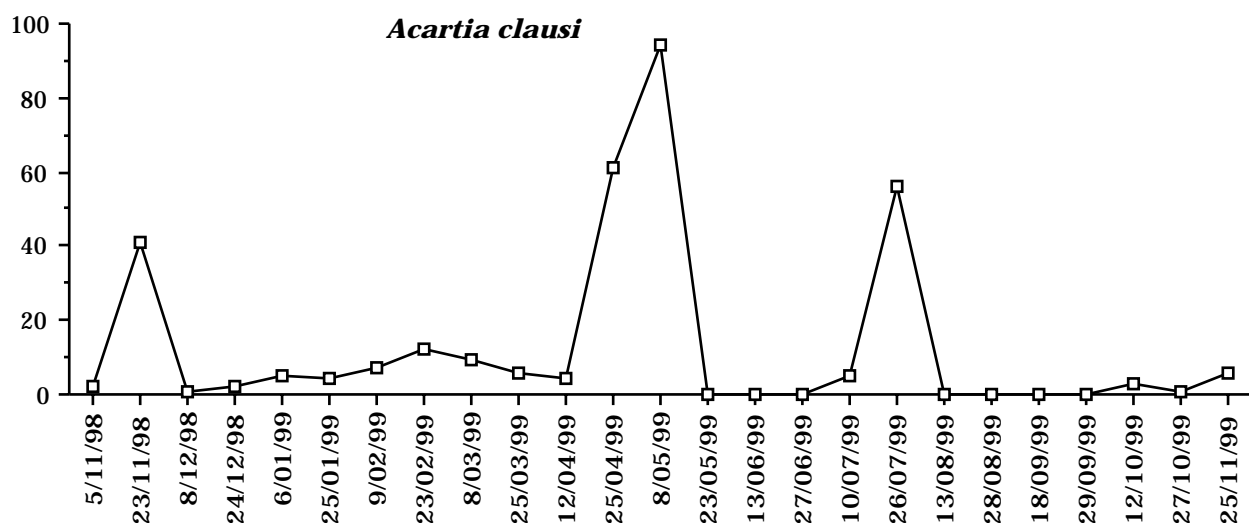


Figure 10. Évolution saisonnière de la densité de l'espèce *Acartia clausi* (individus/m<sup>3</sup>)

novembre (460 ind/m<sup>3</sup>) et en juillet (467 ind/m<sup>3</sup>). En saison hivernale, la densité est de 4 ind/m<sup>3</sup> en février.

*Oithona nana* est présente toute l'année (Figure 8). Cette espèce est la mieux représentée de la famille des Oithonidae. Son maximum de densité (828 ind/m<sup>3</sup>) a été observé durant la saison printanière au mois de mai.

*Centropages kröyeri* atteint la densité la plus élevée en saison estivale avec un maximum de 372 ind/m<sup>3</sup> en juillet (Figure 9).

*Acartia clausi* enregistre la plus forte densité au printemps avec 94 ind/m<sup>3</sup> au début de mai (Figure 10).

*Euterpina acutifrons* présente, en général, des densités faibles (maximum de 55 ind/m<sup>3</sup> en mai) par rapport aux autres espèces (Figure 11).

#### 4. Indice de diversité de Shannon

Les valeurs de l'indice de diversité enregistrées durant ce cycle annuel sont comprises entre 1,69 et 3,49 (Figure 12).

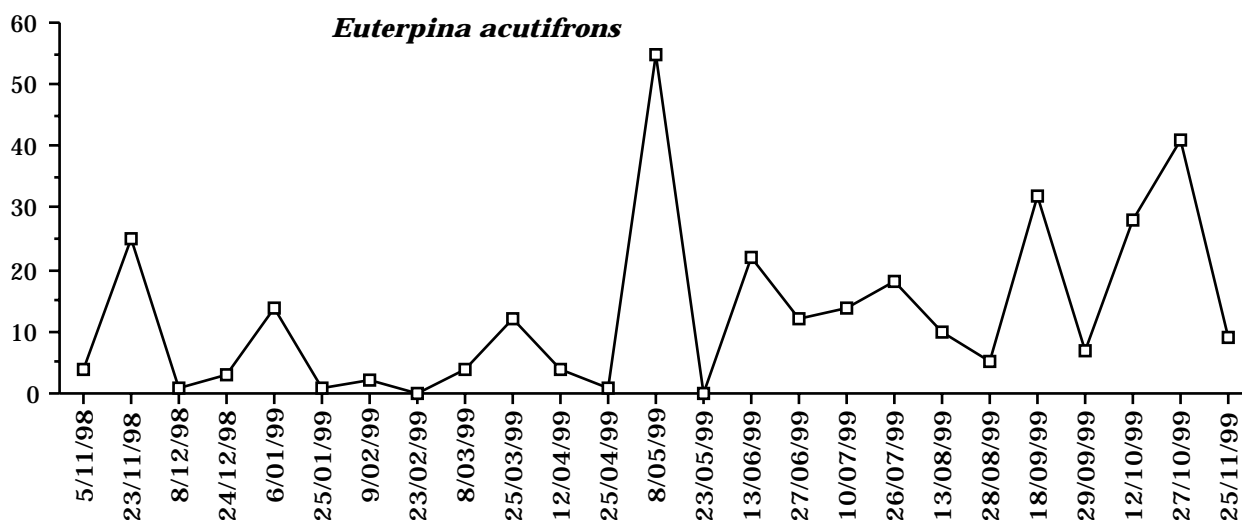


Figure 11. Évolution saisonnière de la densité de l'espèce *Euterpina acutifrons* (individus/m<sup>3</sup>)

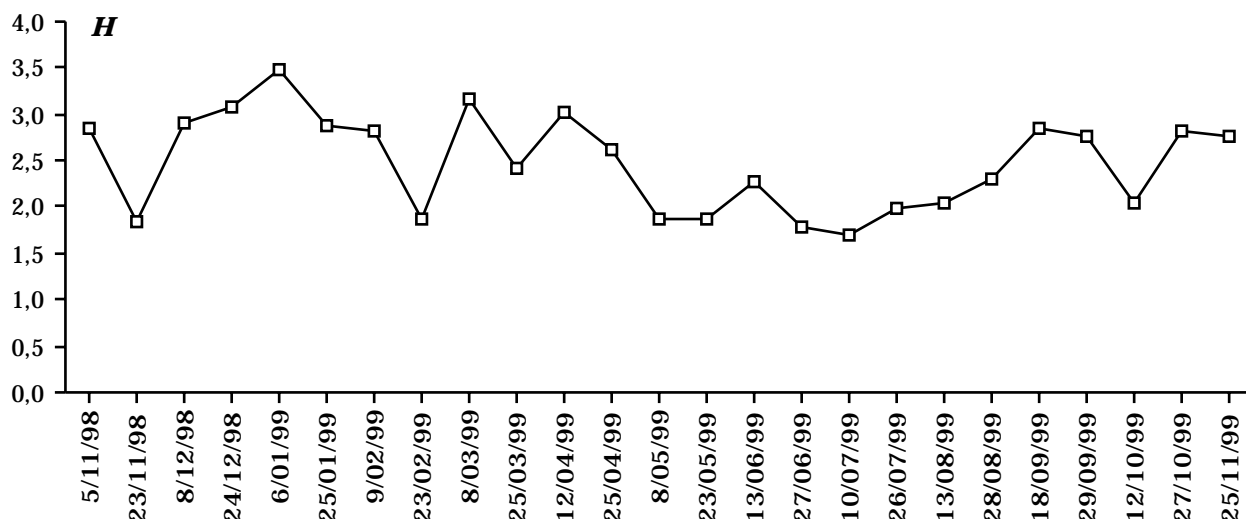


Figure 12. Variation saisonnière de l'indice de diversité H des copépodes

Généralement, en période automnale et au début de l'hiver, les valeurs de l'indice sont plus importantes (à l'exception de deux campagnes, celles du 23 novembre et 12 octobre) avec une valeur maximale de 3,49 signalée en décembre. Les indices les plus faibles sont enregistrés en saison estivale avec une valeur minimale de 1,69 au mois de juillet.

### 5. Biomasse

La biomasse totale moyenne des copépodes de la région prospectée est de l'ordre de 8,1 mg/m<sup>3</sup>. Elle varie entre 1,7 mg/m<sup>3</sup> et 18,9 mg/m<sup>3</sup> (Figure 13).

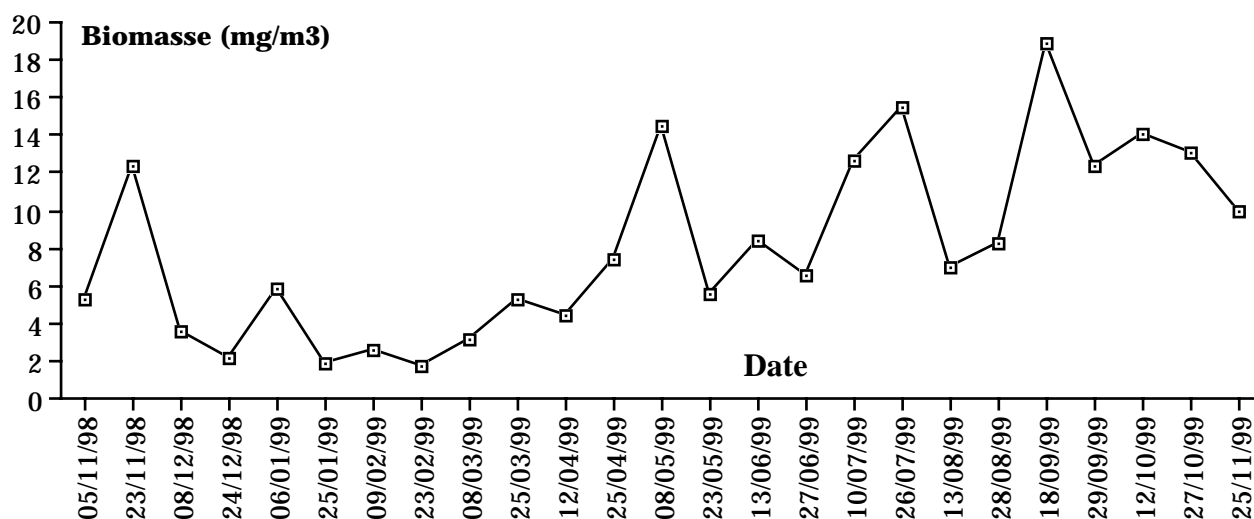
Les valeurs les plus faibles sont enregistrées en hiver avec un minimum au mois de février (1,7 mg/m<sup>3</sup>). Pour le reste des saisons, la biomasse

présente des fluctuations importantes avec un pic en mai (14,4 mg/m<sup>3</sup>), juillet (15,5 mg/m<sup>3</sup>), septembre (18,9 mg/m<sup>3</sup>), octobre (14,1 mg/m<sup>3</sup>) et novembre (12,3 mg/m<sup>3</sup>). La valeur la plus élevée a été enregistrée vers la fin de l'été avec 18,9 mg/m<sup>3</sup> signalée le 18 septembre.

### DISCUSSION

À l'échelle de l'ensemble des prélèvements, 57 espèces de copépodes ont été recensées dans la station étudiée de Ras Kebdana. Les fluctuations saisonnières de cette richesse spécifique semblent être le plus souvent liées aux changements des conditions du milieu. En effet, durant la saison estivale la nette augmentation de la température et de la salinité a provoqué l'élimination de certaines espèces sténothermes et sténohalines.





**Figure 13. Variation saisonnière de la biomasse totale des copépodes**

Seules les espèces les plus tolérantes pouvant se maintenir dans le milieu ont pu échapper. Ceci est compatible avec les observations qui sont faites par Chiahou (1997) sur les copépodes de la côte atlantique d'El Jadida. À cela, s'ajoute la circulation marine qui influence à la fois la richesse et la variété du peuplement ainsi que sa composition et sa distribution saisonnière.

Bien que la courantologie de la zone étudiée soit encore mal connue, elle est sans doute complexe du fait de sa situation en zone de transition entre les masses des eaux atlantiques et méditerranéennes à travers le détroit de Gibraltar. Cette influence marine atlantique s'exerce d'avantage sur le littoral des côtes marocaines et algériennes que sur celui des côtes espagnoles (Millot, 1987 ; Benzohra, 1993). D'autre part, selon Massuti (1942), durant les mois d'hiver le transport par le détroit de Gibraltar serait le plus massif, ce qui enrichit l'écosystème planctonique méditerranéen en cette période de l'année.

D'ailleurs, certains auteurs ont établi une liste d'une trentaine d'espèces de copépodes atlantiques qui sont l'objet d'un transport permanent à partir de l'océan Atlantique vers la mer Méditerranée à travers le détroit de Gibraltar (Giron, 1963, Mazza, 1967 ; Furnestin, 1968 ; Gaudy, 1970 ; Seguin, 1972 ; Greze *et al.*, 1985).

Parmi ces formes atlantiques, huit espèces ont été récoltées dans la station étudiée de Ras Kebdana. Il s'agit d'*Eucalanus crassus*, *Mecynocera clausi*, *Calocalanus pavo*, *Calocalanus styliremis*,

*Centropages chierchiae*, *Centropages violaceus*, *Lucicutia flavicornis* et *Acartia danae*.

La prédominance très nette de *Paracalanus parvus* dans la région de Ras Kebdana peut être liée, d'une part, à la situation côtière de notre station d'échantillonnage et, d'autre part, aux conditions hydrologiques et trophiques régnantes dans ce milieu. En général, cette espèce est très liée à la proximité des côtes ; de plus, elle est fréquente dans la plupart des zones néritiques (Gaudy, 1970). En Méditerranée, *Paracalanus parvus* présente une intolérance aux salinités inférieures à 34‰ Mazza (1967). Les teneurs élevées de la salinité enregistrées dans notre région d'étude (entre 36,8 et 38,5 ‰) et la position côtière de la station de prélèvement expliquent, en grande partie, l'abondance de cette espèce dans la zone littorale de Ras Kebdana.

Toutefois, la structure quantitative des copépodes et l'importance des espèces les unes par rapport aux autres varient considérablement d'une aire maritime à l'autre. Ainsi, sur la façade atlantique marocaine, *Acartia clausi* et *Calanus helgolandicus* sont les plus dominantes (Belfquih, 1980). *Centropages typicus* domine dans le golfe de Marseille (Gaudy, 1970). Sur la rade de Villefranche-sur-Mer, *Acartia clausi* est la plus abondante (Seguin, 1981). Dans le bassin oriental de la Méditerranée, *Paracalanus parvus* est l'espèce la mieux représentée (Lakkis, 1983).

Par ailleurs, les quatre pics d'abondance observés durant ce cycle annuel sont dus principalement à

la prolifération de trois espèces. Ainsi, le pic printanier est lié à l'abondance de *Oithona nana*. Le pic estival est dû à la prédominance de *Paracalanus parvus* et *Centropages Kröyeri*, alors que durant la période automnale, le pic signalé en octobre résulte de l'abondance de *Oithona nana*, tandis que celui de novembre est lié à la prolifération de *Paracalanus parvus*.

Toutefois, les espèces montrent des dominances saisonnières qui semblent être liées à la structure thermique, haline et trophique du milieu (Gaudy, 1970 ; Razouls, 1972 ; Belfquih, 1980 ; Lakkis, 1983). La température de l'eau, en particulier, constitue un facteur écologique important pour la dynamique des populations planctoniques marines.

En effet, on a constaté en hiver que le peuplement des copépodes subit une baisse très importante de densité en raison de la diminution de la température des eaux (14,7°C). En revanche, la saison estivale constitue la période d'abondance maximale des copépodes. Cette même situation a été observée par Seguin (1981) sur la rade de Villefranche-sur-mer et par Chiahou (1997) sur la côte d'El Jadida.

Selon certains auteurs, la température agit sur le recrutement, le taux de croissance et le métabolisme des crustacés (El Maghraby, 1965 ; Gaudy, 1970 ; Gaudy, 1977 ; Vinas, 1985 ; Gaudy, 1992 ; Miller & Marcus, 1994). Il semble que le réchauffement des eaux signalé à partir de la saison printanière a favorablement activé la croissance et le développement de ces organismes.

En plus des facteurs hydrologiques, le facteur trophique joue un rôle important dans la distribution du plancton marin. Selon Gaudy (1970), les copépodes de la province néritique sont pour la plupart phytophages. Leur cycle saisonnier est donc sous la dépendance plus ou moins directe de l'évolution annuelle du phytoplancton. Dans le secteur étudié, l'enrichissement en phytoplancton signalé au printemps semble favoriser la production secondaire, expliquant ainsi l'augmentation de la densité des copépodes observée à partir de cette saison.

En ce qui concerne les variations de l'indice de Shannon, on a remarqué durant la saison chaude que la diversité des copépodes est plus faible. Cela est dû principalement à l'abondance en individus de deux espèces *Paracalanus parvus* et

*Centropages kröyeri*. Au contraire, en période automnale et au début de l'hiver, l'indice de diversité présente de fortes valeurs ce qui indique une bonne structuration du peuplement. Cette diversité élevée correspond à un stade de maturité de l'écosystème étudié. Ceci est compatible avec les observations qui sont faites par Seguin (1981) dans la Rade de Villefranche-sur-mer et par Chiahou (1997) sur la côte d'El Jadida. Il s'avère que la variation de l'indice de diversité est en liaison avec la structure hydrologique du milieu. Ceci se traduit durant les mois chauds par une diminution du nombre d'espèces et une densité importante des espèces dominantes et, de ce fait, par une diversité plus faible.

À partir de l'automne, le nombre d'espèces est important avec une densité faible. Par conséquent, la diversité augmente ce qui se traduit par une augmentation de la maturité de l'écosystème.

D'un autre côté, la diminution saisonnière de la biomasse des copépodes coïncide généralement avec la diminution de la température, ce qui expliquerait l'influence de ce facteur sur la productivité. Selon Margalef (1984), l'évolution annuelle de la biomasse dépend en grande partie de celle du facteur trophique (production primaire).

En effet, la très faible biomasse enregistrée en hiver semble être liée à la pauvreté du phytoplancton en cette saison qui ne favorise pas une poussée des copépodes. Le réchauffement signalé à partir du printemps est à l'origine du développement de la production primaire nécessaire à la nutrition des copépodes et, de ce fait, à une augmentation de biomasse.

Dans le secteur étudié, les saisons estivale et automnale semblent constituer les périodes favorables pour les poissons planctonophages qui trouvent la nourriture disponible pour leur développement et leur reproduction. Cette époque doit être prise en compte pour le choix des périodes de repos biologique pour certains poissons pélagiques comme la sardine et l'anchois qui constituent les principales ressources halieutiques de la région.

## CONCLUSION

Au terme de cette étude, 57 espèces de copépodes pélagiques ont été recensées dans la station prospectée de Ras Kebdana. Cette richesse

spécifique atteint son maximum durant la saison froide (décembre), alors que son minimum est observé en période chaude (août).

Seules cinq espèces pérennes dominent ce peuplement. Il s'agit de *Paracalanus parvus*, *Oithona nana*, *Centropages kröyeri*, *Acartia clausi* et *Euterpina acutifrons*. L'ensemble de ces espèces constitue plus de 75% des effectifs.

L'abondance des copépodes varie fortement au cours de l'année. Généralement, l'hiver est une période de très faible densité, alors que l'été est la saison la plus riche en copépodes. L'époque de faible diversité spécifique des copépodes se situe durant la saison chaude.

À partir de l'automne, la diversité spécifique augmente, signe d'une maturation de l'écosystème. La biomasse annuelle moyenne des copépodes est de l'ordre de 8,1 mg/m<sup>3</sup>. Elle varie de 1,7 mg/m<sup>3</sup> à 18,9 mg/m<sup>3</sup>.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à exprimer leurs sincères remerciements à Monsieur le Professeur Paul NIVAL de l'observatoire Océanologique de Villefranche-sur-Mer pour son aimable collaboration.

## RÉFÉRENCES CITÉES

Belfquih M. (1980) Les copépodes du plateau continental atlanto-marocain. Un cycle annuel dans les zones d'Upwelling. *Thèse de 3<sup>ème</sup> cycle Université d'Aix-Marseille I*, 126 p.

Benzohra M. (1993) Les structures hydrodynamiques le long des côtes algériennes. Circulation des eaux et pollution des côtes méditerranéennes des pays du Maghreb. *SOSMED* pp. 33-45

Boucher J. (1982) Peuplement de copépodes des upwellings côtiers nord-ouest africains I. Composition faunistique et structure démographique. *Oceanol. Acta* 5 (1) : 49-62

Bourdillon A. (1964) Quelques aspects du problème d'échantillonnage du plancton marin. *Terre Vie* 1 : 77-93

Chiahou B. (1990) Étude bio-écologique des copépodes pélagiques marins de l'estuaire atlantique du Bou-Regreg (Maroc). *Thèse de Doctorat 3<sup>ème</sup> cycle Université Mohammed V, Agdal, Rabat*, 144 p.

Chiahou B. (1997) Les copépodes pélagiques de la région d'El Jadida (Côte atlantique du Maroc). Étude faunistique, écologique et biogéographique. *Thèse de Doctorat d'État. Université Chouaib Doukkali, El Jadida (Maroc)*, 186 p.

El Khalki A. (2000) Étude du peuplement de copépodes pélagiques de l'estuaire de l'Oum Er Rbia : succession saisonnière, dynamique des populations, migrations nyctémérales et impact de la pollution. *Thèse de Doct. Sci. Université Chouaib Doukkali, El Jadida*, 215 p.

El Maghraby A. M. (1965) The seasonal variations in length of some marine planktonic copepods from the Eastern Mediterranean at Alexandria. *Crustaceana* 8 (1) : 37-47

Furnestin M.L. (1968) Le zooplancton de la mer Méditerranée (bassin occidental). Essai de synthèse. *J. Cons. Inter. Explor. Mer* 32 (1) : 25-69

Furnestin, M.L. (1976) Les copépodes du plateau continental marocain et du détroit canarien. I-répartition quantitative. *Cons. Int. Explor. Mer* 8 : 22-46

Furnestin M.L. & Belfquih M. (1976) Les copépodes du plateau continental marocain et du détroit canarien. II- Les espèces au cours d'un cycle annuel dans les zones d'upwelling. *J. Cons. Int. Explor. Mer* 9 : 1-10

Gaudy R. (1970) Contribution à la connaissance du cycle biologique et de la physiologie des copépodes du golf de Marseille. *Thèse de Doctorat d'État. Université de Marseille Luminy*, 295 p.

Gaudy R (1977) Étude des modifications du métabolisme respiratoire de la population d'*Acartia clausi* (Crustacea : Copepoda) après passage dans le circuit de refroidissement d'une centrale thermique. *Téthyse* 8 (1) : 93-104.

Gaudy R. (1985) Features and peculiarities of zooplankton communities from the western Mediterranean. In Mediterranean marine ecosystems, M. Moraitou-Apostolopoulou & V. Kiortsis (eds), Plenum Publishing Corporation, London, pp. 279-301.

Gaudy R. (1992) Biologie de la population du copépode *Acartia tonsa* dans un milieu semi-clos : L'étang de Berre. *Ann. Inst. Oceanogr*, 68 (1-2) : 159-168

Giron F. (1963) Copépodes de la mer d'Alboran. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.* 27(4) : 355-402

Greze V., Kovalev A., Baldina E., Bileva O. & Shmeleva A. (1985) Zooplankton transfer through the Gibraltar strait and peculiarities of its taxonomic composition and distribution in adjacent areas. *Invest. Pesq.* 49 : 3-12

- Lakkis S. (1983) Contribution à la connaissance de l'écosystème néritique des eaux libanaises (Méditerranée orientale). Écologie descriptive du peuplement planctonique avec référence particulière aux copépodes. *Thèse de Doctorat d'État. Université de Paris VI*. 296 p.
- Margalef R. (1984) Le plancton de la Méditerranée. *La recherche* 15 : 1082-1094
- Massuti M. (1942) Contribucion al estudio del plancton del Mediterraneo occidental. Los copepodos de la bahia de Palma de Mallorca. *Trab. Inst. Cienc. Nat. Acosta*. 1 (1) 127 p.
- Mazza J. (1967) Les copépodes pélagiques en Méditerranée occidentale (Développement post-larvaire, biologie, écologie). *Thèse de Doctorat d'État. Université d'Aix Marseille I*. 495 p.
- Miller D. & Marcus N. (1994) The effects of salinity and temperature on the density and sinking velocity of eggs of the calanoid copepod *Acartia Tonsa*, Dana. *J. exp. Mar. Biol. Ecol.* 179 : 235-252
- Millot M. (1987) Circulation in the western Mediterranean sea. *Oceanol. Acta* 10 (2) : 143-149
- Razouls C. (1972) Estimation de la production secondaire des copépodes pélagiques dans une province néritique méditerranéenne (Golfe de Lion). *Thèse de Doctorat d'État. Paris VI*. 301 p.
- Rose M. (1933) Copépodes pélagiques. Faune de France. N° 26, Édit. Lechevalier, Paris, 374 p.
- Seguin G. (1972) Sur la présence dans les eaux d'Alger (Algérie) de copépodes considérés comme d'origine atlantique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord* 63 (3-4) : 25-32
- Seguin G. (1973) Cycles comparés du zooplancton dans l'Ouest africain et la Méditerranée Sud-occidentale. Étude systématique, quantitative et écologique. *Thèse de Doctorat d'État, Université de Lille*, 168 p.
- Seguin G. (1981) Dynamique des copépodes pélagiques en rade de Villefranche-sur-Mer à partir de prélèvements quotidiens (année 1972). Bilan quantitatif et écologique. *Oceanol. Acta*, 4 (4) : 405-414
- Seguin G., Gaudy R., Errhif A. & Thibault D. (1993) Observations sur l'abondance, la composition taxonomique et les affinités écologiques des copépodes pélagiques récoltés dans la région du front Almeria-Oran. *Mar. Life* 3 (1-2) : 19-29
- Shannon C.E. (1948) A mathematical theory of communication. *Bull. Syst. Tech. J.* 27 : 379-423
- Thiriou A. (1976) Les remontées d'eau (upwelling) et leur influence sur la production pélagique des côtes atlantiques du Maroc. *Bull. Inst. Pêches Marit. Maroc* 22 : 5-22
- Tregouboff G. & Rose M. (1978) Manuel de planctologie méditerranéenne. *Edit. CNRS*, 587 p.
- Vinas M.D. (1985) Étude *in vitro* et *in situ* (golfe de Marseille et golfe San Matias) de la dynamique des populations d'*Euterpina acutifrons* ; essai d'estimation de sa production secondaire. *Thèse de 3<sup>ème</sup> cycle Aix Marseille II*, 162 p.
- Vives F. (1966) Zooplancton neritico de las aguas de Castellon (Mediterraneo occidental). *Inv. Pesp.* 30 : 49-166