

INFLUENCE DU SUBSTRAT SUR LA MORTALITÉ ET LA CROISSANCE DE LA CREVETTE *CRANGON CRANGON* (L) EN ÉLEVAGE.

par

Michèle Regnault

Laboratoire de Carcinologie et Océanographie biologique (E.P.H.E.), Paris ;
Station Biologique de Roscoff.

Résumé

De jeunes *Crangon crangon* (32 mg) ont été élevés durant quatre mois dans des bacs dont le fond était recouvert (+ S) ou non (— S) de sable.

Une réduction du cannibalisme en présence de substrat meuble ne se manifeste qu'au cours du premier mois d'expérience ; en fin d'expérience, les taux de mortalité moyens sont de 40 et 66 p. 100 selon la densité d'animaux par bac et ne sont pas significativement influencés par le type de substrat.

Par contre, la croissance de *Crangon* en présence de son substrat naturel est nettement plus rapide qu'en l'absence de celui-ci. Les taux d'accroissement linéaire passent de 136 et 153 p. 100 (—S) à 187 et 193 p. 100 (+S). Le gain de poids journalier moyen, calculé sur quatre mois, est de 5,25 et 5,8 mg (+ S) contre 2,7 et 3,5 mg (-S).

Enfin, la reproduction semble affectée par l'absence de sable.

L'importance du substrat pour des élevages de *Crangon* de longue durée est discutée. L'apport trophique supplémentaire qu'il peut représenter a été abordé.

Introduction

La crevette *Crangon crangon* vit sur des fonds sableux fins, parfois vaseux. Son activité, essentiellement nocturne (Havinga, 1930 ; Lloyd et Yonge, 1947) est soumise à un rythme conditionné par les variations d'éclaircissement, le passage lumière-obscurité étant le stimulus qui déclenche son émergence du substrat, sa nage et son alimentation (Hagerman, 1970, a). Cet auteur a observé en outre que le rythme persistait en période de jeûne mais disparaissait lorsque *Crangon* était privé de son substrat, cela se traduisant par une activité désordonnée, de jour comme de nuit.

Moller et Jones (1975) ont signalé chez des Penaeidae (*P. semisulcatus* et *P. monodon*) un rythme d'activité analogue à celui de *Crangon*, conditionné par le même facteur et disparaissant en absence de substrat chez *Penaeus semisulcatus* ou en présence d'un substrat de granulométrie incorrecte chez *P. monodon*.

Subrahmanyam et Oppenheimer (1969) signalent un taux de survie et de croissance dans leurs élevages de *Penaeus duorarum* et *P. aztecus*, sensiblement différent selon la présence ou l'absence de sable au fond des bacs.

Pour évaluer les besoins nutritionnels de *Crangon*, notamment ses besoins en protéines (Regnault et Luquet, 1974), nous avons été conduits à l'élever en absence totale de substrat meuble. Les observations rapportées ici permettent de comparer la mortalité et la vitesse de croissance de *Crangon* élevé en présence ou en absence de son substrat naturel.

Méthodes

a) Dispositif expérimental.

Des bacs de 55 litres (surface du fond : 54 X 35 cm), simples ou possédant un double fond, sont placés en circuit libre ; l'eau n'est pas filtrée à l'arrivée et le débit est de 1 à 1,5 l/min. Les bacs à double fond sont aménagés avec une couche de sable coquillier stérile de 3 à 5 cm d'épaisseur, recouverte d'une mince couche de sable fin provenant du lieu de récolte des crevettes. Le circuit d'eau traverse le sédiment de haut en bas et celui-ci restera parfaitement oxygéné durant toute l'expérience qui durera du 11 juin au 11 octobre 1975. Le volume d'eau offert aux crevettes est de 45 litres dans les bacs avec fond de sable et de 52 litres dans les bacs à fond nu. La température moyenne est de 17,5 °C (maximum : 19 °C en août durant quatre jours ; minimum : 15 °C en juin et octobre).

b) Animaux étudiés.

De jeunes *C. crangon*, mesurant 14 à 16 mm et pesant en moyenne 32 mg, sont répartis en lots de 55 et 110 animaux. Deux lots de chaque densité sont placés dans les bacs avec sable et dans les bacs sans sable. Ils sont nourris chaque matin, *ad libitum*, avec du crabe frais écrasé (*Carcinus maenas*), le fond des bacs étant nettoyé avant chaque repas. Une fois par mois, les lots sont mesurés (mesures individuelles) et pesés par double pesée ; les crevettes sont comptées et à partir du deuxième mois leur sexe est déterminé.

Comportement général

Dans les bacs à fond nu, la plupart des crevettes nagent quelle que soit l'heure du jour ou de la nuit. L'augmentation de leur activité à la tombée du jour n'est pas évidente et lorsque la nourriture est distribuée elles viennent immédiatement se nourrir.

Dans les bacs pourvus d'un substrat meuble, presque toutes les crevettes sont enterrées dans le sable durant le jour. Celles qui sont posées sur le sable sont très souvent des individus venant de muer. Très peu de crevettes sortent au moment où on leur distribue la nourriture mais au début de la nuit, la plupart d'entre elles commencent à nager.

Résultats

1) Mortalité.

L'allure générale des courbes de survie (Fig. 1) montre que les conditions les plus favorables sont réalisées dans les bacs correspondant à la plus faible densité d'animaux. La présence ou l'absence d'un substrat meuble n'intervient pas de façon significative.

Dans les lots de 55 crevettes, la survie au bout de quatre mois est de l'ordre de 60 p. 100. Dans les bacs de 110 crevettes,

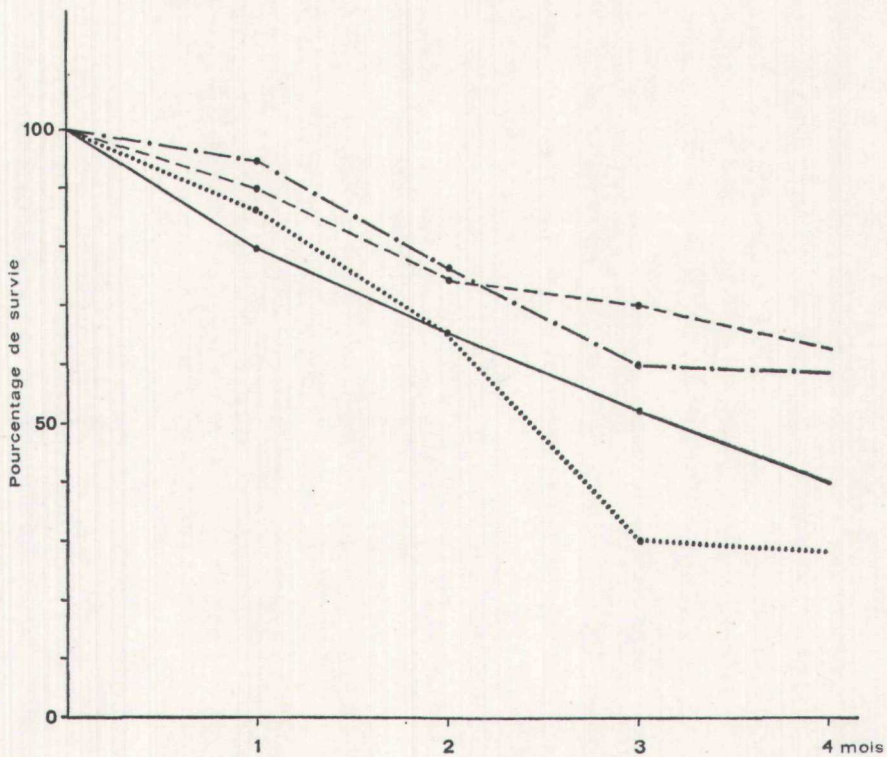


FIG. 1

Survie de *Crangon crangon* à 17-18 °C en circuit ouvert.

- . — . — avec sable, 55 crevettes par bac ;
- — — sans sable, 55 crevettes par bac ;
- avec sable, 110 crevettes par bac ;
- — — sans sable, 110 crevettes par bac.

ment. Au cours du second mois, aucun des deux facteurs ne semble intervenir en particulier et, au cours du troisième mois, la mortalité la plus élevée est observée dans les bacs avec substrat bien que le sable soit propre et normalement oxygéné.

La présence d'un substrat meuble ne réduit donc pas de façon systématique le taux de mortalité. Quant à l'influence de la densité

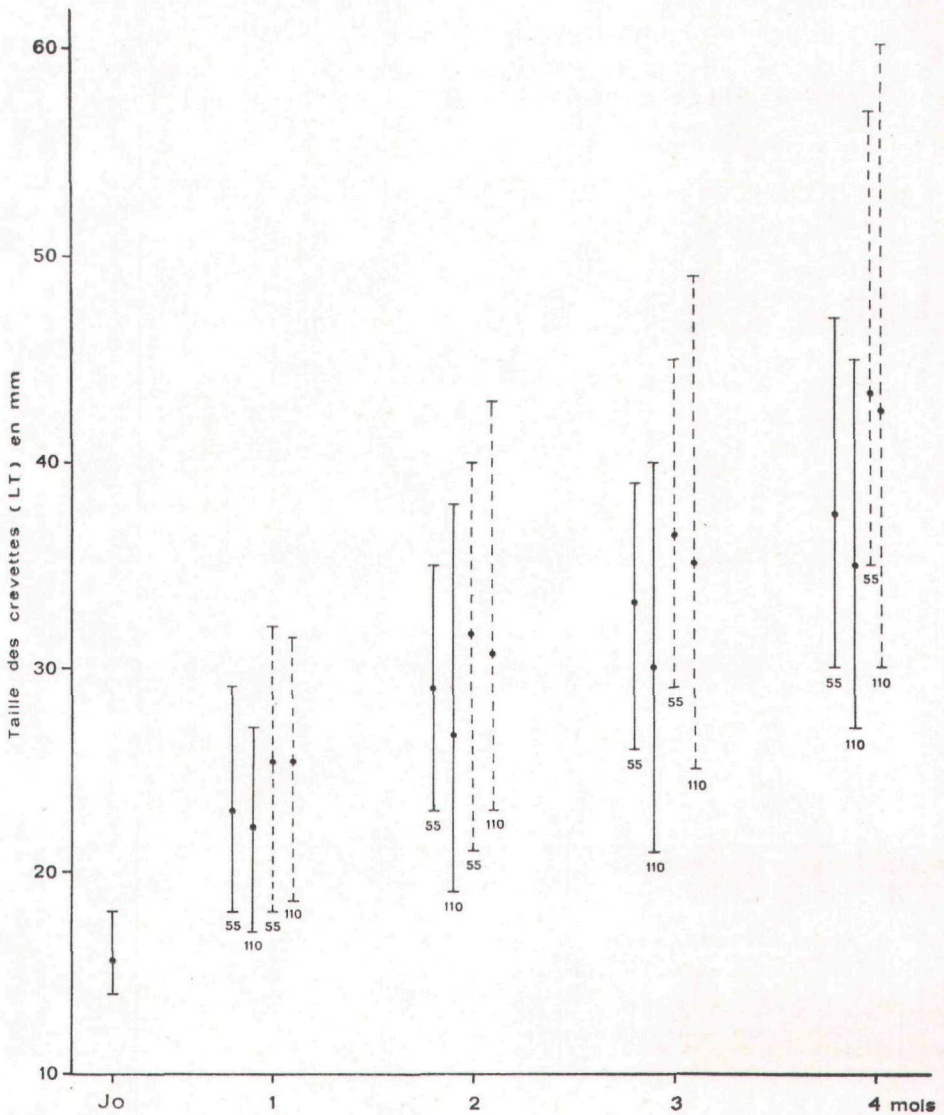


FIG. 2

Evolution de la taille de *Crangon crangon* en fonction des conditions expérimentales

(Long. tot. = bord antérieur de A2 à bord postérieur du telson.)

La longueur moyenne des lots est indiquée (●) avec ses valeurs extrêmes ; les chiffres reportés indiquent le nombre initial de crevettes par bac.

— — — sans sable, - - - avec sable

TABLEAU 1
Taux de mortalité mensuels de *Crangon*, élevée durant quatre mois avec ou sans son substrat naturel.

Mortalité (en pourcentage)	55 crevettes/bac		110 crevettes/bac	
	+ S	- S	+ S	- S
J ₀ à J ₃₀ c.v.	5,5	10	14	20
J ₃₀ à J ₆₀ c.v.	52	50	95	89
J ₆₀ à J ₉₀ c.v.	20	18	25	21
J ₉₀ à J ₁₂₀ c.v.	42	41	72	71
J ₀ à J ₃₀ c.v.	22	5	55	19
J ₃₀ à J ₆₀ c.v.	33	39	33	58
J ₆₀ à J ₉₀ c.v.	3	10	7	26
J ₉₀ à J ₁₂₀ c.v.	32	35	31	43
J ₀ à J ₁₂₀	42	37	72	61

c.v. = nombre de crevettes vivantes.

TABLEAU 2
Taux de croissance linéaire, mensuels et global obtenus en quatre mois chez *Crangon*, en fonction du substrat et de la densité de crevettes par bac.

$\lambda_L = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100$	55 crevettes/bac		110 crevettes/bac	
	+ S	- S	+ S	- S
J ₀ à J ₃₀	71	56	71	50
J ₃₀ à J ₆₀	24	25	20,8	20
J ₆₀ à J ₉₀	15,5	14,4	14,4	12,3
J ₉₀ à J ₁₂₀	18,9	13	21,3	16,6
J ₀ à J ₁₂₀	193	153	187	136

TABLEAU 3
Taux d'accroissement pondéral mensuels chez *Crangon*, en fonction du substrat et de la densité de crevettes par bac.

$\lambda_p = \frac{P_1 - P_0}{P_0} \times 100$	55 crevettes/bac		110 crevettes/bac	
	+ S	- S	+ S	- S
J ₀ à J ₃₀	363	250	347	203
J ₃₀ à J ₆₀	97	93,7	76,3	79,1
J ₆₀ à J ₉₀	49,7	46,7	58,3	38
J ₉₀ à J ₁₂₀	67,8	43,9	67,2	53
$\frac{P. 4^e \text{ mois}}{P. \text{ initial}}$	22,7	14,45	19	11,5

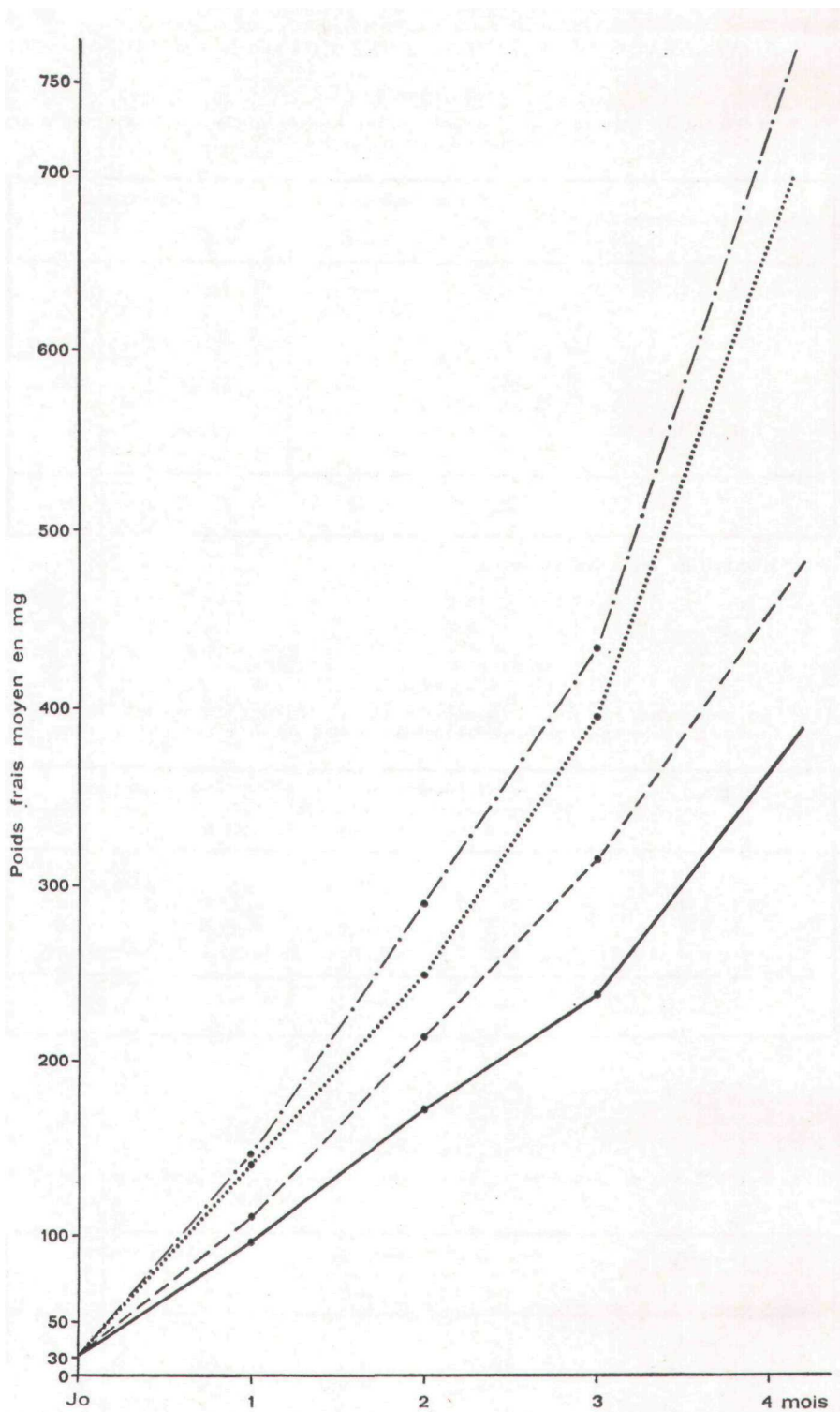


FIG. 3

Evolution du poids frais moyen de *Crangon crangon* en fonction des conditions expérimentales
 Pour la légende, voir Fig. 1.

d'animaux par bac, si elle est apparente en fin d'expérience, elle ne se manifeste pas régulièrement à mesure que le nombre de crevettes diminue.

2) Croissance linéaire.

La longueur moyenne initiale des crevettes dans chaque bac est de 14,8 mm. Après quatre mois, les crevettes en présence de sable atteignent en moyenne 43,4 mm (bacs de 55) et 42,6 mm (bacs de 110). Les tailles maximales enregistrées dans les deux cas sont 57 et 61 mm. Lorsque le sable fait défaut, la longueur moyenne atteinte en fin d'expérience est égale à 37,5 mm et 35 mm pour les bacs de 55 et 110 crevettes et les longueurs maximales, de 47 et 45 mm respectivement.

L'écart entre les tailles extrêmes pour chaque lot augmente également d'un mois à l'autre à mesure que les crevettes grandissent ; compte tenu de la vitesse de croissance dans les différents bacs, il est toujours plus élevé dans les bacs avec substrat que dans les bacs à fond nu (Fig. 2).

Le taux de croissance linéaire $\lambda = (L_2 - L_1/L_1) 100$ (défini par Drach, 1939) est au bout de quatre mois de : 193 (bac de 55) et 187 p. 100 (bac de 110) en présence de sable, 153 et 136 p. 100 respectivement en absence de sable. On observe que le taux de croissance mensuel décroît à mesure que les crevettes sont plus grandes (tableau 2). Ce phénomène, à l'exception des taux enregistrés durant le premier mois, ne paraît pas lié aux conditions expérimentales.

3) Croissance pondérale.

En quatre mois, le poids moyen des crevettes passe de 31,7 mg à 727 mg en présence de sable (+ S) et à 454 mg en son absence (— S) dans les bacs de faible densité. Dans les bacs de forte densité, il atteint 662 mg (+ S) et 364 mg (— S) (Fig. 3).

Dans les lots de 55 crevettes, le gain de poids journalier durant les quatre mois d'expérience, est égal à 3,5 mg dans les bacs à fond nu et à 5,8 mg dans les bacs à fond de sable. La croissance est donc 1,65 fois plus élevée en présence de sédiment. Dans les lots de 110 crevettes, le gain de poids journalier est de 2,7 mg (— S) et 5,25 mg (+ S), soit 1,94 fois plus élevé en présence de sable.

Comme le taux d'accroissement pondéral (λP) décroît d'un mois à l'autre (tableau 3), nous avons évalué le gain de poids journalier des différents lots pour chaque mois. La figure 4 montre que le gain de poids journalier est pratiquement constant durant les trois premiers mois dans les bacs sans sable tout en étant plus élevé dans les bacs de 55 crevettes (3,15 mg en moyenne) que dans les bacs de 110 (2,3 mg). Dans les bacs avec sable, le gain de poids journalier reste constant durant deux mois consécutifs. Au troisième mois, il est identique et égal à 4,80 mg pour les deux densités. Dans tous les lots, le gain de poids journalier augmente au dernier mois d'expérience, cette augmentation étant la principale responsable des écarts observés entre les gains de poids globaux calculés sur la durée totale de l'expérience.

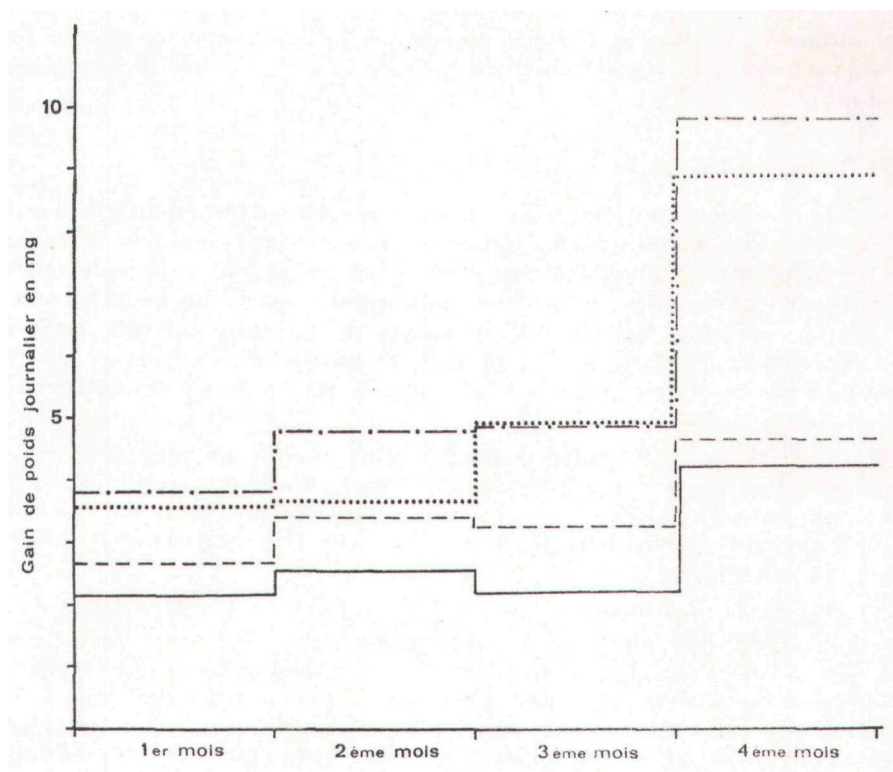


FIG. 4

Influence du substrat et du nombre d'animaux par bac sur le gain de poids journalier de *Crangon crangon*.

Pour la légende, voir Fig. 1.

4) Reproduction.

Les caractères sexuels externes apparaissent chez *Crangon* lorsque les individus atteignent 17 à 19 mm de longueur totale mais ne sont rapidement et sûrement reconnaissables que sur des crevettes de 24 à 26 mm. Nous avons déterminé le pourcentage de femelles dans chaque lot à l'issue du deuxième mois lorsque la longueur moyenne des lots à croissance la plus lente était égale ou supérieure à 26 mm. Le taux de masculinité ($\text{♀} / \text{♂}$) est de 95 et 96 p. 100 dans les bacs sans sable, 70 et 30 p. 100 dans les bacs avec sable.

A l'issue du deuxième mois, les femelles ne portent pas d'œufs à l'exception de quelques-unes (10 p. 100) (bac de 55 avec substrat), qui sont d'ailleurs les plus grandes (34 à 39 mm).

A l'issue du troisième mois, 12 p. 100 (bac de 55) et 14 p. 100 (bac de 100) des femelles sont ovigères, dans les bacs à fond de sable.

Aucune femelle ovigère ou venant de pondre mais ayant abandonné ses œufs (« cemented ») n'est observée dans les autres bacs.

En fin d'expérience, aucune femelle n'est ovigère, la période de ponte estivale étant achevée.

Discussion

La mortalité enregistrée est l'effet du cannibalisme, deux crevettes seulement ayant été trouvées mortes en cours d'expérience. Après quatre mois d'élevage, le taux de mortalité est de 40 p. 100 en moyenne dans les bacs les moins peuplés avec un écart de 5 p. 100 en faveur des bacs à fond de sable. Lorsque la densité d'animaux par bac est double, le taux de mortalité est nettement plus élevé (66 p. 100 en moyenne) avec un écart de 12 p. 100 en faveur, cette fois, des bacs sans sable. En dissociant l'influence du substrat et du nombre d'animaux par bac, nous n'avons pu établir, à l'exception du premier mois d'expérience, une relation significative entre le taux de mortalité et la présence de substrat meuble.

Subrahmanyam et Oppenheimer (1969) ont observé, chez *Penaeus duorarum* et *P. aztecus* au bout d'un mois d'élevage, une mortalité 2,3 fois plus élevée dans les bacs sans sable (38 p. 100) que dans les bacs avec sable (16 p. 100) ; mais, en fin d'expérience soit 15 jours après, la mortalité n'était plus que 1,6 fois plus élevée dans les bacs sans substrat. Sick et al. (1973) ne notent pas de différence significative chez *Penaeus setiferus* et *P. aztecus* après cinq semaines d'élevage entre les mortalités enregistrées en présence ou en absence de substrat. Il semble donc que, pour un élevage prolongé, le sédiment intervienne peu, en tant qu'abri pour les crevettes contre les attaques de leurs congénères. Il est possible, par ailleurs, que la croissance étant plus rapide en présence de sable, il y ait un accroissement du cannibalisme consécutif à une fréquence de mue accrue.

Une relation plus nette apparaît entre la vitesse de croissance de *Crangon* et la présence ou l'absence de sable dans les bacs d'élevage.

Les taux de croissance linéaire sont 40 et 51 p. 100 plus élevés lorsque les crevettes disposent d'un substrat meuble. De même, les gains de poids journaliers sont 60 et 52 p. 100 plus élevés lorsque les crevettes peuvent s'enfoncer dans le sable durant la journée.

Le ralentissement net de la croissance, observé lorsque les crevettes n'ont plus leur substrat d'origine, peut être lié à la perturbation ou la disparition de leur rythme d'activité. Les observations que nous avons mentionnées sur le comportement général de *Crangon* dans les deux types de bacs montrent, conformément à Hagerman (1970, a) que le rythme normal d'activité n'est maintenu chez cette espèce qu'en présence d'un substrat meuble. La disparition de ce rythme entraîne une activité diurne inhabituelle, l'activité nocturne persistant. Dans ces conditions, la consommation d'oxygène vraisemblablement augmente (Hagerman, 1970 b). Egusa (1961) a noté une consommation d'oxygène particulièrement basse chez *Penaeus japonicus*, lorsque les crevettes sont enterrées. Il en résulte, pour *Crangon*, un accroissement des dépenses énergétiques au dépens de la croissance.

Subrahmanyam et Oppenheimer (1969) obtiennent, chez *P. duorarum* un gain de poids nettement plus élevé dans les bacs avec un fond de sable [taux d'accroissement pondéral au bout d'un mois, calculé d'après leurs pesées, de 25,7 p. 100 (+ S) et de 6,6 p. 100 (— S)].

Selon ces auteurs, les crevettes en présence de substrat utilisent plus efficacement la nourriture qui leur est distribuée pour leur croissance.

Les bacs d'élevage étant placés en circuit ouvert et l'eau n'étant pas filtrée à l'arrivée, une méiofaune se développe progressivement dans le sable initialement stérile. Nous avons tenté d'évaluer l'apport trophique supplémentaire que pouvait constituer cette méiofaune. Seule une estimation qualitative a été faite. Une partie du sédiment est prélevée, lavée à l'eau douce, fixée à l'alcool et colorée au rose de Bengale. La majorité de la population est constituée de Vers : 40 à 45 p. 100 d'Archianélines (genre *Nerilla*), 40 à 45 p. 100 de Nématodes ; le reste de la population est composée de Copépodes, quelques Amphipodes et Ostracodes.

Bien qu'une étude quantitative n'ait pas été entreprise, il apparaît que la méiofaune représente une biomasse très faible. D'autre part, pour évaluer son rôle réel, il faudrait connaître son rythme de développement et de reconstitution. Plus peut-être que la méiofaune, le développement de bactéries à la surface et dans le sédiment pourrait être une source non négligeable de matières organiques. En raison des limites des observations faites ici, nous nous bornerons à signaler la part possible de cet apport trophique supplémentaire pour justifier l'amélioration très sensible de la croissance en présence de substrat.

Enfin, nous avons observé que les femelles ne pondaient et n'incubaient leurs œufs que dans les bacs pourvus de sable. Cela ne peut être imputable au retard de croissance observé dans les autres bacs car, dans ces derniers, mâles et femelles avaient atteint au troisième mois une taille à laquelle ils sont sexuellement mûrs ($\delta = 27$ à 34 mm, $\text{♀} = 30$ à 40 mm). Cette absence de reproduction peut être consécutive au très faible pourcentage de mâles ; elle est plus vraisemblablement liée aux conditions expérimentales, notamment à l'absence du substrat naturel.

En conclusion, cette expérience montre l'importance primordiale du substrat pour *Crangon* en élevage. Cette espèce, comme certaines Penaeidae, privée de son substrat naturel, a un comportement perturbé qui retentit à la fois sur sa croissance et ses potentialités de reproduction. L'effet dépressif se manifeste après plusieurs mois, le quatrième dans le cas présent en ce qui concerne le gain de poids journalier. Il serait donc souhaitable que les expériences sur la croissance et les besoins nutritionnels de cette espèce soient de courte durée (environ deux mois) ; des observations prolongées en l'absence de substrat meuble, risquent de sous-estimer la vitesse de croissance ou de surestimer les besoins.

Summary

Juvenile *Crangon* (M.W. : 32 mg) have been reared for 4 months in small sand-bottomed and bare-bottomed tanks.

Cannibalism is lower in sand-bottomed tanks during the first experimental month but at the end of the experiment, the mean rates of mortality are 40 and 66 percent, depending upon the number of shrimps by tank but not really upon the presence or absence of sand.

On the other hand, *Crangon* grows much better in the sand-bottomed tanks than in the others. The rate of length increment is 136 and 153 percent (—S), 187 and 193 percent (+ S). The daily weight gain, for the 4-months period, is

equal to 5,25 mg and 5,8 mg with sand compared to 2,7 mg and 3,5 mg without sand.

Besides reproduction in *Crangon* seems affected when its natural substratum is lacking.

The importance of a sand-bottom in long term rearing experiments with *Crangon* is discussed. The trophic contribution of the meiofauna has been approached.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- EGUSA, S., 1961. — Studies on the respiration of the Kuruma prawn *Penaeus japonicus*, Bate. II. Preliminary experiments on its oxygen consumption. *Bull. Jap. Soc. scient. Fish.*, 27, pp. 650-659.
- HAGERMAN, L., 1970 a. — Locomotory activity patterns of *Crangon vulgaris* (Fabricius) (Crustacea, Natantia). *Ophelia*, 8, pp. 255-266.
- HAGEHMAN, L., 1970 b. — The oxygen consumption of *Crangon vulgaris* (Fabricius) (Crustacea, Natantia) in relation to salinity. *Ophelia*, 7 (2), pp. 283-292.
- HAVINGA, B., 1930. — Der Granat (*Crangon vulgaris* Fabr.) in den holländischen Gewässern. *J. Cons. intern. Expl. Mer.*, 5, pp. 53-87.
- LLOYD, A.J. and YONGE, C.M., 1947. — The biology of *Crangon vulgaris* in the Bristol Channel and Severn estuary. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 26 (4), pp. 626-661.
- MOLLER, T.H. et JONES, D.A., 1975. — Locomotory rhythms and burrowing habits of *Penaeus semisulcatus* (de Haan) and *P. monodon* (Fabricius) (Crustacea: Penaeidae). *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, 18, pp. 61-77.
- REGNAULT, M. et LUQUET, p., 1974. — Besoins en protéines de la crevette grise *Crangon crangon* (L.) au cours de sa croissance. *Ann. Nutr. et Aliment.*, 28 (6), pp. 523-537.
- SICK, L.V., ANDREWS, J.W. and WHITE, D.B., 1972. — Preliminary studies of selected environmental and nutritional requirements for the culture of penaeid shrimp. *Fish. Bull.*, 70 (1), pp. 101-109.
- SUBRAHMANYAM, C.B. et OPPENHEIMER, C.H., 1969. — Food preference and growth of grooved penaeid shrimp. *In: Food Drugs from the Sea*, pp. 65-75. Proceed. Mar. Technol. Soc. Washington, ed. H.W. Youngken.