

# Tolérance à la salinité et osmorégulation chez les post-larves de *Penaeus japonicus* et *P. chinensis* Effet de la température

Mirabelle Charmantier-Daures, Pierre Thuét, Guy Charmantier et Jean-Paul Trilles

Laboratoire d'Écophysiologie des Invertébrés, Université des Sciences et Techniques du Languedoc,  
place E.-Bataillon, 34060 Montpellier Cedex 1 (France).

Reçu le 1<sup>er</sup> avril 1988, accepté le 23 novembre 1988.

Salinity tolerance and osmoregulation in post-larvae of *Penaeus japonicus* and *P. chinensis*.  
Effect of temperature.

Charmantier-Daures M., P. Thuét, G. Charmantier, J.-P. Trilles. *Aquat. Living Resour.*, 1988, 1, 267-276.

## Abstract

Survival under different salinity temperature combinations has been studied in P20, P40, P60 post-larvae of *Penaeus japonicus* and *P. chinensis*. The average LS50, 96 hours for the three stages are 19.3 ‰ at 10°C, 12.1 ‰ at 14°C, 6.4 ‰ at 18°C, 5.4 ‰ at 25°C in *Penaeus japonicus* and 11.3 ‰ at 14°C, 7.2 ‰ at 18°C, 11.1 ‰ at 25°C in *P. chinensis*. Low temperature (10-14°C) decreases the tolerance of *Penaeus japonicus* post-larvae to low salinities; this influence is less important in *Penaeus chinensis* post-larvae. At all the tested temperatures, mortality is lowest when the medium is isosmotic to hemolymph. Long term survival assays (35 days) have been conducted on post-larvae of the two species. Osmotic regulation of post-larvae and adults of both species is hyper-osmotic in dilute media and hypo-osmotic in seawater and 900 mosm.kg<sup>-1</sup> media. In *Penaeus japonicus*, the osmoregulation curves of P20, P40, P60 post-larvae are similar, but the ability to osmoregulate is lower in adults than in post-larvae. In *Penaeus chinensis* the ability to regulate in dilute media increases with age in post-larvae, and the adults are better hyper-regulators than P60 post-larvae. In P40 post-larvae of *Penaeus japonicus*, osmoregulation pattern changes and becomes isosmotic in sea water when animals reared at 18°C are exposed for 8 days at 10°C. The results lead to recommendations regarding optimal conditions of temperature and salinity for post-larval rearing and for their release into tanks or lagoons.

Keywords : Penaeid shrimp, *Penaeus japonicus*, *Penaeus chinensis*, post-larvae, osmoregulation, salinity tolerance.

## Résumé

Chez deux espèces de crevettes péneïdes, *Penaeus japonicus* et *P. chinensis*, les conditions de survie en fonction de la température et de la salinité ont été déterminées sur les post-larves P20, P40 et P60. Les SL50, 96 heures moyennes pour les trois stades sont respectivement de 19,3 ‰ à 10°C, 12,1 ‰ à 14°C, 6,4 ‰ à 18°C et 5,4 ‰ à 25°C pour *P. japonicus* et de 11,3 ‰ à 14°C, 7,2 ‰ à 18°C et 11,1 ‰ à 25°C pour *P. chinensis*. L'abaissement de la température de 18-25°C à 10-14°C diminue fortement la tolérance des post-larves de *P. japonicus* aux faibles salinités alors que pour *P. chinensis* ce phénomène est beaucoup moins marqué. Quelle que soit la température, la mortalité est minimum dans les milieux à peu près isosmotiques à l'hémolymphe. Des essais de survie à long terme (35 jours) ont été effectués sur les post-larves des deux espèces. La régulation osmotique des post-larves et des adultes des deux espèces est hyper-osmotique en milieu dilué et hypo-osmotique en eau de mer et 900 mosm.kg<sup>-1</sup>. Chez *P. japonicus* il n'y a pas de différence significative entre les courbes de régulation osmotique des P20, P40 et P60 en milieu dilué. Par contre les capacités osmorégulatrices des adultes sont inférieures à celles des post-larves. Chez *P. chinensis* l'intensité de

la régulation en milieu dilué augmente avec l'âge des post-larves et les adultes présentent une capacité hyper-régulatrice supérieure à celle des P60. L'étude de l'action de la température sur l'osmorégulation des P40 de *P. japonicus* a montré que l'abaissement de la température de 18 à 10°C pendant 8 jours modifie fortement la régulation qui devient isosmotique en eau de mer. Les différents résultats obtenus permettent de définir les conditions optimales de température et de salinité pour les élevages de post-larves et lesensemencements en bassins ou lagunes.

**Mots-clés :** Crevettes pénécides, *Penaeus japonicus*, *Penaeus chinensis*, post-larves, osmorégulation, tolérance à la salinité.

## INTRODUCTION

Du fait de leur large répartition géographique, du nombre des espèces et de leur intérêt économique, les crevettes appartenant à la famille des Penaeidae ont fait l'objet de nombreux travaux concernant leurs aptitudes à survivre en milieux dessalés ou sursalés; de plus, la régulation osmotique et/ou ionique de plusieurs de leurs espèces a été étudiée (tabl. 1).

Chez *Penaeus japonicus*, dont l'aquaculture se développe, en particulier en France, seule la régulation ionique des jeunes adultes est jusqu'à maintenant connue (Bourguet et Exbrayat, 1976). Des post-larves de cette espèce sont produites en éclosérie, en eau de mer à 23-26°C. Au moment desensemencements en bassins ou lagunes, qui se déroulent en France à partir des mois d'avril-mai, les post-larves utilisées (P20 à P60) sont soumises à des chocs thermiques et de salinité; les animaux subissent ultérieurement les importantes fluctuations de température et salinité propres à ces milieux semi-fermés. Les conditions de survie et les adaptations osmotiques des jeunes stades de *P. japonicus* lors de variations de salinité et de température méritent donc d'être étudiées.

Dans le cadre d'une tentative de diversification des espèces utilisées en aquaculture, des essais d'élevage

de *Penaeus chinensis* (= *P. orientalis*) sont actuellement menés. Nous avons donc étendu nos investigations à cette espèce.

Enfin, chez plusieurs espèces de Pénéides, ont été mises en évidence des différences d'aptitudes osmorégulatrices entre juvéniles et adultes (Dall, 1981; Castille et Lawrence, 1981 *b*). Nous avons donc également comparé l'osmorégulation des juvéniles à celle des adultes chez *P. japonicus* et *P. chinensis*.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### Animaux

Les post-larves P20, P40, P60 (respectivement 20, 40, 60 jours de vie post-larvaire) et les adultes des deux espèces *Penaeus japonicus* et *P. chinensis* ont été obtenus auprès de la Station aquacole expérimentale de l'IFREMER (Deva-Sud) à Palavas (Hérault), où elles étaient élevées en eau de mer (salinité 36 ‰ à 23°C pour les post-larves et 18-20°C pour les adultes). Au laboratoire, les animaux ont été maintenus 1 jour (post-larves) ou 1 semaine (adultes) avant toute expérimentation dans des bassins d'eau de mer filtrée (en circuit fermé) et aérée, sous une photopériode

**Tableau 1.** — Liste des espèces de Pénéides chez lesquelles la régulation osmotique et/ou ionique a été étudiée.

<i>List of Penaeid shrimp species studied for their osmotic and ionic regulation.</i>	
<i>Penaeus aztecus</i> 3, 4, 9	1. Panikkar et Viswanathan, 1948
<i>P. carinatus</i> 2	2. Panikkar, 1951
<i>P. duorarum</i> 3, 6, 9	3. Williams, 1960
<i>P. esculentus</i> 12, 13	4. McFarland et Lee, 1963
<i>P. indicus</i> 2	5. Dall, 1964
<i>P. japonicus</i> 7, 16, 17	6. Bursey et Lane, 1971
<i>P. merguensis</i> 12, 13	7. Bourguet et Exbrayat, 1976
<i>P. monodon</i> 14, 15	8. Amaya et Signoret, 1977
<i>P. plebejus</i> 12, 13	9. Castille et Lawrence, 1981 <i>a</i>
<i>P. setiferus</i> 4, 8, 9, 10, 11	10. Castille et Lawrence, 1981 <i>b</i>
<i>P. stylirostris</i> 9, 10, 11	11. Castille et Lawrence, 1981 <i>c</i>
<i>P. vannamei</i> 9	12. Dall, 1981
<i>Metapenaeus bennettiae</i> 5, 12, 13	13. Dall et Smith, 1981
<i>M. dobsoni</i> 2	14. Cawthorne <i>et al.</i> , 1983
<i>M. monoceros</i> 1	15. Ferraris <i>et al.</i> , 1986
<i>Sicyonia dorsalis</i> 4	16. Charmantier, 1986
<i>Trachypenaeus similis</i> 4	17. Charmantier <i>et al.</i> , 1988

12L/12O, la nourriture consistant en artémies congelées (post-larves) ou fragments de moules (adultes). Les post-larves ont été transférées en une douzaine d'heures à chaque température, 10, 14, 18 et 25°C; les adultes ont été élevés à 18°C. Les stades d'intermue ont été déterminés par observation microscopique du telson et des soies, selon la méthode classique de Drach et Tchernigovtzeff (1967).

#### Tolérance à la salinité

Deux types d'expériences ont été pratiquées sur les post-larves (le faible nombre d'adultes disponibles n'a pas permis de les réaliser chez ces derniers).

● *Expérience I.* Des essais de survie sur 96 heures ont permis de déterminer la salinité léthale pour 50% des animaux : SL 50, 96 heures. Ils ont été conduits chez les deux espèces sur des groupes de 10 post-larves maintenues dans des boîtes en matière plastique fermées contenant 1 l d'eau aérée par bullage d'air. Les salinités expérimentales représentaient une gamme allant de l'eau douce (10 mosm.kg<sup>-1</sup>) à l'eau de mer (1080 à 1100 mosm.kg<sup>-1</sup>) avec des écarts de 100 mosm.kg<sup>-1</sup> d'un milieu à l'autre (100 mosm.kg<sup>-1</sup> équivalent à une variation de salinité d'environ 3,4 ‰).

Les différents milieux ont été préparés par dilution d'eau de mer avec de l'eau du robinet. La survie des trois stades post-larvaires a été évaluée dans chaque salinité à différentes températures (10, 14, 18 et 25°C chez *P. japonicus*, 14, 18 et 25°C chez *P. chinensis*). Les post-larves ont été transférées directement depuis l'eau de mer dans chacun des milieux expérimentaux. Le dénombrement des animaux morts a été effectué à 0,5, 1, 2, 3, 6, 12, 24, 36, 48, 72 et 96 heures (Sprague, 1969).

● *Expérience II.* Des essais de survie à long terme ont été également réalisés. Des groupes de 100 post-larves P20 ont été élevés durant plusieurs semaines dans des bacs de 35 l dont le milieu était filtré et aéré. Cinq salinités (eau de mer, soit 1080 à 1100 mosm.kg<sup>-1</sup>, 900, 700, 500, 300 mosm.kg<sup>-1</sup>) ont été ainsi testées sur plusieurs semaines à 10, 14 et 18°C chez *P. japonicus* et 18°C chez *P. chinensis*. Les animaux étaient nourris quotidiennement avec des artémies congelées, et les survivants comptés une fois par semaine.

Chacune des expériences I et II a été réalisée deux fois; les faibles écarts constatés ont permis de regrouper les résultats. L'absence totale de mouvements internes (battements cardiaques) et externes (en particulier des pléopodes), l'absence de réaction à des chocs, ont été reconnues comme critères permettant de constater la mort des post-larves.

#### Osmorégulation

L'osmorégulation a été étudiée à 18°C sur des post-larves provenant des mêmes lots que ceux utilisés dans les essais de survie à 96 heures et élevées dans des conditions similaires ainsi que sur les adultes des

deux espèces; seuls les animaux en stade C d'intermue ont été utilisés.

Pour les adultes des deux espèces, on a utilisé des lots comprenant des mâles et des femelles. En effet, Bourguet et Exbrayat (1976) ont montré que chez *P. japonicus* la régulation de la natrémie et de la chlorémie, donc par conséquence la régulation osmotique, ne présente pas de différence avec le sexe. Les prélèvements d'hémolymphe ont été pratiqués sur des animaux préalablement séchés avec du papier filtre, par insertion dorsale d'une micropipette entre le céphalothorax et l'abdomen, directement dans le cœur chez les post-larves, ou à la seringue dans l'espace lacunaire sanguin ventral du telson chez les adultes. La pression osmotique de l'hémolymphe des post-larves et des milieux d'élevage a été mesurée sur un micro-osmomètre Kalber-Clifton requérant 30 à 50 nl. La pression osmotique de tous les milieux d'élevage, ainsi que celle de l'hémolymphe des adultes, ont été également mesurées à l'aide d'un osmomètre Roebing (échantillons de 35 µl).

Les comparaisons statistiques ont été réalisées par analyses de variance.

## RÉSULTATS

### Survie

#### *Expérience : essais de survie sur 96 heures*

Chez *Penaeus japonicus* (fig. 1, tabl. 2), les différents stades post-larvaires réagissent de façon assez similaire aux conditions de milieu auxquelles ils sont exposés. Leurs taux de mortalité sont proches et relativement faibles (sauf dans les plus basses salinités) à 25 et 18°C. Par contre, l'abaissement de la température à 14 et surtout 10°C diminue leur tolérance aux faibles salinités (inférieures à 700-800 mosm.kg<sup>-1</sup>, soit environ 24 à 27. 10<sup>-3</sup>, comme le montre l'élévation des salinités léthales pour 50% des animaux à 96 heures (SL 50) (tabl. 2). En moyenne pour les trois stades étudiés, les SL 50 s'établissent à 19,3 ‰ à 10°C, 12,1 ‰ à 14°C, 6,4 ‰ à 18°C, 5,4 ‰ à 25°C. De plus, à 14 et surtout 10°C, la mortalité des post-larves est assez importante en eau de mer.

Quelle que soit la température, la mortalité des post-larves est minimum dans des milieux à 800-900 mosm.kg<sup>-1</sup> (environ 27 à 30,5 ‰).

Chez *P. chinensis* (fig. 2, tabl. 3), les réactions des stades P20 et P40 aux différentes salinités utilisées sont assez proches; toutefois, les post-larves P40 sont légèrement plus résistantes aux faibles salinités que les P20. La température d'élevage n'influe que peu sur les taux de mortalité et les SL 50, 96 heures : en particulier, l'abaissement de la température à 14°C n'entraîne pas d'élévation marquée de la mortalité.

Les résultats concernant le stade P60 sont au contraire variables et hétérogènes. En particulier à 18°C, les animaux se montrent très résistants aux faibles

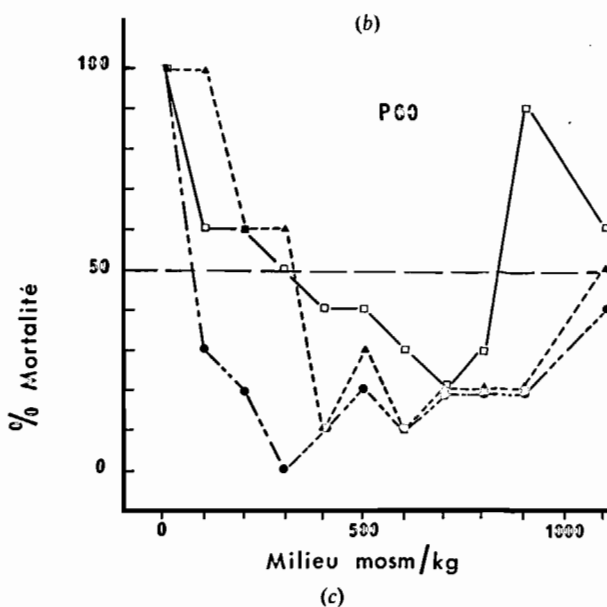
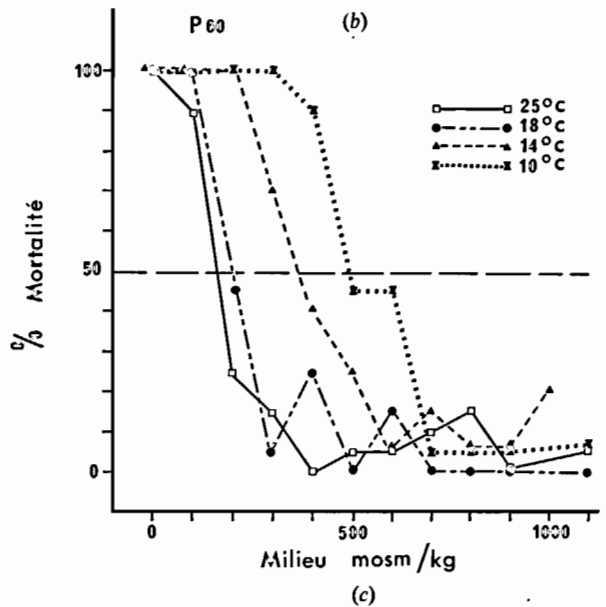
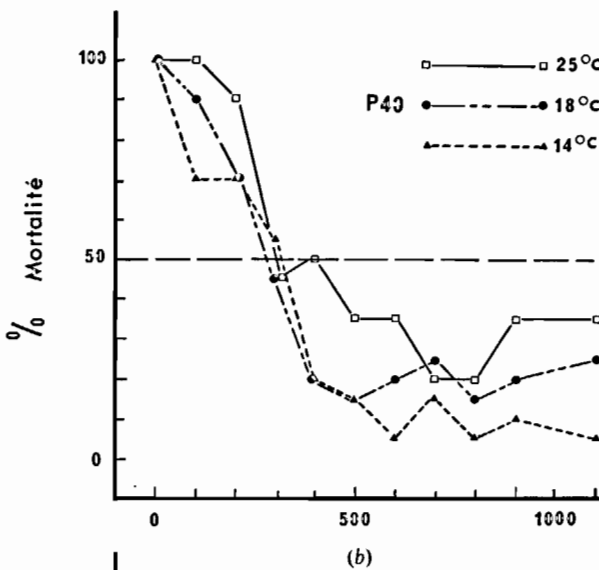
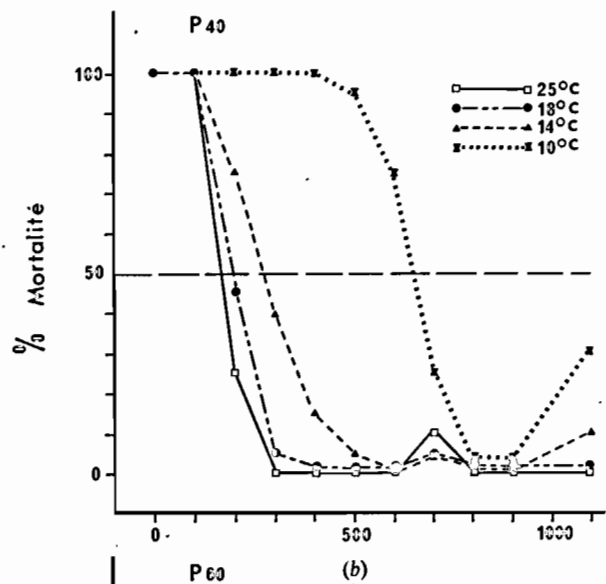
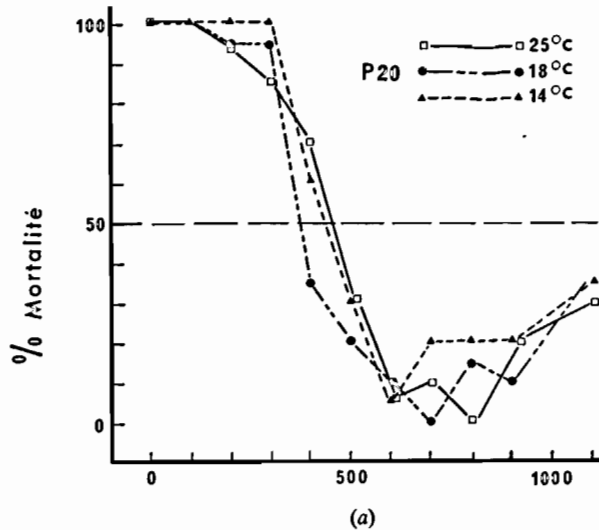
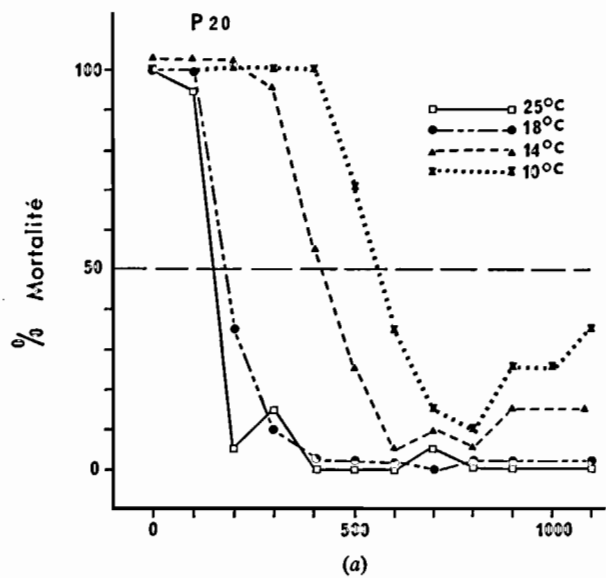


Figure 1

Figure 2

Figure 1. — *Penaeus japonicus*, post-larves P20, P40, P60. Pourcentages de mortalité à 96 heures en fonction de la salinité du milieu à quatre températures différentes (chaque point est la moyenne de 2 mesures réalisées chacune sur 10 individus).

*Penaeus japonicus*, P20, P40, P60 post-larvae. Percent of mortality at 96 hours according to salinity of the medium at four different temperatures (each point represents the mean value of 2 measurements on 10 animals).

Figure 2. — *Penaeus chinensis*, post-larves P20, P40, P60. Pourcentages de mortalité à 96 heures en fonction de la salinité du milieu à trois températures différentes (chaque point est la moyenne de 2 mesures réalisées chacune sur 10 individus).

*Penaeus chinensis*, P20, P40, P60 post-larvae. Percent of mortality at 96 hours according to salinity of the medium at three different temperatures (each point represents the mean value of 2 measurements on 10 animals).

Tableau 2. — *Penaeus japonicus*, post-larves P20, P40, P60. Évaluation des salinités léthales pour 50% des animaux à 96 heures (SL50, 96 h) à 10, 14, 18 et 25°C (correspondance pression osmotique-salinité : 100 mosm.kg<sup>-1</sup> ≈ 3,4 ‰).

*Penaeus japonicus*, P20, P40, P60 post-larvae. Lethal salinities in 50% of the animals at 96 hours (SL50, 96 h) at 10, 14, 18 and 25°C (100 mosm.kg<sup>-1</sup> ≈ 3,4 ‰).

Stade	10°C		14°C		18°C		25°C	
	mosm.kg <sup>-1</sup>	S ‰	mosm.kg <sup>-1</sup>	S ‰	mosm.kg <sup>-1</sup>	S ‰	mosm.kg <sup>-1</sup>	S ‰
P20	560	19	430	14,6	180	6,1	150	5,1
P40	650	22,1	280	9,5	190	6,5	170	5,8
P60	490	16,7	360	12,2	190	6,5	160	5,4

salinités (SL50, 96 heures, d'environ 3 ‰ par rapport aux stades précédents, mais nous n'avons pas constaté le même phénomène à 14 et 25°C. En moyenne, pour les trois stades étudiés, les SL50 sont de 11,3 ‰ à 14°C, 7,2 ‰ à 18°C, 11,1 ‰ à 25°C.

Aux températures utilisées, la mortalité des post-larves est minimum dans des milieux de salinité comprise entre 600 et 800 mosm.kg<sup>-1</sup> (20,5 à 27 ‰). De 800 mosm.kg<sup>-1</sup> (environ 27 ‰) à l'eau de mer (1000-1100 mosm.kg<sup>-1</sup>, environ 34 à 37,5 ‰), la mortalité tend à augmenter progressivement, en particulier pour le stade P60. Outre une influence directe de la salinité sur les taux de mortalité, on constate à ce stade une incidence notable du cannibalisme, particulièrement à 25°C : les crevettes sont alors très actives et, bien que relativement peu agressives, dévorent les individus venant d'exuvier.

Tableau 3. — *Penaeus chinensis*, post-larves P20, P40, P60. Salinités léthales pour 50% des animaux à 96 heures (SL50, 96 h) à 14, 18 et 25°C (correspondance pression osmotique-salinité : 100 mosm.kg<sup>-1</sup> ≈ 3,4 ‰).

*Penaeus chinensis*, P20, P40, P60 post-larvae. Lethal salinities in 50% of the animals at 96 hours (SL50, 96 h) at 14, 18 and 25°C (100 mosm.kg<sup>-1</sup> ≈ 3,4 ‰).

Stade	14°C		18°C		25°C	
	mosm.kg <sup>-1</sup>	S ‰	mosm.kg <sup>-1</sup>	S ‰	mosm.kg <sup>-1</sup>	S ‰
P20	350	11,9	280	9,5	370	12,6
P40	320	10,9	280	9,5	310	10,5
P60	330	11,2	80	2,7	300	10,2

*Expérience : essais de survie à long terme*

Chez *Penaeus japonicus* (fig. 3), l'expérience a été réalisée à trois températures. A 10°C, les taux de mortalité sont élevés quelle que soit la salinité et dépassent 90 % après 21 jours d'élevage. A cette température, les animaux sont très peu mobiles et semblent ne pas se nourrir. A 14°C, le taux de mortalité dépasse 50 % après 1 mois dans les différents milieux d'élevage, sauf pour une salinité de 900 mosm.kg<sup>-1</sup> (environ 30,6 ‰). A 18°C par contre, le taux de mortalité reste inférieur à 40 % après 35 jours d'élevage dans des milieux de salinité comprise entre l'eau de mer (1100 mosm.kg<sup>-1</sup>, environ 36 ‰) et 500 mosm.kg<sup>-1</sup> (environ 17 ‰).

Chez *Penaeus chinensis* (fig. 4) à 18°C, seule température utilisée pour cette expérience, le taux de mortalité dépasse 50 % avant ou au cours de la troisième semaine d'élevage, quelle que soit la salinité. Les plus fortes mortalités sont observées dans le milieu le plus dilué (300 mosm.kg<sup>-1</sup>, environ 10 ‰) et également en eau de mer, en partie du fait dans ce dernier cas d'un cannibalisme important.

**Osmorégulation**

*Temps d'adaptation à un milieu dilué*

Après transfert rapide des animaux depuis l'eau de mer dans un milieu dilué (500 mosm.kg<sup>-1</sup>, environ 17 ‰), la pression osmotique de l'hémolymphe des post-larves P20, P40, P60 de *Penaeus japonicus* et *P. chinensis* diminue brutalement durant 1 à 2 heures; elle est stabilisée chez les deux espèces au bout de 6 heures; pour les adultes le temps de stabilisation est

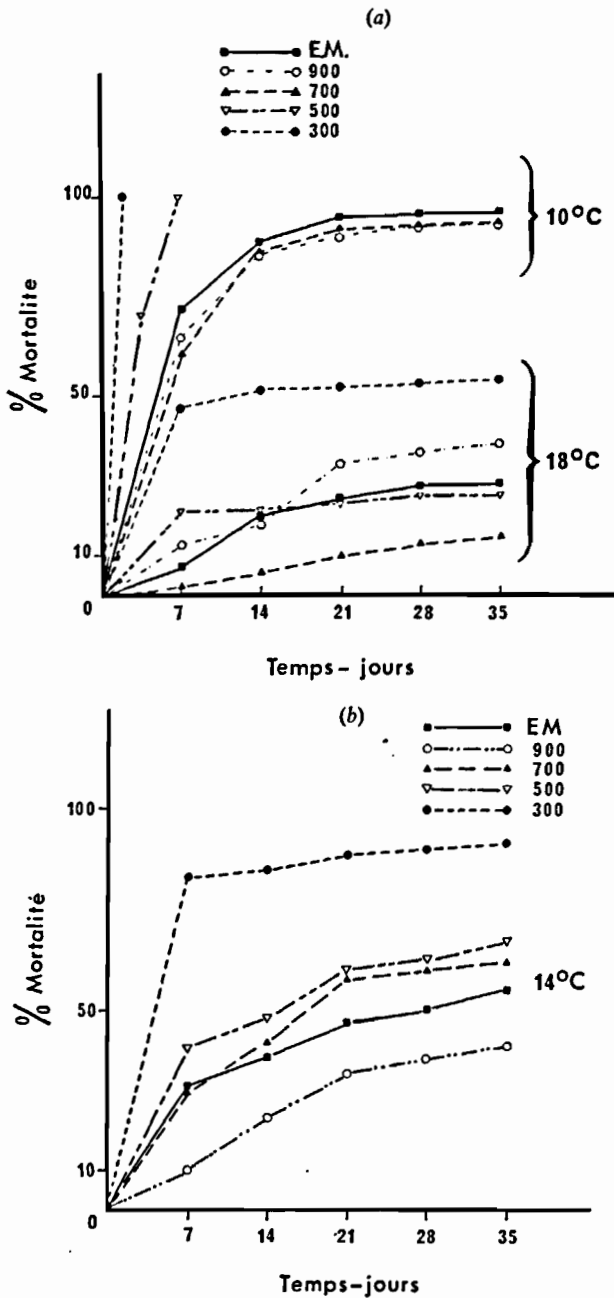


Figure 3. — *Penaeus japonicus*, post-larves P20 au jour 0. Pourcentages de mortalité en fonction du temps dans des milieux de différentes salinités à 10, 18 et 14°C. Pour chaque condition expérimentale, deux mesures ont été réalisées ( $2 \times 100$  individus au jour 0) et chaque point en est la moyenne.

*Penaeus japonicus*, post larvae P20 on day 0. Percent of mortality according to time in different salinities at 10, 18 and 14°C. Each point represents the mean value of 2 measurements ( $2 \times 100$  animals on day 0).

de 48 heures. Pour les expériences suivantes, un temps de séjour de 24 heures dans chaque milieu a été adopté pour les post-larves P20 à P60 et de 48 heures pour les adultes.

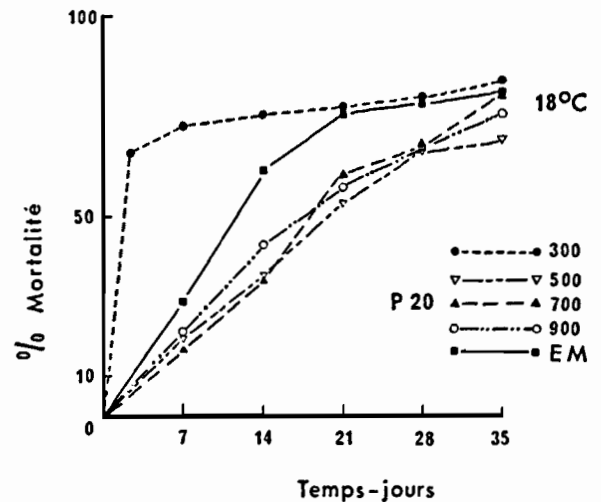


Figure 4. — *Penaeus chinensis*, post-larves P20 au jour 0. Pourcentages de mortalité en fonction du temps dans des milieux de différentes salinités à 18°C. Pour chaque condition expérimentale, deux mesures ont été réalisées ( $2 \times 100$  individus au jour 0) et chaque point en est la moyenne.

*Penaeus chinensis*, post-larvae P20 on day 0. Percent of mortality according to time in different salinities at 18°C. Each point represents the mean value of 2 measurements ( $2 \times 100$  animals on day 0).

#### Régulation osmotique des post-larves P20, P40, P60 et des adultes

Chez *Penaeus japonicus* (fig. 5), la régulation osmotique des post-larves et des adultes est hyper-osmotique en milieu dilué, hypo-osmotique en eau de mer. Entre P20 et P60 il y a une augmentation des capacités hypo-régulatrices en eau de mer et 900 mosm.kg<sup>-1</sup> mais il n'y a pas de différences significatives de l'hyper-régulation en milieu dilué entre les trois stades post-larvaires. Par contre, les capacités osmorégulatrices des adultes sont inférieures à celles des post-larves, tant en milieu dilué qu'en eau de mer. Ainsi, dans un milieu à 300 mosm.kg<sup>-1</sup> (environ 10,2 ‰), les différences de pression osmotique entre l'hémolymphe et le milieu est respectivement de  $343 \pm 14$ ,  $342 \pm 16$ ,  $350 \pm 10$  mosm.kg<sup>-1</sup> chez les P20, P40, P60 et seulement  $200 \pm 17$  mosm.kg<sup>-1</sup> chez les adultes. En eau de mer ce même gradient est respectivement égal à  $-142 \pm 12$ ,  $-161 \pm 22$ ,  $-170 \pm 15$  et  $-90 \pm 13$  mosm.kg<sup>-1</sup>.

De plus, la zone d'isosmoticité entre hémolymphe et milieu est plus élevée chez les adultes (880 mosm.kg<sup>-1</sup>) que chez les post-larves (820 à 830 mosm.kg<sup>-1</sup>).

Chez *P. japonicus* (fig. 6), le type d'osmorégulation des post-larves et des adultes est également hyper-hypo-osmotique. L'intensité de la régulation augmente significativement avec l'âge des post-larves. Les adultes présentent une capacité hyper-régulatrice en milieux dilués supérieure à celle de P60. De même que chez *P. japonicus*, la zone d'isosmoticité est plus

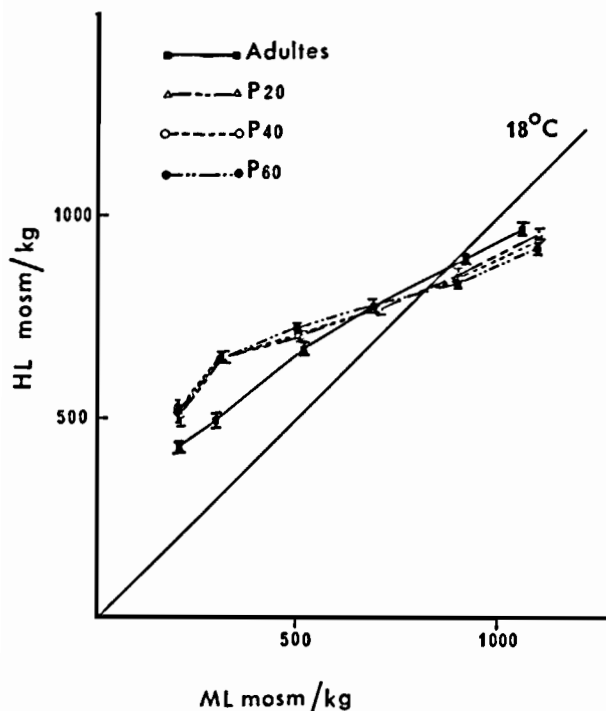


Figure 5. — *Penaeus japonicus*, post-larves P20, P40, P60 et adultes. Variations de la pression osmotique de l'hémolymphe (HL) en fonction de celle du milieu (ML) à 18°C. Chaque point est la moyenne de 12 à 15 mesures encadrée par l'intervalle de confiance à 95%.

*Penaeus japonicus*, P20, P40, P60 post-larvae and adults. Variations of the hemolymph osmotic pressure (HL) according to that of medium (ML) at 18°C. Each point represents the mean value of 12 to 15 measurements, with 95% confidence interval.

élevée chez les adultes (780 mosm.kg<sup>-1</sup>) que chez les trois stades post-larvaires (700 mosm.kg<sup>-1</sup>).

*Influence de la température sur la régulation osmotique*

Cette expérience a été réalisée sur des post-larves P40 de *Penaeus japonicus* (fig. 7). Par rapport au type de régulation à 18°C, une température de 25°C (acclimatation de 8 jours) ne modifie pas l'hypo-régulation en eau de mer mais diminue significativement les capacités d'hyper-régulation en milieu dilué. Par contre, l'abaissement de la température à 10°C décale fortement la courbe d'osmorégulation vers le haut. Cet effet est rapide : en effet le changement de régulation est déjà presque totalement réalisé au bout de 24 heures. Après 8 jours à 10°C, le gradient osmotique entre le milieu et l'hémolymphe passe en EM de -161 ± 22 (18°C) à -11 ± 10 mosm.kg<sup>-1</sup>, en 900 mosm.kg<sup>-1</sup> de -56 ± 1 (18°C) à +45 ± 9 mosm.kg<sup>-1</sup> et en 700 mosm.kg<sup>-1</sup> de +68 ± 9 (18°C) à +125 ± 12 mosm.kg<sup>-1</sup>.

Le point d'isosmoticité, d'environ 820 mosm.kg<sup>-1</sup> à 18°C, est légèrement abaissé à 25°C (environ

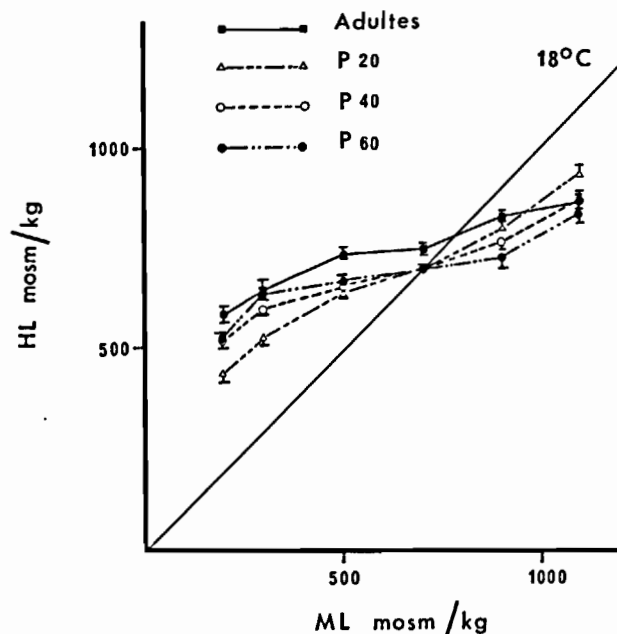


Figure 6. — *Penaeus chinensis*, post-larves P20, P40, P60 et adultes. Variations de la pression osmotique de l'hémolymphe (HL) en fonction de celle du milieu (ML) à 18°C. Chaque point est la moyenne de 12 à 15 mesures encadrée par l'intervalle de confiance à 95%.

*Penaeus chinensis*, P20, P40, P60 post-larvae and adults. Variations of the hemolymph osmotic pressure (HL) according to that of medium (ML) at 18°C. Each point represents the mean value of 12 to 15 measurements, with 95% confidence interval.

780 mosm.kg<sup>-1</sup>) et fortement augmenté à 10°C (environ 1050 mosm.kg<sup>-1</sup>), même après seulement 24 heures à cette température (environ 950 mosm.kg<sup>-1</sup>).

DISCUSSION ET CONCLUSION

Chez *Penaeus japonicus*, nos résultats ne font apparaître aucune différence significative dans les taux de survie en milieux de salinités différentes, et dans les types d'osmorégulation, entre les trois stades post-larvaires P20, P40 et P60. Les SL50, 96 heures à 18°C, de l'ordre de 6,1 à 6,5 ‰ suivant les stades post-larvaires, sont très proches des données de Dalla Via (1986) sur des juvéniles de la même espèce, de 20 à 50 mm de longueur : leur SL50, 48 heures à 20°C est en effet de l'ordre de 6,5 ‰. Sur un plan pratique, les ensemencements de post-larves paraissent donc réalisables quel que soit le stade entre P20 et P60. Le maintien en éclosion après le stade P20 ne confère pas aux animaux une meilleure résistance aux variations de salinité et de température. Il semble d'ailleurs d'après des travaux similaires menés sur des larves et post-larves (Charmantier, 1986; Charmantier et al., 1987, 1988) que, de ce point de vue, les ensemencements puissent se faire à des stades antérieurs voisins de P10-P12.

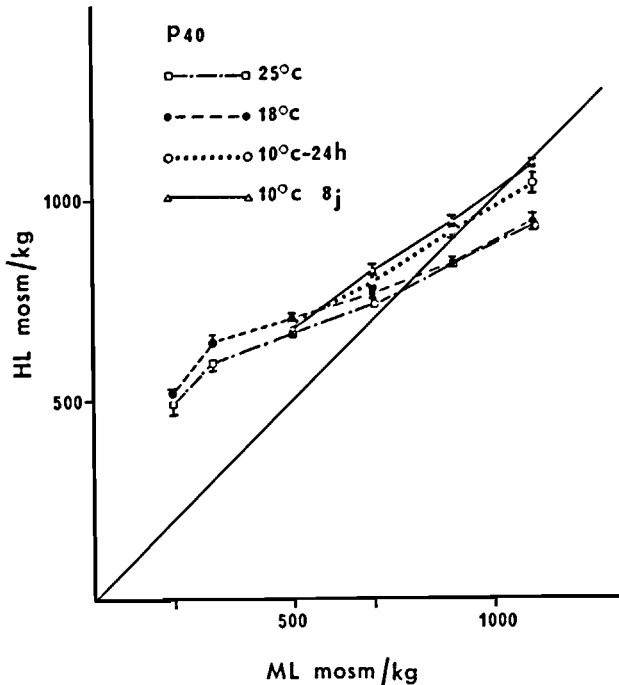


Figure 7. — *Penaeus japonicus*, post-larves P40. Variations de la pression osmotique de l'hémolymphe (HL) en fonction de celle du milieu (ML) à 25, 18 (8 jours d'adaptation), et 10°C (1 et 8 jours d'adaptation). Chaque point est la moyenne de 12 à 15 mesures encadrée par l'intervalle de confiance à 95%.

*Penaeus japonicus*, P40 post-larvae. Variations of the hemolymph osmotic pressure (HL) according to that of medium (ML) at 25, 18 (8 days adaptation) and 10°C (1 and 8 days adaptation). Each point represents the mean value of 12 to 15 measurements, with 95% confidence interval.

Les stades post-larvaires étudiés montrent d'importantes aptitudes à survivre en milieux dilués après un transfert brutal à partir de l'eau de mer. Ces adaptations sont pratiquement identiques à 25 et 18°C, comme d'ailleurs les capacités osmorégulatrices correspondantes. Par contre, la baisse de température à 14 et surtout 10°C influe très défavorablement sur la survie en eau de mer et en milieux dilués, et modifie le type d'osmorégulation; en particulier en eau de mer, les capacités d'hypo-régulation disparaissent et les animaux deviennent isosmotiques.

Durant des périodes limitées, pour lesquelles l'influence négative d'un abaissement de la température sur le taux de croissance pourrait être tolérée, il apparaît donc possible de maintenir des post-larves à 18°C durant plusieurs semaines sans augmentation notable de la mortalité. L'intérêt sous nos latitudes en serait de notables économies d'énergie (par rapport à un milieu maintenu à 25°C). Il est également possible qu'un maintien temporaire des post-larves à 18°C

avant l'ensemencement entraîne une adaptation physiologique des animaux, et donc une meilleure tolérance aux variations de température subies ultérieurement dans le milieu d'élevage: ce n'est cependant qu'une hypothèse qui mériterait d'être étudiée.

Chez *Penaeus chinensis*, les post-larves P20, P40, P60 présentent des variations dans leurs tolérances aux différentes salinités, qui sont corrélées à de plus ou moins grandes capacités osmorégulatrices. Le stade P40 apparaît comme le plus résistant, ainsi que le stade P60 à 18°C. Comparées à celles de *P. japonicus*, les post-larves de *P. chinensis* sont plus tolérantes vis-à-vis d'un abaissement de la température jusqu'à 14°C. Les post-larves de *P. chinensis* sont actives, nagent en pleine eau durant la journée et manifestent une certaine agressivité vis-à-vis de leurs congénères, surtout ceux venant de muer. Le phénomène de cannibalisme est amplifié par une température élevée de 25°C. Au contraire, l'abaissement de la température à 18°C ralentit l'activité des animaux et s'accompagne d'une diminution du taux de mortalité. Tous facteurs confondus, cette température semble la plus favorable aux post-larves de *P. chinensis* puisqu'on y constate des SL 50 minimums quel que soit le stade (2,7 à 9,5 ‰). Cet optimum thermique, inférieur à celui de *P. japonicus*, est peut-être à rapprocher des biotopes naturels des deux espèces: *P. chinensis* se rencontre dans le Pacifique indo-occidental (Corée, Chine, Hong Kong), où les températures sont en général moins élevées que dans les zones peuplées par *P. japonicus* (Japon, nord-est de l'Australie, ouest de l'Afrique) (Hudinaga, 1942).

Chez les post-larves des deux espèces, la régulation de la pression osmotique de l'hémolymphe est du type hyper- (en milieux dilués) hypo- (en eau de mer) osmotique. Ce type de régulation est celui de toutes les espèces de Pénéides étudiées à ce jour (Charmantier, 1987), exception faite de *Trachypenaeus similis* et *Sicyonia dorsalis* (McFarland et Lee, 1963).

Son efficacité en milieu dilué, évaluée par la différence entre les pressions osmotiques de l'hémolymphe et du milieu, est plus élevée chez les post-larves que chez les adultes pour *P. japonicus* alors que chez *P. chinensis* les adultes ont une régulation plus efficace que les post-larves.

Le type *P. japonicus* semble bien représenté chez les adultes de Pénéides étudiées à ce jour telles que *P. esculentus*, *P. merguensis*, *P. plebejus* (Dall, 1981) et *P. setiferus* (Castille et Lawrence, 1981 b). Chez ces espèces, il pourrait éventuellement exister une relation entre les fortes capacités hyper-régulatrices des stades juvéniles et les importantes fluctuations de salinité des milieux côtiers ou estuariens dans lesquels ils vivent. La baisse relative des capacités osmorégulatrices des adultes pourrait être rapprochée de leur biotope plus strictement marin. Chez ces espèces, les meilleures capacités hyper-régulatrices des juvéniles s'accompagnent d'une plus grande tolérance aux faibles salinités que chez les adultes (Dall, 1981); du fait du petit



nombre d'adultes disponibles nous n'avons pu confirmer cette constatation chez *P. japonicus*.

Chez *P. chinensis*, les juvéniles vivent en eau peu profonde près des côtes et dans les estuaires alors que les adultes ont un biotope plus strictement marin. Malgré ces ressemblances avec les espèces citées plus haut, les adultes présentent une augmentation de leurs capacités osmorégulatrices en milieu dilué. *P. chinensis* peut être rapprochée de *Metapenaeus bennettiae* où aucune différence significative ne semble exister entre les capacités osmorégulatrices des juvéniles et des adultes (Dall, 1981).

Les performances osmorégulatrices interviennent comme une condition permettant de peupler divers milieux mais ne constituent pas le seul critère du choix du biotope. Ainsi les juvéniles de *P. merguensis*, *P. plebejus* et *P. esculentus* ont des performances hyper-régulatrices similaires mais les deux dernières espèces ne pénètrent pas les milieux à faibles salinités alors qu'elles sont physiologiquement capables de telles adaptations (Dall, 1981).

Chez les juvéniles de *P. japonicus* et de *P. chinensis*, la salinité correspondant à l'isosmoticité entre hémolymphe et milieu est aussi celle où la mortalité est

minimum. Ainsi à 18°C chez *P. japonicus*, l'isosmoticité est obtenue à 820-830 mosm.kg<sup>-1</sup>, et les minimums de mortalité sont observés dans des milieux à 800-900 mosm.kg<sup>-1</sup> (27-30,5 ‰); chez *P. chinensis*, les données correspondantes sont de 700 mosm.kg<sup>-1</sup> et 600-800 mosm.kg<sup>-1</sup> (20,5-27 ‰). Ces résultats confirment l'hypothèse avancée par Iwata et Shigueno en 1980 pour *P. japonicus* : ayant constaté qu'en eau de mer le gradient milieu-hémolymphe est plus important chez des juvéniles que chez des adultes ils ont émis l'idée qu'une eau de mer légèrement diluée favoriserait les juvéniles en diminuant le stress. Sur un plan pratique, la salinité optimale d'élevage des post-larves, différente pour chacune des deux espèces, est inférieure à celle de l'eau de mer. Une salinité optimale pourrait exister pour chaque espèce de Pénéide, avec les conséquences pratiques que cela implique durant le prégrossissement et dans le choix des zones d'élevage. Pour une espèce donnée, la salinité optimum pourrait de plus varier avec le stade de développement, comme le montrent des résultats concernant les larves et jeunes post-larves (Charmantier, 1986; Charmantier *et al.*, 1987, 1988).

Remerciement

Ce travail a été financé par deux contrats GIS-ARM. Nous remercions l'équipe MERA de l'IFREMER (Deva-Sud, Palavas-les-Flots) pour la fourniture des animaux.

RÉFÉRENCES

Amaya A. M. L., G. B. Signoret, 1977. Sobrevivencia y osmoregulacion de *Penaeus setiferus* (Crustacea, Penaeidae). *Bol. Inst. Oceanogr.*, Univ. Oriente, 16, 121-126.

Bourguet J.-P., J.-M. Exbrayat, 1976. A propos de la régulation ionique du sodium et du chlore dans l'hémolymphe de *Penaeus japonicus* (Bate). *C. R. hebd. Séanc. Acad. Sci., Paris*, 283, 59-61.

Burseley C. R., C. E. Lane, 1971. Osmoregulation in the pink shrimp *Penaeus duorarum* Burkenroad. *Comp. Biochem. Physiol.*, 39 A, 483-493.

Castille F. L. Jr., A. L. Lawrence, 1981a. The effect of salinity on the osmotic, sodium and chloride concentrations in the hemolymph of euryhaline shrimp of the genus *Penaeus*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 68 A, 75-80.

—, 1981b. A comparison of the capabilities of juvenile and adult *Penaeus setiferus* and *Penaeus stylirostris* to regulate the osmotic, sodium, and chloride concentrations in the hemolymph. *Comp. Biochem. Physiol.*, 68 A, 677-680.

—, 1981c. A comparison of the osmotic, sodium, and chloride concentrations between the urine and hemolymph of *Penaeus setiferus* (L.) and *Penaeus stylirostris* Stimpson. *Comp. Biochem. Physiol.*, 70 A, 525-528.

Cawthorne D. F., T. Beard, J. Davenport, J. F. Wickins, 1983. Responses of juvenile *Penaeus monodon* Fabricius to natural and artificial sea waters of low salinity. *Aquaculture*, 32, 165-174.

Charmantier G., 1986. Variation des capacités osmorégulatrices au cours du développement post-embryonnaire de *Penaeus japonicus* Bate, 1888 (Crustacea Decapoda). *C. R. hebd. Séanc. Acad. Sci. Paris*, 303, 217-222.

—, 1987. L'osmorégulation chez les crevettes Penaeidae (Crustacea, Decapoda). *Oceanis*, 13, 179-196.

Charmantier G., N. Bouaricha, M. Charmantier-Daures, P. Thuet, J.-P. Trilles, Équipe MERA, 1987. Tolérance à la salinité au cours du développement larvaire et post-larvaire de *Penaeus japonicus*. *Equinoxe*, 17, 20-22.

Charmantier G., M. Charmantier-Daures, N. Bouaricha, P. Thuet, D. E. Aiken, J.-P. Trilles, 1988. Ontogeny of osmoregulation and salinity tolerance in two Decapod Crustaceans: *Homarus americanus* and *Penaeus japonicus*. *Biol. Bull.*, 175, 102-110.

Dall W., 1964. Studies on the physiology of a shrimp, *Metapenaeus mastersii* (Haswell) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). I. Blood constituents. *Aust. J. Mar. Freshwat. Res.*, 15, 145-161.

—, 1981. Osmoregulatory ability and juvenile habitat preference in some Penaeid prawns. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 54, 55-64.

- Dall W., D. M. Smith, 1981. Ionic regulation in four species of Penaeid prawn. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **55**, 219-232.
- Dalla Via G. J., 1986. Salinity responses of the juvenile Penaeid shrimp *Penaeus japonicus*. I. Oxygen consumption and estimations of productivity. *Aquaculture*, **55**, 297-306.
- Drach P., C. Tchernigovtzeff, 1967. Sur la méthode de détermination des stades d'intermue et son application générale aux Crustacés. *Vie Milieu*, **18**, 596-609.
- Ferraris R. P., F. D. Parado-Esteva, J. M. Ladja, E. G. de Jésus, 1986. Effect of salinity on the osmotic, chloride, total protein and calcium concentrations in the hemolymph of the prawn *Penaeus monodon* (Fabricius). *Comp. Biochem. Physiol.*, **83 A**, 701-708.
- Hudinaga M., 1942. Reproduction, development and rearing of *Penaeus japonicus* Bate. *Jap. J. Zool.*, **10**, 305-393, pl. 16-46.
- Iwata J., K. Shigueno, 1980. Osmotic concentration of hemolymph in various growth stages of *Penaeus japonicus*. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **45**, 1547.
- McFarland W. N., B. D. Lee, 1963. Osmotic and ionic concentrations of penaeidan shrimps of the Texas coast. *Bull. Mar. Sci. Gulf Caribb.*, **13**, 391-417.
- Panikkar N. K., 1951. Physiological aspects of adaptation to estuarine conditions. *Proc. Indo-Pacif. Fish. Coun.*, **2**, 168-175.
- Panikkar N. K., R. Viswanathan, 1948. Active regulation of chloride in *Metapenaeus monoceros* Fabricius. *Nature*, **161**, p. 137.
- Sprague J. B., 1969. Measurement of pollutant toxicity to fish. I. Bioassay methods for acute toxicity. *Water Res.*, **3**, 793-821.
- Williams A. B., 1960. The influence of temperature on osmotic regulation in two species of estuarine shrimps (*Penaeus*). *Biol. Bull.*, **119**, 560-571.