

ETUDE DU PEUPEMENT DE COPEPODES DE L'ESTUAIRE DE L'OUM ER RBIA (COTE ATLANTIQUE DU MAROC): EFFETS DES MAREES ET DES LACHERS DE BARRAGES

Ahmed El Khalki et Mohammed Moncef

Laboratoire d'Etude et d'Analyse Environnementales, Faculté des Sciences, Université Chouaïb Doukkali, B.P. 20, 24 000 El Jadida, Maroc
mdmoncef@yahoo.fr

(Received 25 July 2005 - Accepted 2 October 2006)

RESUME

*Les variations des paramètres physico-chimiques des eaux de l'estuaire de l'Oum Er Rbia (Côte Atlantique du Maroc) et les fluctuations qualitatives et quantitatives du peuplement de copépodes ont été étudiées en fonction des saisons durant deux cycles annuels (août 1995 - août 1997), et en fonction des marées (automne 1996 et printemps 1997). D'importantes variations temporelles affectent les facteurs physico-chimiques de l'eau. Elles sont liées aux saisons, au cycle des marées et, occasionnellement, aux lâchers de barrages. Cette instabilité se répercute sur la diversité et sur l'abondance des copépodes. Sur les 27 espèces de copépodes rencontrées, quatre dominent le peuplement par leur fréquence et leur abondance. Il s'agit de trois espèces marines (*Oithona helgolandica*, *Euterpina acutifrons*, *Acartia clausi*) et d'une espèce d'eau douce (*Acanthocyclops robustus*). Elles sont les seules aptes à tolérer les fortes variations des facteurs du milieu, particulièrement celles de la salinité (5 à 20 g l⁻¹).*

Mots clés : copépodes, estuaire, Oum Er Rbia, Maroc, marées, lâchers de barrages

ABSTRACT

*Variation of environmental parameters and copepods population were studied in the Oum Er Rbia estuary (Atlantic - Moroccan coast) according to the seasons, (August 1995 to August 1997), tides and reservoir release events. Environmental variability influences copepods diversity and abundance. Salinity (5 to 20 g l⁻¹) appears as the main controlling factor. Among the 27 copepod species recorded, only three marine species (*Oithona helgolandica*, *Euterpina acutifrons*, *Acartia clausi*) and one freshwater species (*Acanthocyclops robustus*) are able to maintain significant populations due to their large degree of tolerance to salinity changes.*

Keywords : copepods, estuary, Morocco, Oum Er Rbia, tide, reservoir releases

INTRODUCTION

Afin de maîtriser ses ressources en eau, le Maroc a entrepris depuis plusieurs décennies la réalisation de barrages. Leur construction a profondément changé le cours naturel des oueds et leurs propriétés hydrologiques et hydrodynamiques.

Au Maroc, les travaux sur l'écologie des estuaires ont été réalisés surtout dans l'estuaire du Bou Regreg qui constitue à cet égard le site marocain le plus étudié et le mieux connu. Dans l'estuaire de l'Oum Er Rbia, principal cours d'eau du Maroc, aucune étude écologique n'avait encore été réalisée, particulièrement sur le zooplancton et son constituant principal, les copépodes pélagiques.

Dans les lagunes et les estuaires, les copépodes qui représentent souvent 80 à 95% de la biomasse zooplanctonique globale (Bakker *et al.*, 1988 ; Diouf & Diallo, 1987 ; Heerkloss *et al.*, 1990 ; Pagano & Saint-Jean, 1988 ; Paw, 1973) ont un rôle important dans la chaîne alimentaire dans la mesure où, par leur diversité spécifique, leur abondance et leur valeur nutritive, ils constituent un aliment de choix pour différents organismes zooplanctoniques ou nectoniques, à l'état adulte ou larvaire, notamment les chaetognathes, les crustacés, les céphalopodes et de nombreux poissons d'intérêt économique (Castel, 1985 ; 1992 ; Furnestin, 1957 ; Nielsen & Sabatini, 1996 ; Plouvenez & Champalbert, 1999).

Le présent travail, se propose de décrire les variations du peuplement de copépodes en fonction des saisons, des marées et des lâchers de barrages dans l'estuaire de l'Oum Er Rbia.

MATERIEL ET METHODES

Site d'étude

Le bassin de l'Oum Er Rbia est le bassin versant le mieux aménagé du Maroc. Il comporte 11 barrages dont les plus importants sont Al Massira, Hassan 1^{er}, My Youssef et Bin El Ouidane. Les apports en eau dans l'estuaire ont une double origine, marine et fluviale. Toutefois, en raison de la construction d'une digue à 14 km en amont de l'embouchure, les apports en eau douce restent faibles et se limitent aux infiltrations à travers la digue, aux rejets domestiques et dans des cas exceptionnels aux lâchers de barrages. Par conséquent, cet estuaire est surtout dominé par la dynamique marine. Cependant, à partir de 1996, l'hydrologie de ce milieu a été plus fortement influencée par les apports fluviaux, en raison des importants volumes d'eau douce acheminés directement par les précipitations violentes subies par la région et / ou par des lâchers continus de barrages (Figure 2).

Méthodologie de travail

Concernant l'étude de l'évolution saisonnière du peuplement de copépodes, les campagnes de terrain ont été effectuées d'août 1995 à août 1997, avec une fréquence bi-mensuelle. La station de prélèvement, située à 1 km de la mer et se trouvant de ce fait dans un secteur à influence marine prépondérante, a une profondeur moyenne de 3 mètres. Les prélèvements ont toujours été faits à marée haute, afin de minimiser les éventuelles variations liées à la marée dont l'amplitude varie entre 2 et 3,4 m.

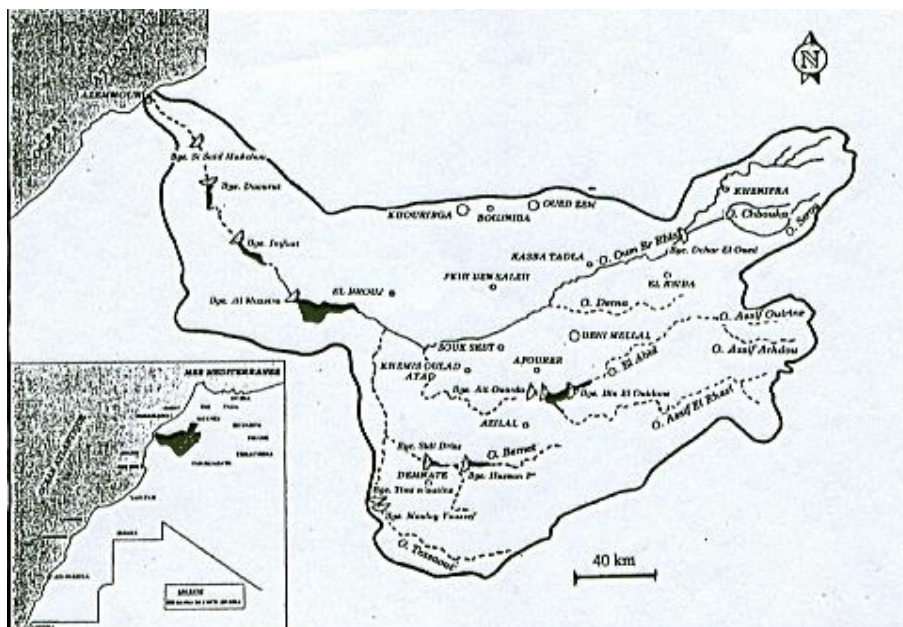


Figure 1. Bassin de l'Oum Er Rbia et localisation géographique de l'estuaire.

Quant à l'étude qualitative et quantitative des copépodes en fonction des cycles de marées et des lâchers de barrages, elle a été réalisée à la même station, en automne 1996 (24 septembre – 21 novembre) et au printemps 1997 (8 avril au 18 juin). Pendant chacune de ces deux périodes, les prélèvements ont été répétés selon un pas d'échantillonnage de 15 jours, respectivement à marée haute et à marée basse.

Les échantillons d'eau ont été pris en surface, à 1 m et près du fond à l'aide d'une bouteille à prélèvement de 2,5 l. La température (°C) a été mesurée sur place à l'aide d'un thermomètre à mercure. Les mesures de pH, d'oxygène dissous (méthode de Winkler) et de salinité (déterminée indirectement par des mesures de conductivité à 20°C) ont été faites au laboratoire sur les échantillons d'eau (Rodier, 1984). Aucune différence significative n'étant apparue entre les mesures faites aux trois niveaux, les données rapportées sur les figures représentent la moyenne de chaque paramètre.

Le zooplancton a été prélevé à l'aide d'un filet à plancton de type Juday de 80 μ m de vide de maille, à partir de traits verticaux fond-surface. Les échantillons ont été immédiatement fixés au formol 4 % puis identifiés au laboratoire sous loupe binoculaire ou au microscope. La détermination des espèces de copépodes a été faite d'après Rose (1933) pour les formes marines, et d'après Dussart (1967 ; 1969) pour les formes d'eau douce. Les comptages ont été effectués en dénombrant des aliquotes placés dans des cuves de Dolffus, après coloration des organismes au Rose de Bengale et homogénéisation dans une solution d'alcool glycéroline à 10 %.

RESULTATS

Paramètres physico-chimiques

La température varie entre une saison froide d'octobre à février, avec des températures comprises entre 15 et 20 °C, et une saison chaude de mai à septembre, avec des valeurs oscillant entre 20,5 et 24,5 °C (avec une valeur exceptionnelle de 26,5 °C le 15-07-97). Entre ces deux périodes (mars - avril), les températures sont comprises entre 17,5 et 20 °C. Comme dans tous les milieux peu profonds, la température des eaux suit fidèlement celle de l'air en période chaude. Par contre, en période froide apparaît une inversion thermique caractérisée par une température plus élevée dans l'eau que dans l'air, ce phénomène persistant pendant quatre mois (de décembre à mars). La température varie aussi au printemps en fonction de l'état de la marée. En effet, au jusant, la température de l'eau est sous influence continentale et suit celle de l'air alors que pendant le flot, la température de l'estuaire est fortement influencée par les eaux marines plus froides. Ainsi, les écarts thermiques entre marées haute et basse peuvent atteindre 5°C.

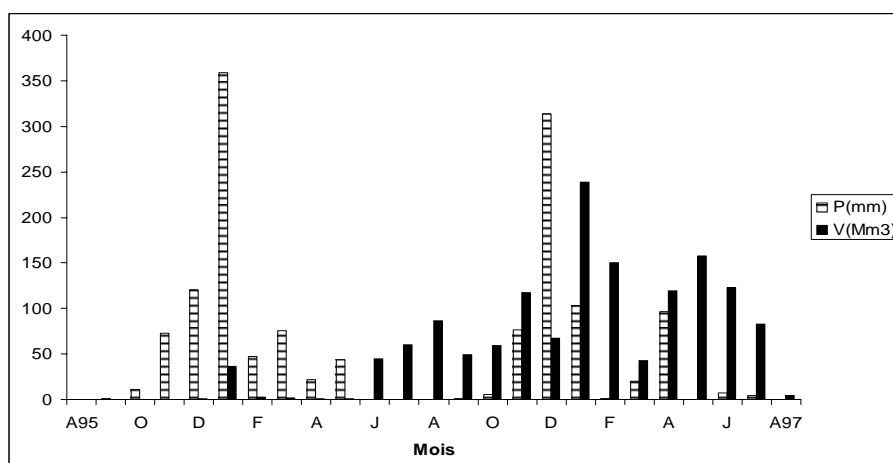


Figure 2. Précipitations mensuelles (P) dans l'estuaire de l'Oum Er Rbia et volumes mensuels des lâchers de barrage de Sidi Said Maachou en 1995-97.

La salinité présente de fortes variations temporelles, entre un maximum de 36 g l⁻¹, en été 1995 et un minimum de 0,30 g l⁻¹, en hiver 1997. Elle subit aussi des chutes brutales à différentes périodes, avec une plus grande fréquence pendant le deuxième cycle annuel. Elle présente enfin des variations considérables entre la marée haute et la marée basse, les écarts de salinité pouvant atteindre 35 g l⁻¹.

Le pH de l'eau varie peu à l'échelle saisonnière. Sa moyenne est de l'ordre de 8 ± 0,1 ; ce qui caractérise en général les eaux marines. Cependant, on observe parfois de légères modifications de pH en fonction des marées, son maximum pouvant alors atteindre 8,4 à marée basse.

L'oxygène dissous varie de 8,5 à 10,8 mg l⁻¹ au cours de la période d'étude. Ce paramètre montre des écarts atteignant 1 mg l⁻¹ entre la marée haute et la marée basse.

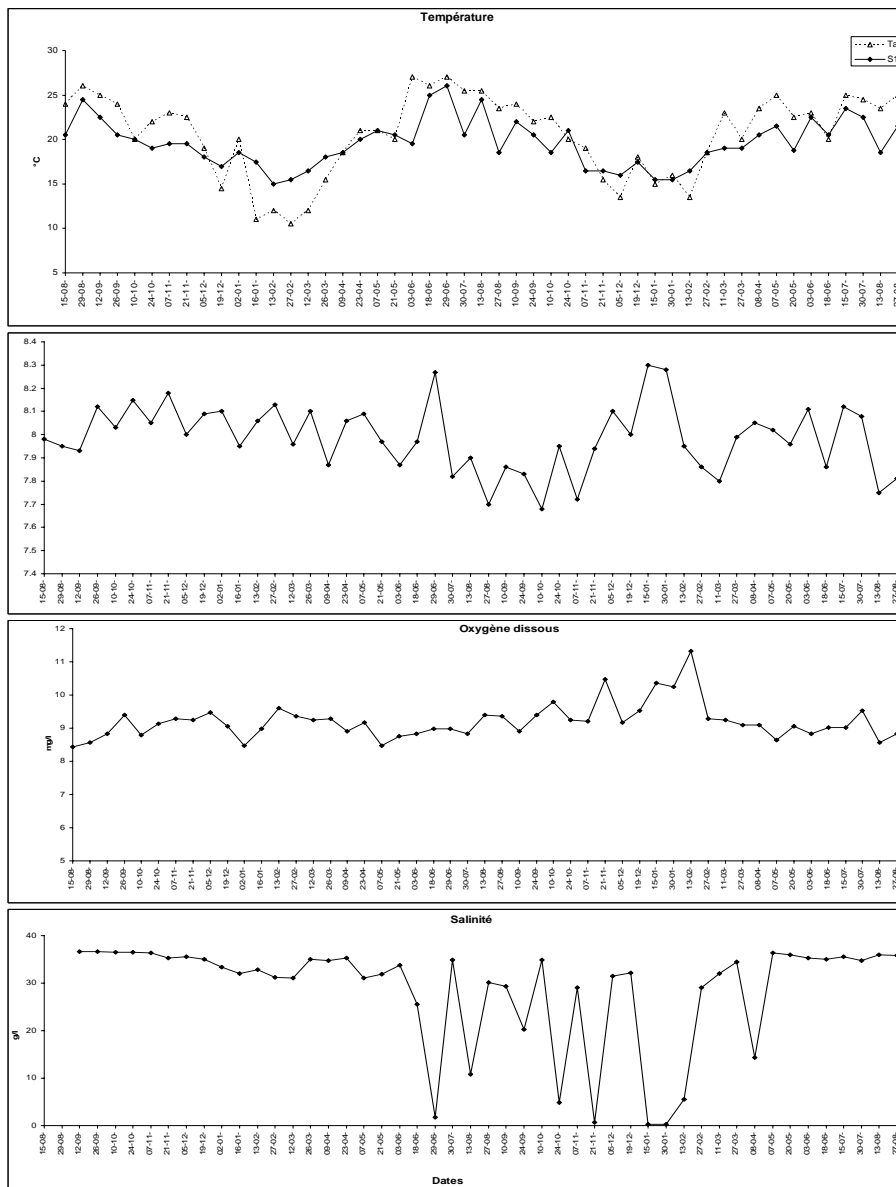


Figure 3. Variations saisonnières des paramètres physico-chimiques dans l'estuaire de l'Oum Er Rbia.

Peuplement de copépodes

- Analyse qualitative

Pendant l'ensemble de l'étude, 27 espèces de copépodes ont été déterminées, (Tableau 1). Le nombre d'espèces rencontrées à chaque sortie varie fortement en fonction des saisons, des marées et de l'importance des apports en eau douce. Il peut atteindre un maximum de 17 en été mais se limite à 1 ou 2 espèces en hiver (Figure 5). Globalement, la richesse spécifique est nettement plus faible à marée basse qu'à marée haute (Figure 8).

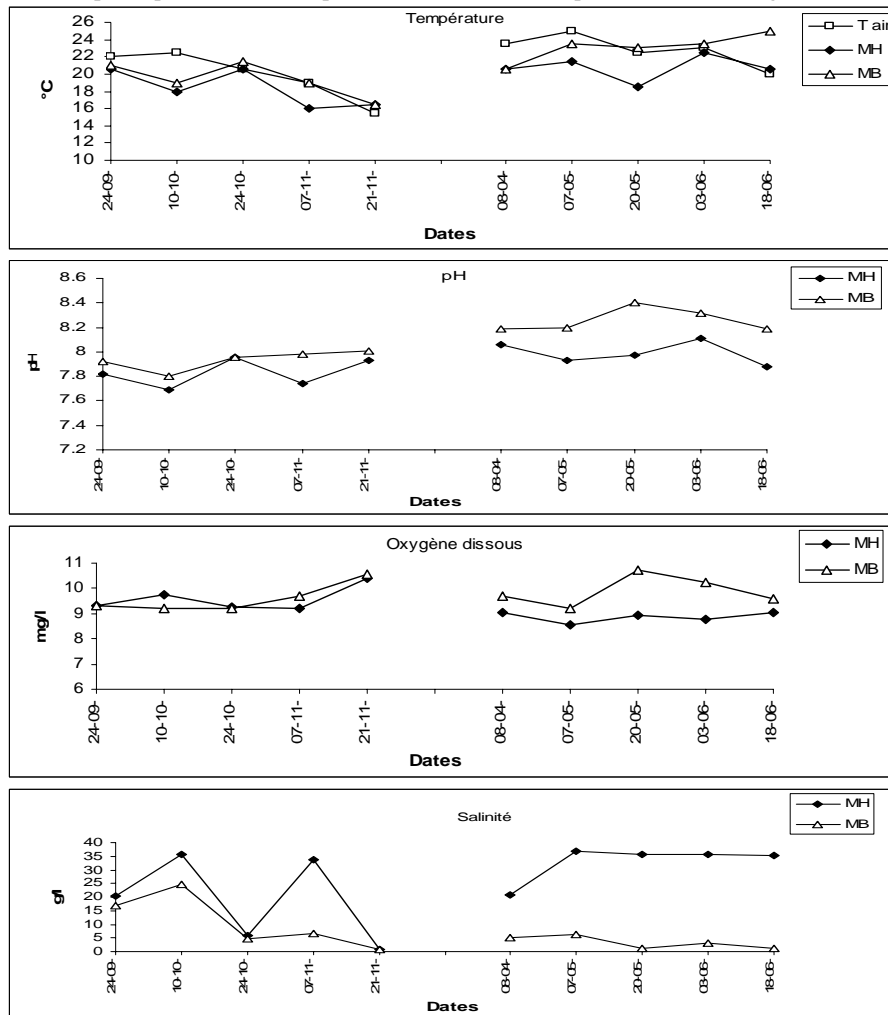


Figure 4. Variations saisonnières des paramètres abiotiques respectivement à marée haute (MH) et à marée basse (MB) dans l'estuaire de l'Oum Er Rbia.

- Analyse quantitative

Sept espèces se distinguent par leur fréquence élevée, étant présentes dans plus de 50 % des prélèvements (Figures 6 et 9). Il s'agit d'*Euterpina acutifrons* (92 %), *Oithona helgolandica* (88 %), *Acartia clausi* (88 %), *Acartia discaudata* (65 %), *Paracalanus parvus* (69 %), *Centropages typicus* (55 %), et *Oithona nana* (57 %). Cependant, seules les quatre premières sont abondantes dans l'estuaire (Figure 7).

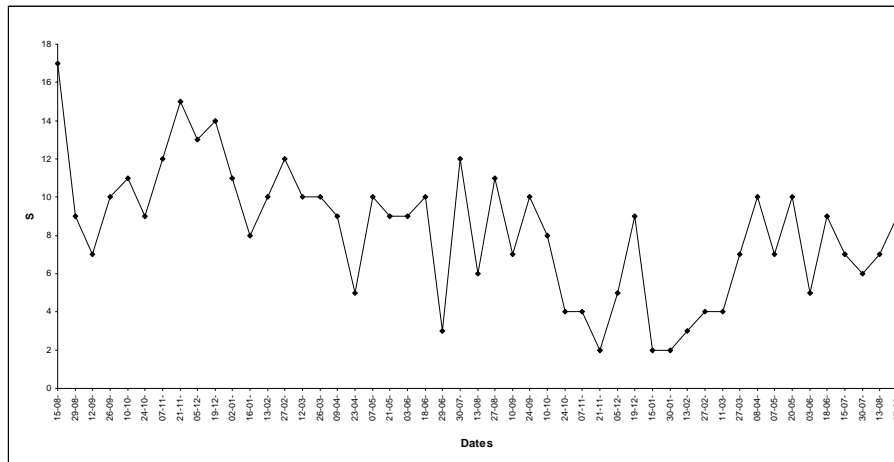


Figure 5. Variation saisonnière de la richesse spécifique (S) des copépodes de l'estuaire de l'Oum Er Rbia.

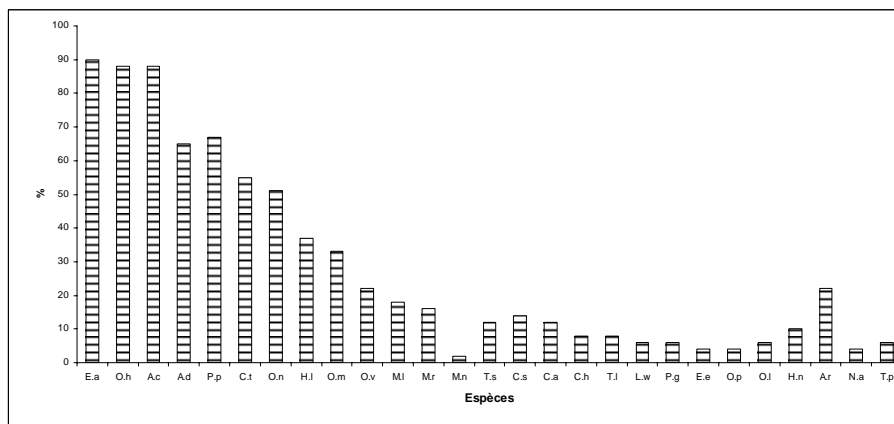


Figure 6. Fréquence des espèces de copépodes dans l'estuaire de l'Oum Er Rbia.

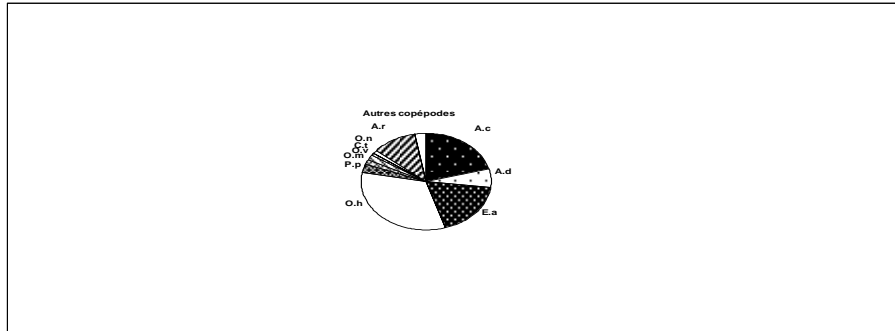


Figure 7. Abondance moyenne des espèces de copépodes de l'estuaire de l'Oum Er Rbia.

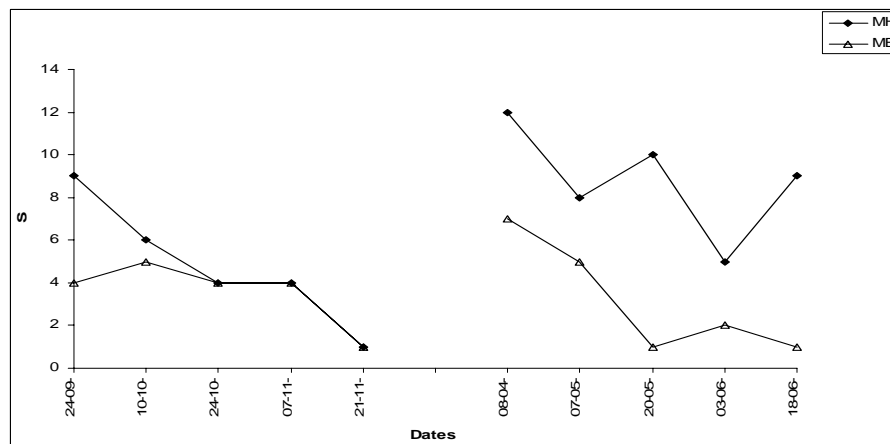


Figure 8. Variation saisonnière de la richesse spécifique (S) des copépodes respectivement à marée haute (MH) et à marée basse (MB) dans l'estuaire de l'Oum Er Rbia.

L'évolution temporelle de la densité des nauplii, de la densité totale des copépodes et de la densité de chacune des quatre espèces principales, varie en fonction des saisons mais aussi en fonction des marées. Sur le plan saisonnier (Figure 10), différents pics de densité se succèdent au cours des deux cycles annuels. Ils se situent généralement en automne, au printemps et en été, saison durant laquelle la densité des copépodes atteint son maximum. En hiver et aussi lors des lâchers des barrages, les nauplii et l'ensemble des copépodes atteignent leur abondance minimale et peuvent même disparaître complètement du milieu, surtout lorsque le débit du lâcher de barrage est important (29-6-1996, 13-8-1996, 8-4-1997). Elles sont alors remplacées par des espèces dulçaquicoles telles que les cyclopoïdes *Acanthocyclops robustus* et *Tropocyclops prasinus* et le calanoïde *Neolovenula alluaudi*. En fonction du cycle des marées (Figure 11), la plupart des espèces rencontrées pendant le flot se raréfient ou disparaissent complètement du milieu à marée basse, moment où au contraire les espèces d'eau douce telles que *Acanthocyclops robustus* et *Tropocyclops prasinus* présentent

un accroissement de leur densité. Quelques copépodes marins se maintiennent néanmoins dans l'estuaire à de très faibles salinités ($5 \text{ à } 7 \text{ g l}^{-1}$) (*Oithona helgolandica*, *Acartia clausi* et *Euterpina acutifrons*). Inversement, l'espèce d'eau douce *Acanthocyclops robustus* demeure en milieu estuarien jusqu'à des salinités de l'ordre de 20 g l^{-1} .

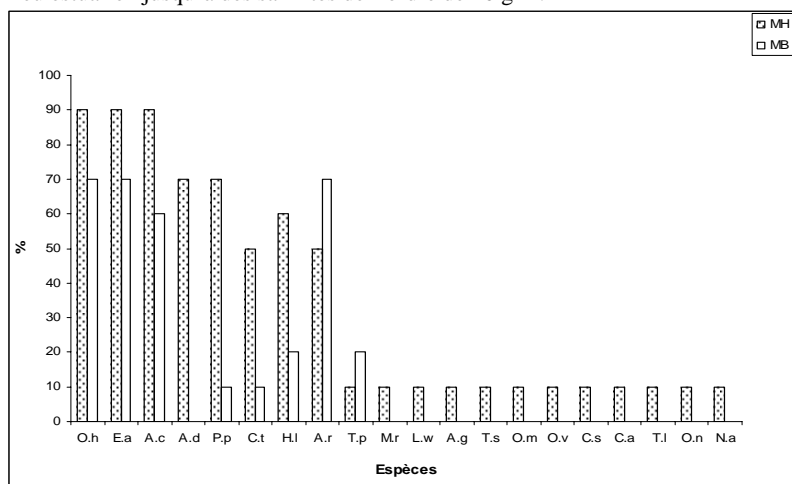


Figure 9. Fréquence des espèces de copépodes respectivement à marée haute (MH) et à marée basse (MB) dans l'estuaire de l'Oum Er Rbia.

DISCUSSION

Aux variations saisonnières des paramètres physico-chimiques s'ajoutent de fortes fluctuations liées aux marées et aux lâchers de barrages. Lors du flot, en été, les eaux de l'estuaire se rafraîchissent, en raison de l'arrivée d'eaux océaniques moins chaudes alors que le phénomène inverse s'observe en période froide. Le rôle tampon des eaux marines, thermiquement plus stables, explique aussi l'inversion thermique observée en hiver entre les températures de l'air et de l'eau. La salinité, considérée comme un facteur clé dans l'écologie des estuaires (Kinne, 1967), présente aussi de grandes variations aussi bien en fonction des saisons qu'en fonction des marées. Son évolution est la résultante de l'influence marine, dépendante du cycle des marées, et de l'influence continentale, qui agit à une plus grande échelle de temps. Les fluctuations saisonnières de salinité sont généralement liées aux précipitations. Quant aux valeurs les plus basses enregistrées à marée haute et en absence de toute précipitation, elles sont la conséquence directe des lâchers de barrage qui tendent à homogénéiser les paramètres physico-chimiques de l'amont vers l'aval. Le même phénomène a été observé dans un autre estuaire marocain, celui du de Bou Regreg (Cheggour, 1988 ; Chiahou, 1990 ; Ezzaouak, 1991). Dans cet estuaire, les perturbations hydrologiques résultant des lâchers de barrages ne sont que temporaires et s'observent généralement pendant l'hiver (Chiahou, 1990). En revanche, dans l'estuaire de l'Oum Er Rbia, les lâchers de barrages ont été fréquents pendant toute la deuxième année d'étude (1997), provoquant ainsi un changement permanent de la nature des eaux, l'estuaire se trouvant alors pratiquement rempli d'eau douce à marée basse, l'influence marine ne se faisant sentir qu'à marée haute.

Par son caractère irrégulier, la salinité semble être le paramètre écologique le plus important pour déterminer la physionomie particulière du zooplancton de l'estuaire, comme cela a été démontré dans différents milieux estuariens ou lagunaires (Bakker & Vegter, 1978 ; Castel, 1985 ; Gaughan & Potter, 1995 ; Mohamed & Rahaman, 1987 ; Jeffries, 1967 ; Kinne, 1967 ; Mishra & Panigrahy, 1996 ; Ouldessaib *et al.*, 1998 ; Padmavati & Goswami, 1996 ; Perez-Seijas *et al.*, 1985 ; Sarkar *et al.*, 1986). La salinité est en effet responsable de la diminution de la richesse spécifique, lorsque sa valeur est réduite ou fluctue rapidement (Castel, 1986). Elle modifie le développement ou la survie des espèces selon leurs gammes de salinité préférentielle (Pagano & Saint-Jean, 1988). Ainsi, chaque espèce ne peut se maintenir dans le milieu que si les valeurs extrêmes de salinité sont compatibles avec ses capacités d'ajustement écophysiologiques (Lassere, 1977). Son expansion est alors maximale lorsque les conditions de son optimum de salinité sont approchées, mais limitée ou nulle lorsque les valeurs de salinité approchent ou dépassent ses limites de tolérance. Dans l'estuaire de l'Oum Er Rbia, les importantes fluctuations de salinité en fonction des saisons et du rythme des marées, et ses chutes brutales, liées aux lâchers de barrages, provoquent une forte sélection des espèces expliquant la faible richesse spécifique du peuplement zooplanctonique par comparaison à celle relevée en mer, sur le plateau continental atlantique marocain (100 espèces selon Belfquih, 1980), mais aussi dans d'autres milieux paraliques marocains tels que l'estuaire de Bou Regreg (46 espèces : d'après Chiahou (1990)) ou la lagune de My Bousselham (39 espèces selon Benbakhta (1994)). Les grandes variations quantitatives des nauplii et des principales espèces de copépodes notées entre la marée haute et la marée basse ont été observées de façon similaire dans différents milieux paraliques tels que la lagune Ebrié (Arfi *et al.*, 1988 ; Pagano & Saint-Jean, 1988), l'estuaire d'Agniar (Mohamed & Rahaman, 1987) ou l'estuaire de Bou Regreg (Chiahou, 1990). Parmi les copépodes présents dans l'estuaire de l'Oum Er Rbia, seules trois espèces marines (*Oithona helgolandica*, *Acartia clausi* et *Euterpina acutifrons*) et une forme d'eau douce (*Acanthocyclops robustus*) étaient aptes à tolérer des salinités très éloignées de leur optimum. En effet, elles ont été rencontrées dans l'estuaire, respectivement à des salinités de 5 et de 20 g l⁻¹, témoignant ainsi de leur forte eurhalinité. Ce caractère eurhalin est bien connu chez les espèces marines précitées. Ainsi, dans la lagune Ebrié, Arfi *et al.* (1988) ont montré que les genres *Acartia* et *Oithona* occupent une plage très large de salinité puisqu'ils sont abondants respectivement de 0 à 30 g l⁻¹ et de 5 à 30 g l⁻¹. Une observation analogue a été faite pour *Acartia clausi* lors d'une étude expérimentale de ses limites de tolérances (Cervetto *et al.*, 1995), cette espèce pouvant survivre à des salinités comprises entre 1 et 65 g l⁻¹. Dans les milieux lagunaires et estuariens du Maroc, *Acartia clausi* a été observée à de basses salinités, comprises entre 7 et 15 g l⁻¹ (Benbakhta, 1994 ; Chiahou, 1990). Cependant, elle peut occuper également des milieux très salés, par exemple l'estuaire de la Casamance (Sénégal), à une salinité de l'ordre de 48 g l⁻¹ (Diouf & Diallo, 1990).

La température est aussi un facteur écologique important intervenant dans les variations de densité des organismes dans la mesure où elle influe sur la dynamique des populations en agissant sur l'intensité de la reproduction et de la croissance (Vernberg & Vernberg, 1972). L'abondance de la majorité des espèces de copépodes diminue en hiver, certaines pouvant même disparaître. Une situation analogue s'observe dans la plupart des milieux côtiers, comme dans le delta du Pô (Ferrari *et al.*, 1982), l'estuaire de la Casamance (Diouf & Diallo, 1990), le Golfe de Marseille ou le Golfe de San Matias (Argentine) (Viñas & Gaudy, 1996). En été, au contraire, dans l'estuaire de l'Oum Er Rbia, l'abondance des copépodes est la plus élevée, ce qui pourrait résulter de conditions thermiques les plus

favorables à la reproduction et au développement du zooplancton (Gaudy, 1971; Johnson, 1979; Moncef, 1993; Stearns *et al.*, 1989).

TABLEAU 1

Liste des Espèces de Copépodes Présentes dans l'Estuaire de l'Oum Er Rbia

Familles	Espèces	Abréviations
Acartiidae	<i>Acartia clausi</i> (Giesbrecht, 1889)	A.c
	<i>Acartia discaudata</i> (Giesbrecht, 1881)	A.d
	<i>Acartia grani</i> (Sars, 1904)	A.g
Paracalanidae	<i>Paracalanus parvus</i> (Claus, 1863)	P.p
Centropagidae	<i>Centropages typicus</i> (Krøyer, 1849)	C.t
Calanidae	<i>Calanus helgolandicus</i> (Claus, 1863)	C.h
Eucalanidae	<i>Eucalanus elongatus</i> (Dana, 1848)	E.e
Pseudocalanidae	<i>Clausocalanus arcuicornis</i> (Dana, 1849)	C.a
Pontellidae	<i>Labidocera wallastoni</i> (Lubbock, 1857)	L.w
Temoridae	<i>Temora stylifera</i> (Dana, 1848)	T.s
	<i>Temora longicornis</i> (Muller, 1792)	T.l
Diaptomidae	<i>Neolovenula alluaudi</i> (De Guerne et Richard, 1890)	N.a
Tachydiidae	<i>Euterpina acutifrons</i> (Dana, 1852)	E.a
Ectinosomatidae	<i>Microsetella rosea</i> (Dana, 1852)	M.r
	<i>Microsetella norvegica</i> (Boeck, 1864)	M.n
Oncaeidae	<i>Oncaea minuta</i> (Giesbrecht, 1892)	O.m
	<i>Oncaea venusta</i> (Philippi, 1843)	O.v
Corycaeidae	<i>Corycaeus speciosus</i> (Dana, 1849)	C.s
Harpacticidae	<i>Harpacticus littoralis</i> (Sars, 1910)	H.l
Microarthrioninae	<i>Microarthridion littorale</i> (Pope, 1881)	M.l
Oithonidae	<i>Oithona helgolandica</i> (Claus, 1863)	O.h
	<i>Oithona nana</i> (Giesbrecht, 1892)	O.n
	<i>Oithona plumifera</i> (Baird, 1843)	O.p
	<i>Oithona linearis</i> (Giesbrecht, 1891)	O.l
Cyclopidae	<i>Halicyclops neglectus</i> (Kiefer, 1935)	H.n
	<i>Acanthocyclops robustus</i> (Sars, 1863)	A.r
	<i>Tropocyclops prasinus</i> (Fisher, 1866)	T.p

Il est également possible que la qualité de l'eau introduite à marée haute dans l'estuaire joue aussi un rôle dans la dynamique saisonnière des populations de copépodes. Une remontée des eaux de pente du talus continental (upwelling) atteint saisonnièrement les côtes marocaines, cet effet s'accroissant du printemps à l'été (Agoumi & Orbi, 1992 ; Furnestin, 1957 ; Orbi, 1991). L'apport important de sels nutritifs advectés en surface est à l'origine d'une augmentation de la production primaire. Ces conditions trophiques, s'ajoutant à l'effet de la température, contribueraient à une production secondaire optimale en été, aboutissant à l'accroissement de densité des copépodes observé dans l'estuaire de l'Oum Er Rbia pendant cette saison.

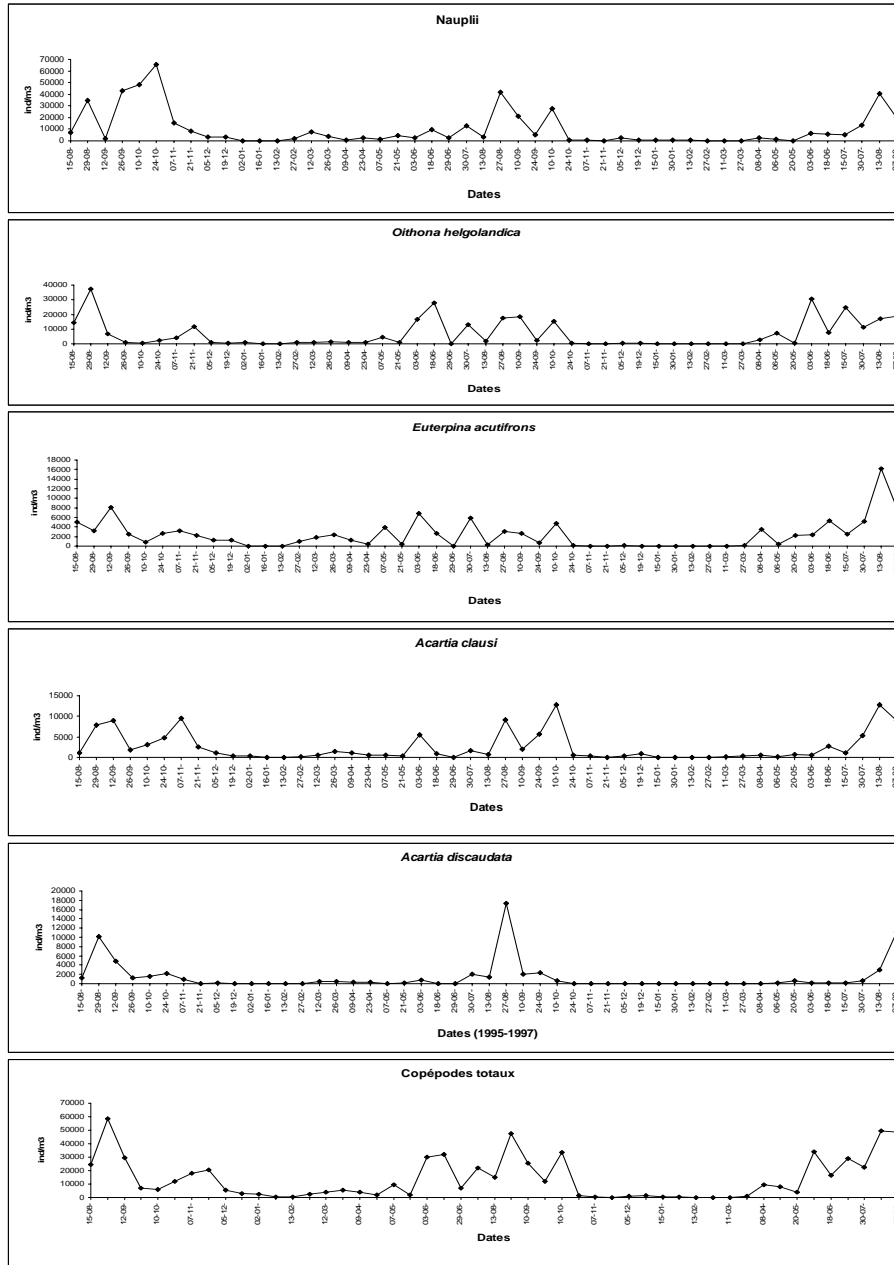


Figure 10. Evolution saisonnière de la densité des nauplii, des copépodes totaux et des principales espèces de copépodes dans l'estuaire de l'Oum Er Rbia.

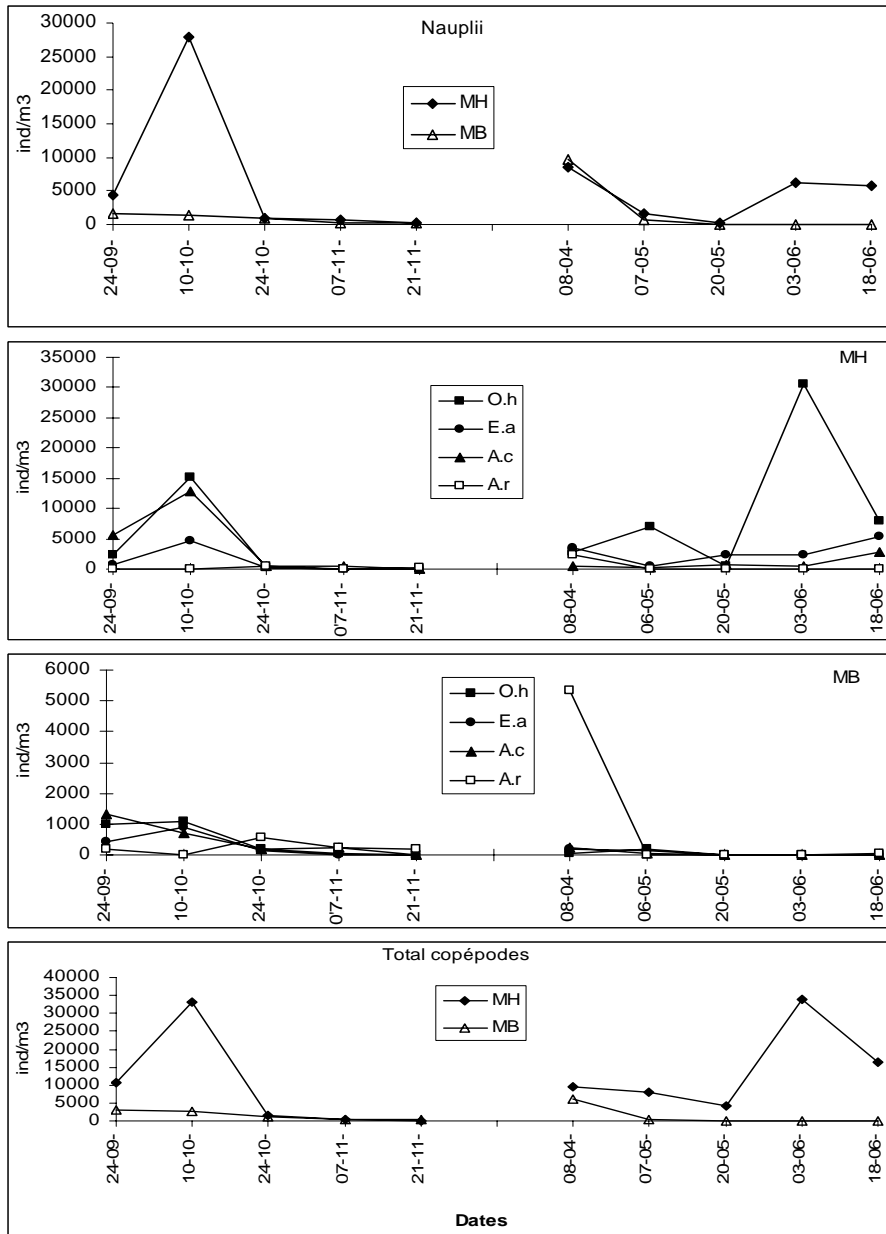


Figure 11. Evolution saisonnière de la densité des nauplii, de la densité totale des copépodes et de la densité spécifique des principales espèces de copépodes respectivement à marée haute (MH) et à marée basse (MB) dans l'estuaire de l'Oum Er Rbia.

CONCLUSION

Les variations saisonnières des paramètres physico-chimiques au niveau de l'estuaire de l'Oum Er Rbia, en grande partie, liées au cycle des marées et aux lâchers occasionnels de barrages, exercent un impact sur la diversité et l'abondance des copépodes qui s'y trouvent. Trois espèces, sur les 27 recensées, dominent le peuplement en termes de fréquence et d'abondance, et sont les seules aptes à tolérer les fortes variations des facteurs du milieu, particulièrement celles de la salinité. Il s'agit d'*Oithona helgolandica*, *Euterpina acutifrons*, *Acartia clausi* et *Acanthocyclops robustus*.

REFERENCES

- Agoumi, A. et Orbi A., 1992. Evolution météorologique et Upwelling le long de la côte atlantique marocaine. *Hydroécol. Appl.*, 4 : 149-158.
- Arfi, R., Pagano, M. and Saint-Jean, L. 1988. Zooplankton communities in a tropical lagoon (Ebrié lagoon Côte d'Ivoire) : time space variations. *Rev. Hydrobiol. Trop.*, 20 : 21-35.
- Bakker, C. and Vegter, F. 1978. General tendencies of phyto and zooplankton development in two closed estuaries (lake Veere and lake Grevelingen) in relation to an open estuary (eastern Scheldt), SW Netherlands. *Hydrobiol. Bull.*, 12(3-4): 226-245.
- Bakker, C., Tackx, M.L.M. and Van Rijswijk, P. 1988. Plankton copepods *Temora longicornis* and *Acartia tonsa*, and their food in the Oosterschelde estuary (S. W. Netherlands). *Hydrobiol. Bull.*, 22(1): 75-78.
- Belfquih, M. 1980. *Les Copépodes du plateau continental atlanto-marocain. Un cycle annuel dans les zones d'Upwelling*. Thèse. Doct. 3^{ème} cycle. Univ. Aix-Marseille I, 126 pp.
- Benbakhta, B. 1994. *Structure et dynamique du zooplancton de la lagune de Moulay Bouselham (Maroc)*. Thèse Doct. 3^{ème} cycle. Univ. Mohammed V. (Rabat). 112 pp.
- Castel, J. 1985. Importance des copépodes méiobenthiques lagunaires dans le régime alimentaire des formes juvéniles de poissons euryhalins. *Bull. Ecol.*, 16 : 169-176.
- Castel, J. 1986. Facteurs de distribution des peuplements de copépodes dans des écosystèmes eutrophes littoraux (côte atlantique). *Cah. Biol. Mar.*, 27 : 441-455.
- Castel, J. 1992. The meiofauna of coastal lagoon ecosystems and their importance in the food web. *Vie et Milieu*, 42 : 125-135.
- Cervetto, G., Pagano, M. et Gaudy, R. 1995. Adaptation aux variations de la salinité chez le copépode *Acartia clausi*. *J. Rech. Oceanogr.*, 20 : 42-49.
- Cheggour, M. 1988. *Contribution à l'étude d'un milieu paraliq : l'estuaire de Bou Regreg (Côte atlantique marocaine)*. Thèse Doct. 3^{ème} cycle. E.N.S (Rabat), 337 pp.
- Chiahou, B. 1990. *Etude bio-écologique des Copépodes pélagiques marins de l'estuaire atlantique du Bou Regreg (Maroc)*. Thèse Doct. 3^{ème} cycle. Univ. Mohammed V (Rabat), 124 pp.
- Diouf, P.S. et Diallo, A. 1987. Variations spatio-temporelles du zooplancton d'un estuaire hyperhalin : la Casamance. *Rev. Hydrobiol. Trop.*, 20 : 257-269.
- Diouf, P.S. et Diallo, A. 1990. Succession de dominance de trois espèces d'*Acartia* dans un estuaire hyperhalin : la Casamance. *Rev. Hydrobiol. Trop.*, 23 : 195-207.
- Dussart, B. 1967. *Les Copépodes des eaux continentales d'Europe occidentale. Tome I : Calanoïdes et Harpacticoïdes*. Boubée N. éd., Paris, 500 pp.

- Dussart, B. 1969. *Les Copépodes des eaux continentales d'Europe occidentale. Tome II : Cyclopoïdes et Biologie*. Boubée N. éd., Paris, 292 pp.
- Ezzaouak, M. 1991. *La caractérisation hydrodynamique physico-chimique et bactériologique des eaux superficielles de l'estuaire de Bou Regreg (Maroc) soumis aux rejets des villes de Rabat et Salé*. Thèse Doct. 3^{ème} cycle. Univ. Mohammed V (Rabat), 140 pp.
- Ferrari, I., Ceccherelli, V.U., Mazzocchi, M.G and Cantarelli, M.T. 1982. Seasonal and diel variations of zooplankton populations in a lagoon of the Pô River delta. *Neth. J. Sea Res.*, 16: 333-344.
- Furneston, M.L. 1957. Chaetognathes et zooplancton du secteur atlantique marocain. *Rev. Trav. I. S. T. P. M.*, 21: 1-356.
- Gaudy, R. 1971. Etude expérimentale de la ponte chez trois espèces de copépodes pélagiques (*Centropages typicus*, *Acartia clausi* et *Temora stylifera*). *Mar. Biol.*, 9: 65-70.
- Gaughan, D.J. and Potter, I.C. 1995. Composition, Distribution and Seasonal abundance of zooplankton in a shallow, seasonally closed estuary in temperate Australia. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 41 : 117-135.
- Heerkloss, R, Brenning, U. and Ring, M. 1990. Secondary production of calanoïds (Copepoda, Crustacea) in Brackish waters. *Limnol. & Oceanogr.*, 20 : 65-69.
- Jeffries, H.P. 1967. Saturation of estuarine zooplankton by congeneric associates. *Estuaries*, 84 : 500-508.
- Johnson, J.K. 1979. Effects of temperature and salinity on production and hatching of dormant eggs of *Acartia californiensis* (copepoda) in an Oregon estuary. *Fishery Bull.*, 77 : 567-584.
- Kinne, O. 1967. Physiological aspects of animal life in estuaries with special reference to salinity. *Neth. J. Sea Res.*, 3 (2) : 222-224.
- Lassere, D. 1977. *Aspects de l'organisation et des interactions compétitives en milieu lagunaire. Recherche écophysiological sur la méiofaune et les poissons mugilidés*. Thèse Doct. d'Etat. Univ. Bordeaux I, 275 pp.
- Mishra, S. and Panigrahy, R.C. 1996. Copepods of Bahuda estuary (Orissa), east coast of India. *Indian J. Mar. Sci.*, 25 : 98-102.
- Mohamed, H.T.A.M. and Rahaman, A.A. 1987. Seasonal distribution of plankton in Agniar estuary. *J. Mar. Biol. Ass. India*, 29(1-2): 273-279.
- Moncef, M. 1993. *Etude du peuplement de copépodes et des larves de chaoborides de la retenue de barrage Al Massira, Maroc*. Thèse Doct. d'Etat. Univ. Hassan II, Casablanca, 228 pp.
- Nielsen, T. G. and Sabatini, M. 1996. Role of cyclopoid copepods *Oithona sp.* in North Sea plankton communities. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 139 : 79-93.
- Orbi, A. 1991. Fluctuation du vent et variabilité de l'upwelling le long de la côte atlantique marocaine. *Symp. Inter. Poll. Mar.* (I.S.P.M., Maroc), 20-22 novembre 1991.
- Ouldessaïb, E.T., El Khalki M. et Moncef, M. 1998. Etude qualitative et quantitative du peuplement de Copépodes de la lagune de Oualidia (côte atlantique du Maroc). *Marine life*, 8(1-2) : 35-43.
- Padmavati, G. and Goswami, S.C. 1996. Zooplankton ecology in the Mandovi-Zuari estuarine system of Goa, west coast of India. *Indian J. Mar. Sci.*, 25 : 268-273.
- Pagano, M. et Saint-Jean, L. 1988. *Importance et rôle du zooplancton dans une lagune tropicale, la lagune Ebrié (Côte d'Ivoire). Peuplements, biomasse, production et bilan métabolique*. Thèse Doct. d'Etat, Univ. Aix-Marseille II, 390 pp., annexe, 50 pp.

- Paw, N. D. E. 1973. On the distribution of *Eurytemora affinis* (Pope) in the western Scheldt estuary. *Mitteil. Int. Verein. Limnol.*, 18 : 1462-1472.
- Perez-Seijas, G.M., Ramirez, F.C. and Viñas, M.D. 1985. Variation of the numeric abundance and biomass of the net zooplankton in the San Jorge gulf. *Rev. Invest. Desar. Pesq.*, 7 : 5-20.
- Plounevez, S. and Champalbert, G. 1999. Feeding behaviour and trophic environment of *Engraulis encrasicolus* (L.) in the Bay of Biscay. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 49 : 177-191.
- Rodier, J. 1984. *L'analyse de l'eau (eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer)*. Dunod, Paris, 7^{ème} édition, 1136 pp.
- Rose, M. 1933. *Copépodes pélagiques. Faune de France*. Le Chevalier éd., Paris, 26, 374 pp.
- Sarkar, S.K., Singh, B.N. and Choudhury, A. 1986. Seasonal distribution of copepods in the Hooghly estuary, Northern Bay of Bengal. *Indian J. Mar. Sci.*, 15 : 177-180.
- Stearns, D.E., Tester, P.A. and Walker, R.L. 1989. Diel changes in the egg production rate of *Acartia tonsa* (copepoda, calanoïda) and related environmental factors in two estuaries. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 52(1) : 7-16.
- Vernberg, W.B. and Vernberg, F.J. 1972. *Environmental physiology of marine animals*. Berlin-Heidelberg-New York, Springer-Verlag, 346 pp.
- Viñas, M.D. and Gaudy, R. 1996. Annual cycle of *Euterpina acutifrons* (Copepoda : Harpacticoida) in the gulf of San Matias (Argentina) and in the gulf of Marseilles (France). *Scientia Marina*, 60: 307-318.