

# Cycle reproducteur d'une population d'*Orchestia gammarellus* (Crustacea, Amphipoda) dans le lac Smir (Maroc)

M. Aksissou <sup>(1)</sup> et B. Elkaïm <sup>(2)</sup>

## Résumé :

Un échantillonnage mensuel d'*Orchestia gammarellus* (Pallas, 1766) dans le lac Smir (littoral méditerranéen du Maroc) a permis d'analyser certains paramètres de son cycle reproducteur. Ainsi, la reproduction ne se poursuit que d'octobre à mai (interruption brève en février), présentant un long arrêt pendant l'été associé à une forte mortalité au sein des adultes; la fécondité également moindre, 15 oeufs en moyenne par femelle, est compensée par un sex-ratio de 57% des femelles. En outre, la longévité courte, ne dépassant pas 10 mois, est compensée par une maturité précoce à 4-5 mois entraînant de nombreuses pontes (4 à 5). Cette population semi-annuelle multivoltine, régie essentiellement par la température et la pluviosité, présente ainsi un potentiel reproducteur comparable à de nombreuses populations d'Europe. Ces caractéristiques associées à un habitat cryptozoïque adopté par les juvéniles au moment de la crise estivale, sont essentiels dans le maintien de cette population du lac Smir.

**Mots clés :** Talitridae, *Orchestia gammarellus*, Cycle reproducteur, Maroc.

## Abstract :

A monthly sampling of *Orchestia gammarellus* (Pallas, 1766) in lake Smir (Mediterranean coast of Morocco) has allowed the analysis of some parameters of the reproductive cycle. This study showed that the reproduction appears from October to May (short interruption in February) with a long pause during a summer, associated with a high mortality especially at the adult stage. The fecundity is 15 eggs per female on an average is compensated for a sex-ratio of 1:1 (57% of females). The short longevity not exceeding 10 months is made up for a precocious maturity (4-5 months) leading to numerous broods (4-5). This semi-annual and multivoltine population depending on temperature and rainfall, shows also a reproductive potential comparable to many European populations, these characteristics associated to cryptozoic habitat of juveniles during the summer crisis are essential in the maintenance of this population of Smir lake.

**Key words :** Talitridae, *Orchestia gammarellus*, Reproductive cycle, Morocco.

## Resumen :

Un muestreo mensual de *Orchestia gammarellus* (Pallas, 1766) en la laguna Smir (litoral mediterráneo de Marruecos) permitió analizar ciertos parámetros de su ciclo reproductor. Así, la reproducción se manifiesta exclusivamente de octubre a mayo (con una breve interrupción en febrero), presentando un largo paro durante el verano, asociado a una fuerte mortalidad entre los adultos. La fecundidad estando también baja: una media de 15 huevos por hembra, es compensada por un sex-ratio de 57% de hembras. Además la longevidad corta, que no sobrepasa los 10 meses, es compensada por una maduración precoz a los 4-5 meses, lo que conduce a numerosos desoves (4-5). Esta población semi-anual y multivoltina, esencialmente controlada por la temperatura y la pluviosidad, presenta, un potencial reproductor, comparable a numerosas poblaciones de Europa. Estas características asociadas a un habitat cryptoz adoptado por los juveniles al momento de la crisis veraneal son esenciales en el mantenimiento de esta población de la laguna Smir.

**Palabras-claves :** Talitridae, *Orchestia gammarellus*, Ciclo reproductor, Marruecos.

## INTRODUCTION

*Orchestia gammarellus* est un Amphipode Talitridae vivant sous les laines dans la zone supralittorale. Il joue un rôle écologique dans la dégradation de la matière organique et constitue un maillon important dans la chaîne alimentaire des Oiseaux et petits Mammifères (AMANIEU, 1970; WILDISH, 1972).

Cette espèce montre une large répartition géographique. En effet, elle a été signalée en Suède (DAHL 1946), en Angleterre (WILLIAMSON D. E., 1951), en France sur son littoral atlantique (CHARNIAUX-COTTON, 1957) et sur son littoral méditerranéen (LOUIS, 1974), au Maroc (ELKAIM, 1972), aux Açores, Madère, Canaries (MATEUS, 1986) et sur le littoral atlantique argentin (ALONSO, 1987). Donc elle présente une large répartition géographique qui s'étend sur les côtes atlantiques de l'Europe, de l'Afrique du Nord, de l'Amérique du Sud et sur le littoral méditerranéen français et marocain. Son cycle reproducteur, son cycle de mue et sa croissance ont été étudiés en Suède (DAHL, 1946), en Angleterre (WILDISH, 1970, 1972, 1979) et en France (CHARNIAUX-COTTON, 1957; AMANIEU, 1969).

Au Maroc, *Orchestia gammarellus* a été signalée dans l'estuaire du Bou Regreg sans que son cycle soit étudié à cause de son effectif faible (ELKAIM, 1972) et son cycle reproducteur est resté inconnu dans sa limite méridionale de répartition géographique. Cette étude était d'autant plus intéressante que les premières recherches sur le cycle reproducteur conduisaient à la mise en évidence de caractéristiques biodémographiques différentes de celles observés en Europe sur la même espèce mais aussi sur l'espèce voisine *O. mediterranea* localisée dans un estuaire atlantique du Maroc (ELKAIM et al., 1985).

La présente publication essaie ainsi de combler cette lacune en exposant le cycle reproducteur d'*O. gammarellus* au Maroc d'autant que ce dernier représente la limite sud de la répartition géographique de cette espèce.

<sup>(1)</sup>Laboratoire d'Ecologie, Université A. Essaâdi, Faculté des Sciences, B.P. 2121, Tétouan, Maroc.

<sup>(2)</sup>Laboratoire d'Hydrobiologie, Université P. et M. Curie, 12 rue Cuvier, 75005 Paris.

## MATERIEL ET METHODOLOGIE

### Aire d'étude

Le lac Smir est une étendue d'eau se situant sur le littoral méditerranéen du Maroc à 35°43'N et 5°21'W. Il présente par ses caractéristiques climatiques, hydrogéologiques et floristiques un milieu favorable à l'épanouissement de la vie animale qu'elle soit aquatique ou nécessitant une certaine hydromorphie. Son climat est de type méditerranéen humide à hiver tempéré. La pluviosité est de l'ordre de 700 mm par an répartie entre octobre et avril. La température moyenne annuelle est de 16°. L'humidité relative est élevée (82% en moyenne annuelle à 6 heures). La mise en place du lac est due à la présence d'une cuvette à sol argileux imperméable provenant de l'érosion du bassin versant à calcaires et schistes. La chlorosité dépend de la marée et des précipitations et varie entre 0,3 et 24g/l (valeurs extrêmes respectivement de mars et septembre 1988). La végétation est abondante (*Juncus maritimus*, *Paspalum dilatatum*, *Salicornia fructicosa*...) contribuant à la formation de laisses en bordure du lac. Ces laisses offrent un milieu favorable au développement de la population d'*O. gammarellus* qui est abondante surtout dans la zone à topographie élevée (nord et nord-est) du lac Smir car elle lui permet de s'abriter lors de la période de crue.

*O. gammarellus* présente une activité nocturne (WILLIAMS, 1983) et évite aussi la dessiccation et la prédation par les oiseaux (WILDISH, 1970). Alors que pendant le jour, cette population reste cachée sous les laisses ou sous les amas d'argiles, en adoptant un habitat cryptozoïque (WILDISH, 1979). Son régime alimentaire est détritivore constitué des débris d'algues, de végétaux et du plancton. De même, elle peut consommer les cadavres de certains Arthropodes (MOORE & FRANCIS, 1986a) et elle a montré un certain degré de cannibalisme lors de son élevage au laboratoire (GINSBURGER-VOGEL, 1973).

### Technique d'échantillonnage

Dans le lac Smir, *O. gammarellus* se répartit sous les laisses et aussi sous des amas d'argiles. Pour les individus vivant sous les laisses, la méthode d'échantillonnage est la suivante : les laisses déposées en bandes ou cordons d'une largeur d'environ 0,20 m sont prélevées sur une longueur de 2,5 m et remuées dans un bocal à large ouverture rempli d'eau formolée. Le nombre d'individus capturé reflète la densité par 0,5 m<sup>2</sup>. Pour les individus existant sous les amas d'argiles, ils sont prélevés sur un carré de 625 cm<sup>2</sup> (25 cm x 25 cm) et cette opération est répétée huit fois. La densité finale est la somme des densités par 0,5 m<sup>2</sup> de laisses et 0,5 m<sup>2</sup> d'amas d'argile. Cette méthode d'échantillonnage est représentative de la population dans le lac Smir et adéquate au biotope (il n'y a pas de différences dans la structure de la population entre le dessous des lais-

ses et des amas d'argiles). La mesure de la fécondité réelle n'est pas facile puisque certaines femelles libèrent leurs oeufs dans l'alcool ou l'eau formolée lors de la capture et donc le comptage des oeufs dans le marsupium des femelles ne traduit pas la fécondité réelle. Pour éviter cet inconvénient, il faut mettre chaque femelle ovigère seule dans un pilulier. La réalisation de cette condition n'est pas aisée, car il faudrait identifier toutes les femelles ovigères sur le terrain. Ainsi, nous nous sommes limités à récolter un échantillon représentatif des femelles ovigères, conservées isolément, pour en mesurer la fécondité.

### Analyse en laboratoire

Au laboratoire, les échantillons sont triés, comptés et séparés en plusieurs groupes :

- 1- groupe des juvéniles, immatures sans sexe différencié dont la taille du corps est comprise entre 2 et 6 mm.
- 2- groupe des intermédiaires, immatures mais avec différenciation morphologique externe du sexe (développement du propodite de la deuxième paire des gnathopodes chez le mâle, oostégite de la femelle) et de taille comprise entre 6 et 9 mm.
- 3- groupe des adultes, individus reproducteurs avec différenciation nette des caractères sexuels secondaires (propodite hypertrophié de la deuxième paire des gnathopodes chez le mâle et chez la femelle présence d'oostégites développés et ciliés) dont la taille est supérieure à 9 mm. Ce groupe des adultes est subdivisé en mâles et femelles, ces dernières sont de trois types :

- femelles non reproductrices, à oostégites petits non ciliés (ces oostégites sont permanents chez *O. gammarellus*).
- femelles ovigères ou gestantes.
- femelles reproductrices vides à oostégites grands et ciliés.

Le nombre et la taille des individus de chaque groupe sont mesurés. De même, le contenu du marsupium des femelles gestantes est compté et la taille des individus est notée.

## RESULTATS

L'ensemble des données concernant la structure de la population est donné dans le Tableau I.

### 1- Evolution de la densité de la population

L'évolution mensuelle de la densité de la population (fig. 1) est peu variable (326 à 532 individus/m<sup>2</sup>) et présente deux maxima et deux minima. Les deux maxima sont présents en novembre et en mai avec respectivement 532 et 510 individus/m<sup>2</sup>. Les deux minima coïncident avec les mois de février et de juillet avec respectivement 376 et

TABLEAU I

Distribution des densités ( $N/m^2$ ), des effectifs ( $N/m^2$  ou  $\%/m^2$ ) des différents groupes et du sex-ratio mâles/femelles d'*Orchestia gammarellus* du lac Smir de novembre 1987 à octobre 1988.

Femelles 1 : non reproductrices Femelles 2 : gestantes Femelles 3 : vides à grands oostégites ciliés

| Date      | Densité | Juvéniles | % Juvéniles | Intermédiaires | % Intermédiaires | Adultes | % Adultes | Mâles | % Mâles/Adultes | Femelles | % Femelles/Adultes | Femelles 1 | % Femelles 1 | Femelles 2 | % Femelles 2/Femelles | Femelles 3 | % Femelles 3 | Mâles/Femelles |
|-----------|---------|-----------|-------------|----------------|------------------|---------|-----------|-------|-----------------|----------|--------------------|------------|--------------|------------|-----------------------|------------|--------------|----------------|
| 15-Nov-87 | 532     | 254       | 47,74       | 120            | 22,56            | 158     | 29,7      | 56    | 35,44           | 102      | 64,56              | 16         | 15,69        | 64         | 62,75                 | 22         | 21,57        | 0,55           |
| 14-Dic-87 | 494     | 296       | 59,92       | 80             | 16,19            | 118     | 23,89     | 42    | 35,59           | 76       | 64,41              | 10         | 13,16        | 30         | 39,47                 | 36         | 47,37        | 0,55           |
| 14-Ene-88 | 384     | 192       | 50          | 134            | 34,9             | 58      | 15,1      | 30    | 51,72           | 28       | 48,28              | 12         | 42,86        | 6          | 21,43                 | 10         | 35,71        | 1,07           |
| 14-Feb-88 | 376     | 208       | 55,32       | 88             | 23,4             | 80      | 21,28     | 32    | 40              | 48       | 60                 | 40         | 83,33        | 0          | 0                     | 8          | 16,67        | 0,67           |
| 13-Mar-88 | 400     | 232       | 58          | 112            | 28               | 56      | 14        | 32    | 57,14           | 24       | 42,86              | 8          | 33,33        | 16         | 66,67                 | 0          | 0            | 1,33           |
| 17-Abr-88 | 454     | 234       | 51,54       | 86             | 18,94            | 104     | 22,91     | 46    | 44,23           | 58       | 55,77              | 4          | 6,9          | 40         | 68,97                 | 14         | 24,14        | 0,79           |
| 16-May-88 | 510     | 314       | 61,57       | 38             | 7,45             | 158     | 30,98     | 48    | 30,38           | 110      | 69,62              | 2          | 1,82         | 78         | 70,91                 | 30         | 27,27        | 0,44           |
| 15-Jun-88 | 414     | 294       | 71,01       | 110            | 26,57            | 10      | 2,42      | 4     | 40              | 6        | 60                 | 6          | 100          | 0          | 0                     | 0          | 0            | 0,67           |
| 11-Jul-88 | 326     | 224       | 68,71       | 78             | 23,93            | 24      | 7,36      | 12    | 50              | 12       | 50                 | 12         | 100          | 0          | 0                     | 0          | 0            | 1              |
| 13-Ago-88 | 397     | 132       | 33,25       | 245            | 61,71            | 20      | 5,04      | 9     | 45              | 11       | 55                 | 11         | 100          | 0          | 0                     | 0          | 0            | 0,82           |
| 15-Sep-88 | 384     | 16        | 4,17        | 248            | 64,58            | 120     | 31,25     | 56    | 46,67           | 64       | 53,33              | 64         | 100          | 0          | 0                     | 0          | 0            | 0,88           |
| 23-Oct-88 | 450     | 108       | 24          | 48             | 10,67            | 294     | 65,33     | 87    | 29,59           | 207      | 70,41              | 0          | 0            | 135        | 65,22                 | 72         | 34,78        | 0,42           |

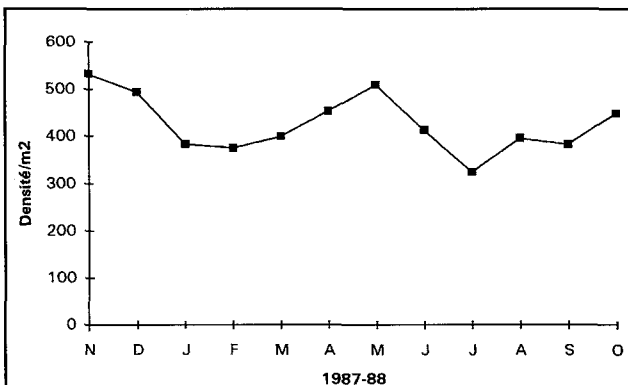


Figure 1 - Evolution temporelle de la densité de la population d'*Orchestia gammarellus* dans le lac Smir.

326 individus/ $m^2$ . La moyenne annuelle est de  $426 \pm 34$  individus/ $m^2$ . Les valeurs maximales sont essentiellement dues aux recrutements hivernal et printanier alors que les valeurs minimales sont dues à l'arrêt de la reproduction et à la mortalité causée par la chaleur et sécheresse estivales.

## 2- Evolution des différents groupes de la population

L'évolution temporelle du pourcentage des juvéniles, des intermédiaires et des adultes de la population (fig. 2) montre que :

- le pourcentage des juvéniles est prépondérant de novembre jusqu'en juillet (47% à 71%). En août, ce pourcentage

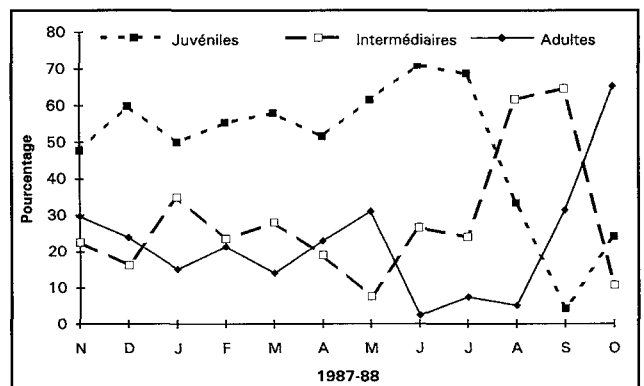


Figure 2 - Evolution temporelle du pourcentage des juvéniles, intermédiaires et adultes de la population d'*Orchestia gammarellus* dans le lac Smir.

chute à 33% et en septembre, il atteint son minimum avec 4% de la population. En octobre, il commence à augmenter pour atteindre 24%. Cette évolution temporelle du pourcentage des juvéniles est étroitement liée à la reproduction de la population puisque pendant la période de reproduction le pourcentage des juvéniles est élevé et le minimum est atteint en fin de la période de repos sexuel.

- le pourcentage des intermédiaires varie entre 7% et 34% de novembre à juillet. En août et septembre, leur pourcentage est respectivement de 61 et 64% et il chute à 10% en octobre. Il apparaît que ce groupe est abondant juste avant l'entrée en reproduction (septembre).

- les adultes représentent un pourcentage compris entre 14% et 31% de novembre jusqu'à mai. En juin, ce pourcentage chute à 2,4% à cause d'une forte mortalité provoquée par la chaleur et la sécheresse estivales (les précipitations sont nulles et la température atteint 37° vers 14 heures). Ce pourcentage augmente progressivement pour atteindre en octobre sa valeur maximale avec 65% de telle manière que la reproduction commence avec les premières précipitations d'octobre et la population est alors essentiellement représentée par les adultes.

## 2- Période de reproduction

*O. gammarellus* présente une activité reproductrice d'octobre jusqu'à mai à l'exception du mois de février (fig. 3). Au cours de cette période, le taux d'activité reproductrice débute avec une valeur de 65% en octobre puis il diminue progressivement pour s'annuler en février (reproduction automno-hivernale). L'activité reproductrice reprend en mars avec une valeur de 66% et reste stable pendant avril et mai pour s'annuler en juin (reproduction printanière). En été (juin à septembre), l'activité reproductrice est absente car il y a peu d'adultes (2 à 5%) à l'exception de septembre (31%) où ils sont tous au repos sexuel. La rareté des adultes pendant l'été est due à leur mortalité massive par la chaleur et la sécheresse. Cette évolution du taux d'acti-

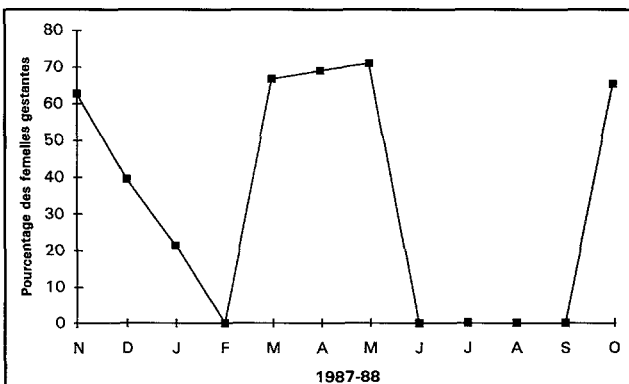


Figure 3 - Evolution temporelle du taux d'activité reproductrice de la population d'*Orchestia gammarellus* dans le lac Smir.

té reproductrice est liée essentiellement à la température et à l'humidité (dépendante des précipitations).

En fonction de leur naissance au printemps ou automne-hiver, la maturité sexuelle (taille 9 mm en général voire 8 mm pour certaines femelles) est atteinte à 4-5 mois, c'est-à-dire que les femelles nées au printemps se reproduisent en automne et les femelles nées en automne-hiver se reproduisent au printemps. On a pu estimer la durée de vie de 7 à 10 mois, c'est-à-dire plus courte par rapport à celles des populations d'Europe qui atteignent une durée de 12 à 18 mois et de ce fait la période de reproduction s'étend en fonction des groupes de femelles de 2 à 5 mois, soit une moyenne de 3,5 mois. L'intermue pour les femelles gestantes a été évaluée à 20-22 jours et 2-3 jours pour les femelles à grands oostégites en élevage à 24° (CHARNIAUX-COTTON, 1957), ce qui donne une durée entre deux portées de 22-25 jours. Une femelle pourrait donc présenter en moyenne 4 à 5 portées par an ce qui est en accord avec les observations effectuées sur le cycle reproducteur et les conditions climatiques annuelles. Cette population semi-annuelle est donc multivoltine.

## 4- Sex-ratio

Chez cette population, le pourcentage des femelles (fig. 4) est généralement supérieur à celui des mâles à l'exception du mois de mars où il représente seulement 42,8%. La valeur la plus élevée des femelles est enregistrée au début de la période de reproduction en octobre avec une valeur de 70,4%. La moyenne annuelle du pourcentage des femelles est de 57,8%. Un tel rapport des sexes, en faveur des femelles, doit favoriser la capacité de reproduction de la population.

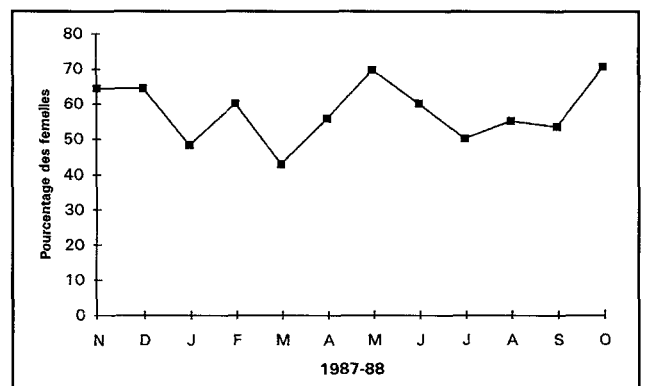


Figure 4 - Evolution temporelle du sex-ratio chez *Orchestia gammarellus* dans le lac Smir

## 5- Fécondité

La fécondité, ou nombre d'oeufs par portée a été corrélée d'une part avec la taille de la femelle et d'autre part

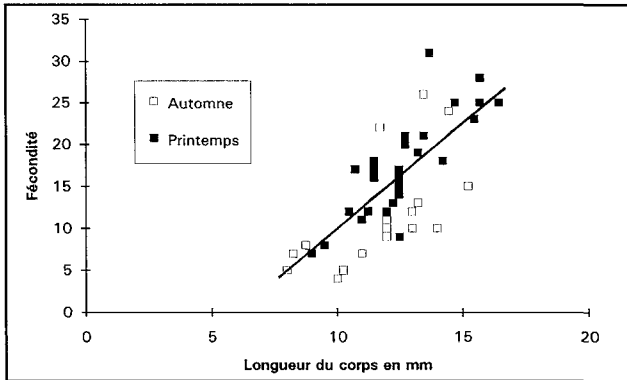


Figure 5 - Relation entre le fécondité et la taille corporelle des femelles d'*Orchestia gammarellus* dans le lac Smir.

avec la saison (fig. 5). Ainsi, la fécondité varie entre 5 et 31 oeufs suivant la taille de la femelle ovigère; cette dernière est comprise entre 9 et 16,5 mm. La droite de régression est  $Y=2,54x-16,02$  ( $r=0,72$ ). Le coefficient de corrélation  $r$  montre qu'il y a une forte liaison entre la fécondité et la taille des femelles. La fécondité moyenne  $y$  est de 15,08 et la taille moyenne  $x$  calculée sur toute la période d'activité reproductrice est de 12,24 mm. Le calcul des droites de régression pour les deux phases (printemps, fin automne-début hiver) donne les résultats suivants: au printemps :  $Y=2,80x-18,4$ ;  $r=0,82$ ;  $y=16,77$ ;  $x=12,45$  et en période fin automne-début hiver (octobre à janvier):  $Y=2,01x-11,35$ ;  $r=0,60$ ;  $y=12,55$ ;  $x=11,85$ . Le calcul de ces deux droites de régression, une printanière et l'autre "hivernale" se justifie par le fait que, l'activité reproductrice de cette population du lac Smir, est constituée de deux phases séparées par un repos sexuel en février.

L'analyse statistique à partir de la comparaison des fécondités et tailles moyennes des femelles pour ces deux périodes (printemps et automne-début hiver) par les tests non paramétriques de Mann et Whitney pour  $n_1$  et  $n_2 > 10$ , au seuil  $\alpha = 0,05$  avec  $U_t = \pm 1,96$  donne des valeurs  $U_c$  (taille) =  $-0,70$  c'est-à-dire que les tailles ne sont pas significativement différentes et  $U_c$  (fécondité) =  $2,51$  c'est-à-dire que les fécondités printemps et automne-début hiver sont significativement différentes.

Ainsi la fécondité printanière (16,77) est bien supérieure à celle de l'automne-hiver (12,55), sans que les tailles des femelles durant ces mêmes périodes soient significativement différentes (12,45 mm contre 11,85 mm).

Cette fécondité dépend ainsi de l'âge des femelles et de la période. En outre cette séparation entre femelles à partir de leur fécondité correspond avec un bref repos de l'activité reproductrice des femelles en février.

## DISCUSSION

L'évolution temporelle de la densité de la population marocaine d'*Orchestia gammarellus* est peu variable. Il est probable que les conditions abiotiques, notamment thermique et hydrique (pluviosité) jouent un rôle prépondérant dans cette variation. Les minima de densité en hiver (en février température  $13^\circ$  en moyenne et minimale de  $7^\circ$ ) et surtout ceux d'été (température  $22^\circ$  en moyenne et maximale de  $35^\circ$  à  $37^\circ$ ) sont liés respectivement à une baisse thermique éliminant les individus surtout âgés, et à une chaleur associée à une sécheresse (0,1 mm de précipitations) responsable d'une véritable hécatombe des individus adultes. L'action du "froid hivernal" intervenant sur la densité de la population, s'exerce à travers l'inhibition de la reproduction, de l'accouplement et de la mort des individus âgés les plus fragiles. Chaleur et sécheresse estivales provoquent une forte mortalité au sein des adultes qui ne représentent plus que 2 à 7% pendant les mois d'été : d'une part *O. gammarellus* ne peut pas tolérer une température de  $35^\circ$  plus d'une heure (MOORE & FRANCIS, 1986b), alors que des valeurs supérieures à  $35^\circ$  ont été enregistrées entre 12 et 15 heures pendant l'été, d'autre part les adultes sont désavantagés par rapport aux juvéniles de petite taille dans la recherche de refuge (fentes de dessiccation), ce qui pourrait expliquer la survie de ces juvéniles trouvant plus facilement un habitat adéquat. Les deux maxima de la densité de cette population en automne (octobre) et au printemps (mai) coïncident avec les périodes de reproduction de la population et l'existence de conditions thermo-hygrophiles favorables.

L'activité reproductrice chez la population marocaine est tout à fait particulière par rapport à celle indiquée en Europe occidentale (AMANIEU, 1969; WILDISH, 1979) et au Maroc dans l'estuaire du Bou Regreg pour une espèce voisine *O. mediterranea* (ELKAIM et al., 1985). Cependant elle est proche de celle indiquée chez certaines espèces de Crustacés Ostracodes dans le lac Smir (BEKKALI, 1987). En Europe occidentale, *O. gammarellus* présente une activité reproductrice de mars à octobre -printemps et été- (AMANIEU, 1969; WILDISH, 1979) alors qu'au Maroc, la reproduction se manifeste d'octobre à mai à l'exception de février (fin automne-début hiver et printemps). Pendant les mois où la température ambiante est moyenne ( $15-19^\circ$ ) et l'humidité du substrat est élevée, le taux d'activité reproductrice est supérieur à 60%. Ceci correspond à la période d'octobre-novembre (automne) et de mars-avril-mai (printemps). L'ensemble de ces résultats montre un décalage dans la période de reproduction entre l'Europe occidentale et le Maroc. Au lac Smir, sur le littoral méditerranéen, l'action des facteurs abiotiques : température et humidité du substrat jouent un rôle important dans la variation du taux d'activité reproductrice d'*O. gammare-*

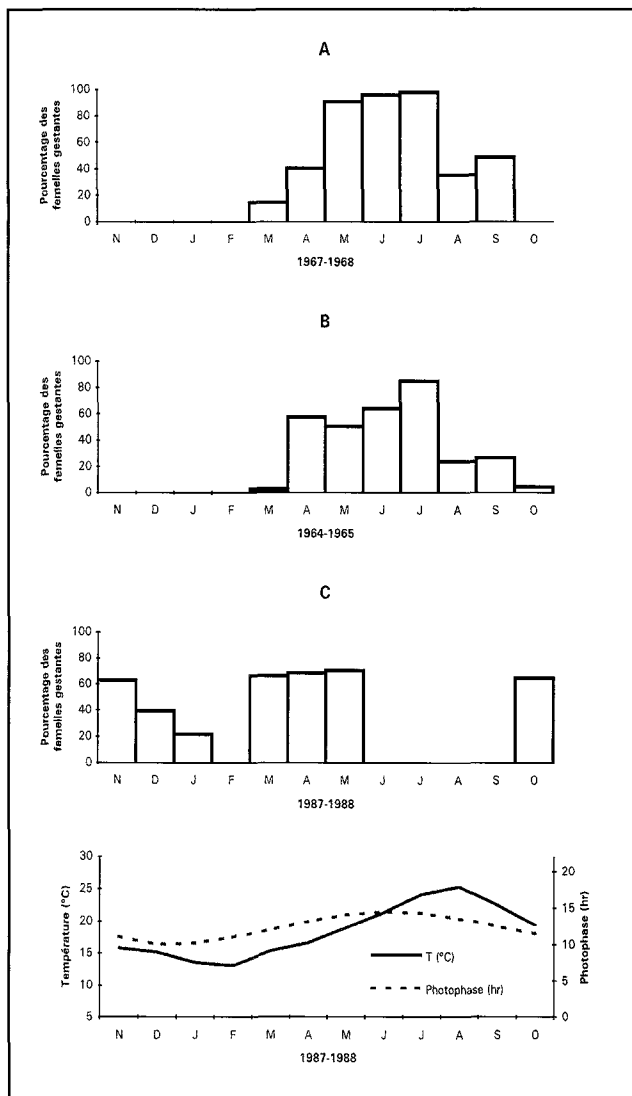


Figure 6 - Comparaison géographique de l'activité reproductrice d'*Orchestia gammarellus* de diverses populations d'Europe et du Maroc. A - Estuaire de Medway (Grande Bretagne, 1979) B - Baie d'Arcachon (France, 1969) C - Lac Smir (Maroc, 1987-88) avec les variations mensuelles de la température moyenne et de la photophase.

llus, en revanche la photopériode semble-t-il, est sans importance appréciable sur cette espèce puisqu'il n'y a pas de corrélation entre la photophase et le taux d'activité reproductrice (voir fig. 6). Cette reproduction est en outre semi-annuelle, c'est-à-dire que la population se reproduit l'année même de sa naissance à la différence des populations d'Europe.

Le sex-ratio de la population marocaine est en faveur des femelles (57% en moyenne) avec des maxima de 70% en octobre-décembre et mai, c'est-à-dire au démarrage d'un nouveau cycle et avant la fin du cycle de repro-

duction. Une évolution similaire du sex-ratio a été observée chez *O. mediterranea* au Maroc (ELKAIM et al., 1985). Chez la population d'Angleterre, le sex-ratio est en faveur des mâles : 66% (WILDISH, 1979). Cette féminisation observée sur la population d'*O. gammarellus* du Maroc peut être due aux endoparasites comme l'ont montré GINSBURGER-VOGEL et DEPORTES (1979). Mais ceci reste à vérifier chez cette population dans une étude ultérieure possible.

La fécondité chez la population marocaine (15 oeufs en moyenne) est inférieure à celle enregistrée en Angleterre : 19 oeufs (WILDISH, 1979). Cette diminution de la fécondité dans le sens nord-sud a été observée chez d'autres Talitridae : *Orchestia montagui*, *Platorchestia platensis* (CIAVATTI et al., 1993). Au Maroc, on note que la fécondité printanière est supérieure à celle de fin automne-début hiver bien que la taille moyenne des femelles n'est pas variée : en zone tempérée notamment la température (17,5°) et la photopériode (12 à 14h30 par jour) du printemps doivent être favorables à l'accroissement de la fécondité en cette période printanière.

Si l'on estime le potentiel reproducteur annuel par femelle  $R=x(bnp)$  (WILDISH, 1982) avec  $x=100$  adultes,  $b$  le nombre moyen d'oeufs par portée (15,1 oeufs),  $n$  le nombre moyen de portées par femelle pour une année (4 ou 5) et  $p$  le taux de femelles par rapport à l'ensemble des adultes (1,57) on obtiendrait un  $R_{moyen}$  variant de 4304 à 3443 oeufs, inférieur à celui indiqué en Angleterre (WILDISH, 1979) avec 5386 oeufs (34% de femelles) à 6684 oeufs (49% des femelles) et ce pour 7 à 8 portées. Cependant cette population du Lac Smir doit présenter un potentiel reproducteur comparable à celui de la plupart des populations d'Europe à nombre de portées voisin (3 à 5). Ici le pourcentage élevé de femelles compense sa fécondité plus faible permettant ainsi de maintenir la population avec toutefois une densité d'individus moindre et peu variable.

En conclusion la population d'*O. gammarellus* du Lac Smir présente toute une série de caractères originaux par rapport à ceux observés dans les populations d'Europe : - cette population est semi-annuelle (et multivoltine) alors que celles d'Europe sont annuelles (et multivoltines) notamment en Grande Bretagne (WILDISH, 1979) et en France (AMANIEU, 1970);

- la fécondité est réduite mais la maturité sexuelle est plus précoce;

- la longévité est moindre parallèlement à un développement rapide des individus dû aux conditions climatiques favorables (température élevée);

- le sex-ratio est particulièrement favorable aux femelles avec de forts pourcentages au moment de périodes écologiquement favorables;

- le stade juvénile est bien représenté tout au long du cycle biologique de la population contrairement aux adultes éliminés en période estivale; ces juvéniles arrivent en effet à se réfugier dans les fentes de dessiccation de la vase au cours de cette période climatique défavorable, adoptant ainsi un habitat de type cryptozoïque.

Ces caractéristiques biodémographiques associées à un habitat de type cryptozoïque des juvéniles jouent un rôle primordial dans le maintien de la population malgré une crise estivale régulière entraînant un environnement perturbé et hostile pour cette population du Lac Smir.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier le Professeur J. D. WILDISH pour ses observations pertinentes et son aide bibliographique ainsi que M. MENIOUI pour la détermination de l'espèce et A. BAYED pour ses remarques.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AKSISSOU, M. (1989).- Dynamique des populations de deux Talitridae du littoral septentrional du Maroc (*Talorchestia spinifera* M. dans l'estuaire du Sebou et *Orchestia gammarellus* P. dans le Lac Smir). Thèse de 3<sup>e</sup> cycle. Fac. des Sc. de Rabat (Maroc) 202 p.
- AKSISSOU, M. & ELKAIM, B. (1994). - Biodémographie et dynamique d'une population d'*Orchestia gammarellus* (Crustacea, Amphipoda, Talitridae) du littoral méditerranéen du Maroc. *Act. Oecol.*, 15(5), 633-659.
- ALONSO, G. M. (1987).- New records of marine Amphipods Amphipoda Gammaridae for Argentina. *Physis seccion a los oceanos y sus organismos*, 44 (107), 67-69.
- AMANIEU, M. (1969).- Cycle reproducteur à Arcachon d'une population d'*Orchestia gammarella* (Pallas) (Amphipode Talitridae). *Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, 68 (1390), 1-24.
- AMANIEU, M. (1970).- Cycle reproducteur et fécondité de quelques Crustacés Péracarides littoraux. Déterminisme écologique et comparaisons biogéographiques. *Bull. Soc. d'Ecol.*, 1 (4), 223-231.
- BEKKALI, R. (1987).- *Les Ostracodes du Lac Smir (Maroc Nord-occidental)*. Thèse de 3<sup>e</sup> cycle, Fac. des Sc. de Rabat (Maroc).
- CHARNIAUX-COTTON, H. (1957).- Croissance, régénération et déterminisme endocrinien des caractères sexuels d'*Orchestia gammarellus* Pallas (Crustacé Amphipode). *Ann. Sci. Nat. Zool. Biol. Animale*, 19, 411-599.
- CIAVATTI, G., LOUIS, M. & AMANIEU, M. (1993).- Stratégie de la reproduction chez une population de *Platorchestia platensis* (Amphipoda Talitridae) en Guadeloupe (Antilles française). *Act. Oecol.*, 14, 501-519.
- DAHL, E. (1946).- The Amphipoda of the sound. Part I Terrestrial Amphipoda. *Acta Univ. Lund. Sect. 2*, pp.1-13.
- ELKAIM, B. (1972).- *Contribution à l'étude écologique d'un estuaire atlantique marocain: l'estuaire du Bou Regreg. 2<sup>ème</sup> partie Thèse d'Etat*. Fac. des Sc. Univ. de Bordeaux, 251p., 6pl. et 47 tabl.
- ELKAIM, B., IRLINGER, J.P. & PICHARD, S. (1985).- Dynamique de la population d'*Orchestia mediterranea* L. (Crustacé Amphipode) dans l'estuaire du Bou Regreg (Maroc). *Can. J. Zool.*, 63, 2800-2809.
- GINSBURGER-VOGEL, T. (1973).- Détermination génétique du sexe, monogénie et intersexualité chez *Orchestia gammarella* Pallas (Crustacé Amphipode Talitridae) I. Phénomène de monogénie dans la population de Penzé. *Arch. Zool. Exp. Gén.*, 114, 937-438.
- GINSBURGER-VOGEL, T. & DESPORTES, I. (1979).- Structure and Biology of *Martellia* sp in the amphipod *Orchestia gammarellus*. *Mar. Fish. Rev.* 41, 3-7.
- MATEUS, A. (1986).- Amphipodes littoraux et de l'intérieur recueillis aux Açores pendant la campagne "Biaçores" (1971) sur le navire Jean Charcot. *Separata dos Arais da Fac. Cie. da Porto*, 65 (1-4), 87-126.
- MOORE, P. G. & FRANCIS, C.H. (1986a).- Some observations on food and feeding of the supralittoral beach-hopper *Orchestia gammarellus* Crustacea Amphipoda. *Ophelia*, 24 (3), 183-198.
- MOORE, P. G. & FRANCIS, C.H. (1986b).- Environmental tolerances of the beach-hopper *Orchestia gammarellus* Pallas (Crustacea Amphipoda). *Mar. Environ. Res.*, 19 (2), 115-129.
- WILDISH, D. J. (1970).- Some factors affecting the distribution of *Orchestia* Leach in estuaries. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 5, 276-284.
- WILDISH, D. J. (1972).- Postembryonic growth and age in some littoral *Orchestia* (Amphipoda Talitridae). *Crustaceana*, Suppl. 3, 267-274.
- WILDISH, D. J. (1979).- Reproductive consequences of the terrestrial habit in *Orchestia* (Crustacea Amphipoda). *Int. J. Invertebr. Reprod.*, 1 (1), 9-20.
- WILDISH, D. J. (1982). - Evolutionary ecology of reproduction gammaridean Amphipoda. *Int. J. Invertebr. Reprod.*, 5, 1-19.
- WILLIAMS, J. A. (1983).- The endogenous locomotor activity rhythm, of four supralittoral peracarid crustaceans. *J. Mar. Biol. Assoc.*, 63 (2), 481-492.
- WILLIAMSON, D. E. (1951).- On the mating and breeding of some semi-terrestrial Amphipods. *Rep. Dover Mar. Lab.*, 12, 49-62.
- WILLIAMSON, D. I. (1951).- Studies in the biology of Talitridae (Crustacea Amphipoda): effects of atmospheric humidity. *J. M. Biol. Assoc.*, 30 (1), 73-90.