

CROISSANCE DES CREVETTES *CRANGON CRANGON*  
ET *PALAEMON SERRATUS*  
SOUMISES A UN RÉGIME ARTIFICIEL :  
INFLUENCE DU MODE DE PRÉSENTATION  
ET DU MODE DE SÉCHAGE DE L'ALIMENT.

par

M. Regnault, A. Campiolo et P. Luquet

Laboratoire de Carcinologie et d'Océanologie biologique,  
Ecole Pratique des Hautes Etudes, 75005 Paris ;  
Laboratoire de l'I.S.T.P.M., 29211 Roscoff ;  
Laboratoire de Nutrition des Poissons - INRA, 78 - Jouy-en-Josas.

Résumé

Les crevettes *Crangon crangon* et *Palaemon serratus* ont été élevées pendant deux ou trois mois à 20 °C, avec un régime artificiel présenté sous forme sèche (granulés) ou humide (pâte). La survie et le gain de poids des crevettes sont nettement supérieurs avec le régime humide. Le mode de séchage de l'aliment, toutefois, n'a pas d'effet sensible sur la croissance.

L'influence du degré d'hydratation du régime artificiel sur les niveaux d'ingestion et les dépenses énergétiques a été envisagée. Enfin, une formule alimentaire répondant mieux aux besoins nutritionnels des crevettes étudiées a été suggérée.

Introduction

Nous avons observé que, chez la crevette grise *Crangon crangon*, les besoins en protéines variaient avec l'âge (Regnault et Luquet, 1974). Cependant, la croissance obtenue avec les régimes artificiels était inférieure à celle obtenue avec une nourriture naturelle, même avec les régimes dont le taux protéique correspondait au taux optimal déterminé pour une classe d'âge donné. Nous avons alors avancé l'hypothèse que le retard de croissance observé pouvait être lié à la composition du régime proposé ou à son mode de présentation. L'étude ci-dessous a pour principal objet de vérifier l'influence de ce dernier facteur.

Forster (1972) avec *Palaemon*, et Ayukawa et al. (1972) avec des Peneidae, ont utilisé des régimes artificiels présentés sous forme de pâte ou de gelée, de préférence aux granulés secs. Nous avons élaboré un nouveau régime artificiel en tentant d'améliorer la formule expé-

rimentée précédemment et, tenant compte des observations des auteurs précités, nous avons présenté ce régime sous deux formes : une forme sèche (granulés) et une forme humide (pâte congelée) ; de plus, afin d'éliminer l'influence possible de la température au cours de la préparation des aliments, nous avons comparé deux modes de séchage, à 45 °C en étuve et à basse température, par lyophilisation.

Ces différents types de régimes sont expérimentés avec deux espèces de crevettes d'intérêt commercial : la crevette grise (*Crangon crangon*) et le bouquet (*Palaemon serratus*). Les régimes artificiels ont été mis au point et réalisés au laboratoire de Nutrition des Poissons de l'INRA, la partie expérimentale, aux laboratoires de Roscoff (Station biologique et I.S.T.P.M.).

### Matériel et méthodes

#### A. Régimes expérimentaux.

##### a) Composition du régime artificiel.

La formule alimentaire a été établie à partir de la formule expérimentée en 1972 à laquelle, compte tenu des observations publiées récemment, quelques modifications ont été apportées. Ces dernières concernent essentiellement la nature des apports protéiques et lipidiques.

TABLEAU 1

Composition centésimale du régime artificiel ; les pourcentages sont calculés sur la matière sèche du régime entier.

Composants	p. 100 de M.S.
Concentré de protéines solubles de poisson (CPSP 80) . . . . .	45
Gluten de maïs . . . . .	20
Levure de distillerie . . . . .	10
Amidon de maïs . . . . .	15
Huile de soja . . . . .	2
Huile de foie de morue . . . . .	2
Vitamines (Halver, 1969) . . . . .	2
Sels minéraux (Luquet, 1971) . . . . .	2
Alginate de Na . . . . .	0,5
Pyrophosphate de Na . . . . .	1
Cholestérol . . . . .	0,001
Glucosamine . . . . .	0,5

Provasoli et al. (1969), Meyers et al. (1970), Forster et Gabbott (1971), Forster (1972), Ayukawa et al. (1972) recommandent, d'une part, d'ajouter à la protéine de base des protéines d'origines variées, d'autre part d'utiliser des protéines d'origine microbienne. Nous avons donc remplacé la source protéique unique par une source protéique triple (farine de poisson, gluten de maïs et levure de distillerie). Les besoins en acides aminés des deux espèces étudiées n'étant pas connus, cet apport complémentaire de protéines assure ainsi une disponibilité qualitative et quantitative en acides aminés plus large, donc accroît la marge de sécurité à ce niveau. Le taux de protéines dans la formule présente est de l'ordre de 50 p. 100. Ce taux a été choisi à la suite des observations faites précédemment sur *Crangon* (Regnault et Luquet, 1974) et sur *Palaemon* (Campillo et Luquet, 1975).

De tous les Crustacés, ce sont les crevettes qui renferment les plus grandes quantités de cholestérol (Love et Thompson, 1965) ; or, les Crustacés

sont connus pour être incapables de synthétiser le cholestérol (Van den Oord, 1964 ; Zandee, 1967 ; Huggins et Munday, 1968). Il nous a donc paru nécessaire d'introduire ce stérol dans la ration alimentaire, d'autant plus que son effet stimulant sur la croissance a été démontré (Shudo et al., 1971). Ne connaissant pas encore le pouvoir de transformation par les crevettes et la plupart des Crustacés, de l'ergostérol alimentaire en cholestérol (Teshima, 1971), nous avons complété la source lipidique choisie en 1972 (huile de soja et huile de foie de morue) directement avec du cholestérol, dans les proportions voisines de celles qu'ont utilisées Provasoli et d'Agostino (1969).

Les autres composants de la formule alimentaire sont restés identiques, pour la plupart, à ceux des régimes précédemment expérimentés, à l'exception des sels minéraux (Luquet, 1971) et des acides aminés phagostimulants, ces derniers ayant été supprimés. La formule détaillée est donnée tableau 1.

#### b) Technologie.

Le mélange des composants de la formule alimentaire choisie, à l'exception du liant, est fait dans un bol mélangeur Hobart. On ajoute ensuite progressivement l'alginate préalablement dissous dans l'eau distillée à 50 °C. La pâte ainsi obtenue est partagée en deux fractions. L'une est passée dans une presse filière (diamètre : 2,5 mm) ; le produit obtenu est alors soit séché à l'étuve 24 h à 45 °C (= granulés secs = GSE), soit lyophilisé 48 h (= GSL). L'autre fraction est passée au hachoir à viande ; cette pâte débitée en spaghettis de 3 mm de diamètre est ensuite directement congelée à -25 °C (= PHC), ou séchée à l'étuve comme GSE (= PHE), ou lyophilisée (= PHL).

Le tableau 2 résume les différents procédés de fabrication.

TABLEAU 2  
Résumé des différents modes de préparation et de séchage  
des aliments artificiels utilisés.

	Eau distillée ajoutée/kg de mélange de base	Mise en forme	Séchage
G.S.E.	200	Presse	Etuve
G.S.L.	200	Presse	Lyophilisation
P.H.E.	500	Hachoir à viande	Etuve
P.H.L.	500	Hachoir à viande	Lyophilisation
P.H.C.	500	Hachoir à viande	(1)
(1) Pâte humide préparée chaque mois et conservée au congélateur (-25 °C).			

#### c) Distribution de l'aliment.

Selon Forster et Beard (1973) il n'y a pas de différence de croissance entre les crevettes nourries une fois ou trois fois par 24 h. Sick et al. (1972) proposent de laisser les crevettes en contact avec l'aliment 24 h sur 24 en raison de leur mode de vie ; ultérieurement, Sick et al. (1973) démontrent expérimentalement que les repas de 6 heures sont préférables, par suite de la perte incontrôlable de nutriments et d'une certaine accoutumance des chémorécepteurs des crevettes à la nourriture.

Les régimes artificiels préparés pour cette expérience ayant une tenue à l'eau moyenne de 12 h, nous avons opté, dans le cas de *Crangon*, pour un repas de 12 h ; les aliments sont distribués le matin et la nourriture restante est siphonnée le soir ; dans le cas de *Palaemon*, la nourriture est disponible 24 h sur 24, les aliments étant distribués deux fois par jour (matin et soir).

Le régime naturel servant de référence est, pour *Crangon*, du crabe vert (*Carcinus maenas*) congelé et, pour *Palaemon*, de l'hépatopancréas de Patelle frais.

## B. Dispositif expérimental.

Un dispositif expérimental différent est utilisé pour les deux séries d'expériences, l'une étudiant l'influence du mode de présentation du régime artificiel sur la croissance de *Crangon* et de *Palaemon*, l'autre étudiant l'influence du mode de séchage du même régime sur la croissance de *Crangon*. Par ailleurs, chacune des espèces étant étudiée par l'un d'entre nous, le dispositif expérimental diffère légèrement avec l'espèce considérée.

Les conditions d'expérience relatives au mode de présentation des aliments sont les suivantes :

— pour *Crangon*, chaque régime est testé simultanément sur neuf groupes d'animaux ; toutes les crevettes d'un groupe donné sont de même longueur et les tailles étudiées sont comprises entre 9 et 17 mm. Les crevettes sont réparties dans des casiers (plateaux compartimentés de 60 cases dont le fond est constitué par un filet de 1 mm de vide de maille), à raison de trois crevettes par case. Les casiers (brevet ISTPM) sont immergés aux 3/4 de leur profondeur dans des bacs de 50 litres alimentés individuellement en eau de mer préalablement chauffée et passée dans un bac de décantation sans filtration ; le débit est environ de 50 l par heure ; la température est maintenue constante à 20 °C pendant toute l'expérience (2 mois) ; l'aération est complétée avec des diffuseurs. Le nombre de crevettes mises en expérience est de 160 ;

— pour *Palaemon*, les régimes sont proposés d'une part à des post-larves prises sitôt la métamorphose, d'autre part à de jeunes crevettes âgées de 2 mois environ (55 jours après la métamorphose) ; ces dernières ont été élevées au laboratoire à 20 °C et nourries depuis leur métamorphose avec de l'hépatopancréas de Patelle. Le nombre de crevettes mises en expérience est de 150 pour le premier groupe (post-larves) et 240 pour le second groupe (juvéniles). Chaque groupe est réparti en trois lots identiques (un lot par régime) placés dans des bacs de 25 litres montés en série et alimentés en eau de mer courante (débit compris entre 25 et 30 l par heure). L'ensemble est disposé dans une chambre thermostatée dont la température est réglée à 25 °C afin de maintenir la température de l'eau constante et égale à 20 °C. Pour pallier les éventuelles coupures d'eau, les bacs d'élevage sont munis de diffuseurs d'air.

Pour étudier l'influence du mode de séchage du régime artificiel, des *Crangon* de 16 à 22 mm, répartis en quatre groupes de taille homogène, sont placés dans des aquariums de 3 litres, à raison de 10 à 20 crevettes par aquarium. Chacun des trois régimes (PHL, PHE et GSL) est testé sur 80 crevettes environ à la température ambiante (15-17 °C).

## C. Mesures effectuées.

La mortalité et les mues de *Crangon* sont enregistrées quotidiennement. Leur longueur totale et leur poids frais sont mesurés tous les 15 jours ; pour homogénéiser et comparer les résultats, les courbes longueur et poids en fonction du temps ont été construites d'après les données recueillies et nous en avons déduit les longueurs et poids à intervalles réguliers (tous les 10 jours). Pour obtenir la longueur moyenne des lots, chaque crevette est mesurée séparément au 1/2 mm près. Le poids frais moyen de toutes les crevettes d'un groupe de taille donné est obtenu par une seule double pesée ; la précision de la technique utilisée est valable au 1/10 de mg près.

Pour *Palaemon*, les mesures du poids frais moyen sont effectuées tous les 10 jours. Les pesées sont faites en une seule fois pour toutes les crevettes d'un même lot sur une balance Mettler avec une précision de 1/10 mg. Les crevettes sont préalablement séchées sur papier Joseph.

## RÉSULTATS

Les résultats obtenus avec les différents régimes artificiels sont comparés à ceux obtenus avec le régime naturel ; les critères de comparaison utilisés sont la mortalité, la fréquence de mue et le gain de poids des crevettes.

I. - Influence du mode de présentation du régime artificiel  
sur l'élevage de *Crangon* et de *Palaemon* à 20 °C.

## CRANGON CRANGON

## 1. Mortalité

Le tableau 3 indique le taux de survie de chaque groupe étudié, après un et deux mois d'expérience, en fonction du régime. Au bout de deux mois, pour l'ensemble des groupes de taille considérés, la survie moyenne est de 54 p. 100 avec PHC, 44 p. 100 avec le crabe et 41 p. 100 avec GSE. La différence entre les trois régimes n'apparaît que durant le premier mois ; la mortalité survenant au cours du deuxième mois, respectivement de 31, 34 et 38 p. 100, est pratiquement identique quel que soit le régime.

TABLEAU 3

Pourcentages de survie et nombre de mues moyen/crevette pour *Crangon crangon* au cours du premier et du deuxième mois d'expérience ; régimes : PHC, GSE et crabe.

Groupes de taille L <sub>0</sub> (mm)	Pourcentage de survie à :						Nombre moyen de mues/crevette à :					
	PHC		GSE		crabe		PHC		GSE		crabe	
	J <sub>30</sub>	J <sub>60</sub>	J <sub>30</sub>	J <sub>60</sub>	J <sub>30</sub>	J <sub>60</sub>	J <sub>30</sub>	J <sub>60</sub>	J <sub>30</sub>	J <sub>60</sub>	J <sub>30</sub>	J <sub>60</sub>
9	83	33	81	62	88	70	3,33	5,2	3,68	5,44	2,48	4,31
10	100	66	66	58	64	58	3,16	3,7	3,41	5,03	1,94	3,66
11	50	50	67	32	58	50	2,6	4,6	2,5	4,07	2,08	4,86
12	89	50	74	33	76	33	3,15	5,44	2,92	4,72	2,80	4,49
13	70	62	76	53	63	18	3,04	5,62	2,6	4,38	3,13	5,20
14	84	52	80	53	50	45	2,68	5,93	2,6	4,01	2,08	4,66
15	87	81	61	52	61	38	2,06	4,56	2,38	3,61	2,28	4,04
16	73	53	38	33	75	33	2,86	4,66	2,77	4,48	2,75	4,52
17	62	43	37	25	42	7	2,06	3,86	2,12	2,78	1,78	4,11
Moyenne de tous les groupes	78	54	67	44	65	41	2,77	4,8	2,77	4,27	2,36	4,42

La mortalité enregistrée au cours de l'expérience est due, dans plus de 90 p. 100 des cas, au cannibalisme au moment des mues ; celui-ci se manifeste aussi bien le jour que la nuit et n'est donc pas arrêté par la présence de nourriture disponible.

## 2. Fréquence de mue

Afin de tenir compte de la mortalité survenue durant le premier mois d'expérience, le nombre de mues moyen au cours des deux mois d'expérience (N) est évalué d'après la formule suivante :

$$N = \frac{M_{0-30}}{n_0} + \frac{M_{30-60}}{n_{30}}$$

dans laquelle,  $M_{0-30}$  = nombre total de mues du jour  $J_0$  à  $J_{30}$  ;  $M_{30-60}$  = nombre total de mues du jour  $J_{30}$  à  $J_{60}$  ;  $n_0$  = nombre initial de crevettes ;  $n_{30}$  = nombre de crevettes au jour  $J_{30}$ . Le tableau 3 indique le nombre moyen de mues par crevette durant les deux mois d'expérience.

Il n'y a pas de variation significative d'un groupe de taille à l'autre et, pour l'ensemble des groupes, on peut noter une fréquence de mue légèrement plus élevée avec le PHC : 4,8 mues en moyenne par crevette contre 4,4 avec le régime témoin et 4,3 avec GSE.

## 3. Croissance

Bien que nous ayons étudié simultanément les variations de longueur et de poids, nous tiendrons compte ici essentiellement des variations pondérales plus représentatives de la croissance pour la période considérée.

### a) Croissance absolue.

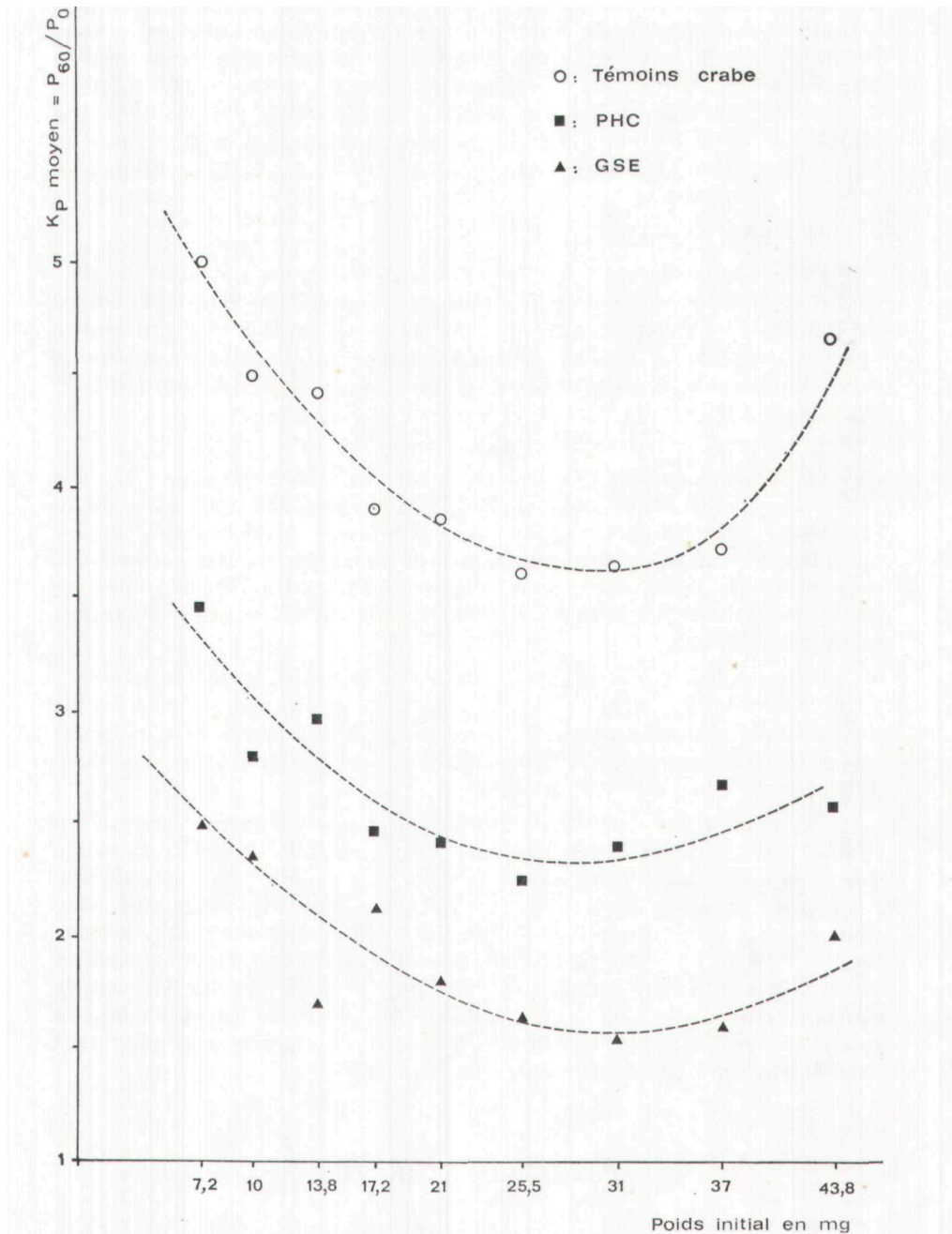
Le poids moyen atteint par chaque groupe de taille après un et deux mois d'expérience est indiqué dans le tableau 4. Pour un régime

TABLEAU 4  
Gain de poids, en valeur absolue, de *Crangon crangon* aux trois régimes : PHC, GSE, crabe, à 20 »C.

Longueur initiale moyenne (mm)		9	10	11	12	13	14	15	16	17
Poids initial moyen (mg)		7,2	10	13,8	17,2	21	25,5	31	37	43,8
Nombre de crevettes par groupe	PHC	12	6	10	38	24	19	16	15	16
	GSE	16	12	28	27	30	15	21	18	8
	Témoins	27	17	24	30	22	24	21	12	14
Poids moyen à un mois = $P_{30}$	PHC	21	20	27,6	34,2	44,2	46,2	58,5	79	85,5
	GSE	14	20,5	22	32,5	35,5	42	47,5	57	86
	Témoins	23,5	29,5	35,5	43,7	53,5	60	87	87,5	114,5
Poids moyen à deux mois = $P_{60}$	PHC	25	28	41	42,5	51	57,5	74,5	99	113
	GSE	18	23,5	23,5	36,7	38	41,7	48	59,5	88
	Témoins	36	45	61	67,2	81	92,5	113	138	204

donné, tous les groupes de taille réagissent de façon homogène. Par ailleurs, le régime naturel est plus favorable que les régimes artificiels : les crevettes soumises à ces derniers mettent en effet deux

## CROISSANCE DES CREVETTES



**MG. i.**  
*Crangon crangon*

Variations du coefficient d'accroissement pondéral moyen en deux mois  
 $K_{p60} = P_{60}/P_0$  suivant le poids initial, en fonction du régime.

PHC (pâte humide congelée), GSE (granulés séchés à l'étuve), crabe (régime témoin).

mois pour acquérir un gain de poids que les témoins nourris avec du crabe obtiennent en un mois. Pour les régimes artificiels, la présentation sous forme de pâte humide est meilleure que celle sous forme de granulés secs. Si on prend pour référence le poids moyen atteint en deux mois avec le régime naturel ( $P_{60}$  crabe = 100 p. 100), on obtient pour l'ensemble des crevettes étudiées :  $P_{60}$  PHC = 64 p. 100 et  $P_{60}$  GSE = 45,8 p. 100. De même, pour les longueurs moyennes, si  $L_{60}$  crabe = 100 p. 100,  $L_{60}$  PHC = 85 p. 100 et  $L_{60}$  GSE = 77 p. 100.

b) *Croissance relative.*

Pour comparer entre eux les gains de poids ou de taille de tous les groupes de crevettes étudiées sans tenir compte de leurs différences de longueur et de poids initiales, nous avons évalué leur croissance relative, soit leur  $K_P$  et  $K_L$  définis comme étant le rapport du poids ou de la longueur à un jour donné J au poids ou à la longueur initiale  $P_0, L_0$ .

$$K_P = P_j/P_0 \quad K_L = L_j/L_0$$

La figure 1 montre que le  $K_P$  décroît régulièrement avec l'âge des crevettes, ce qui correspond à l'allure exponentielle classique de la croissance ; les valeurs élevées observées pour les derniers groupes, au-delà de 14-15 mm de longueur, soit 31 mg, peuvent être considérées comme accidentelles puisque ce phénomène n'est pas apparu chez les crevettes de cette taille au cours d'observations antérieures (Regnault et Luquet, 1974).

Dans la figure 2 nous donnons à des intervalles de temps réguliers (tous les 10 jours) le  $K_P$  et le  $K_L$  moyen, calculé sur l'ensemble des groupes de taille étudiés, pour les trois régimes : PHC, GSE et crabe. L'écart type ( $r$ ) a été calculé et chaque moyenne est ainsi figurée avec son intervalle de confiance ( $\pm a$ ).

D'une part, les variations de poids et de longueur sont parallèles. D'autre part, la croissance avec les régimes artificiels est plus faible que la croissance avec le régime naturel. Si on choisit le régime crabe pour référence, les  $K_P$  moyens au bout de deux mois, obtenus avec PHC et GSE sont respectivement de 64 et 46 p. 100, et les  $K_L$  moyens de 86 et 78 p. 100. Enfin, l'écart observé entre les différents régimes va en s'accroissant à partir du 20<sup>e</sup> jour ; alors que la vitesse de croissance avec le crabe reste constante durant toute l'expérience, elle ralentit avec PHC et GSE dès le 20<sup>e</sup> jour et s'arrête complètement avec le régime GSE au 40<sup>e</sup> jour d'expérience.

### *PALAEEMON SERRA TU S*

Les observations ont porté simultanément sur deux catégories de crevettes d'âge différent : des post-larves et des juvéniles âgées de deux mois. Les lots étaient parfaitement homogènes au début de l'expérience : d'une part, trois lots de 50 post-larves d'un poids initial moyen égal à 5 mg, observées durant trois mois ; d'autre part, trois lots de 80 juvéniles dont le poids initial moyen est égal à 247 mg, observés durant deux mois.



## CROISSANCE DES CREVETTES

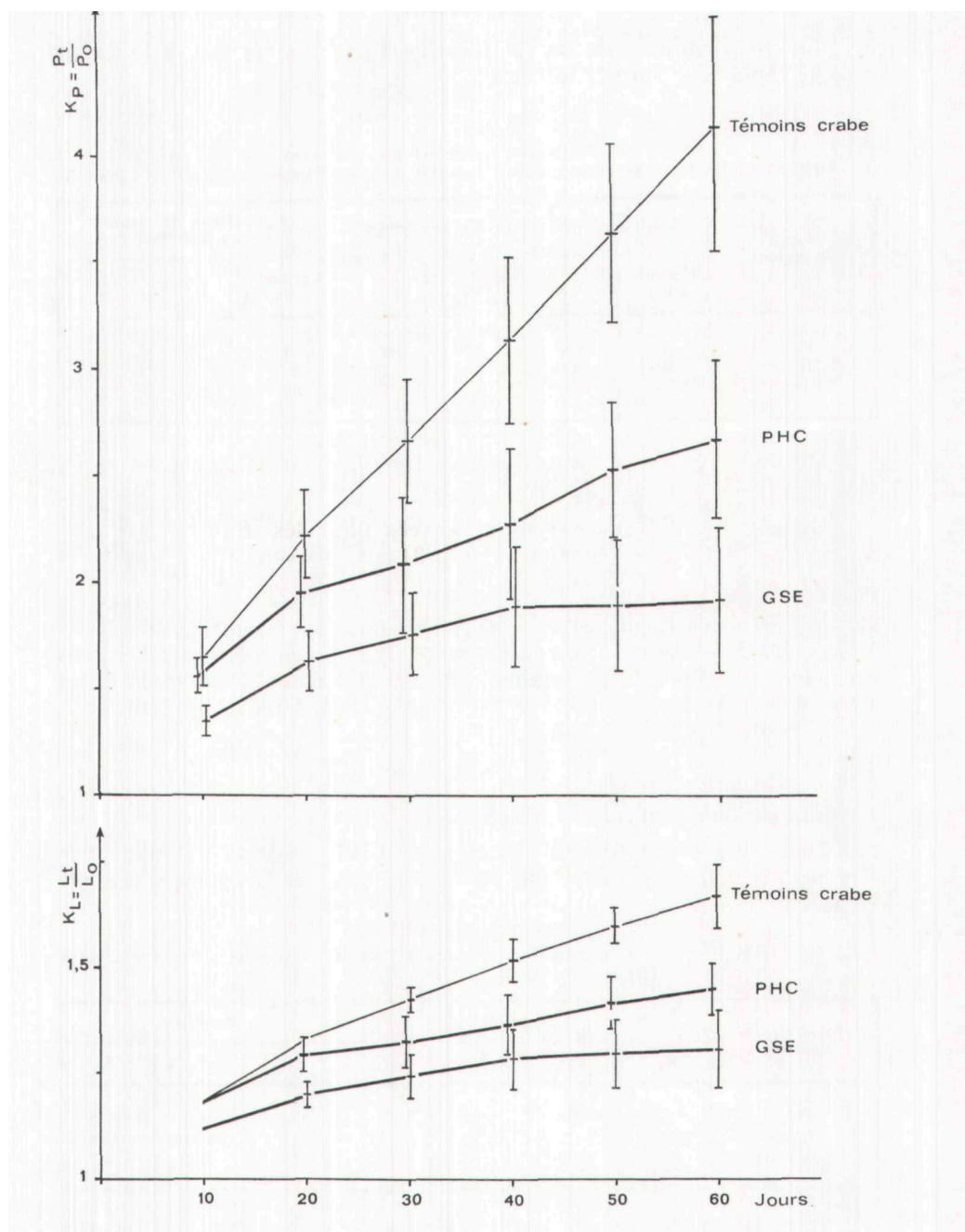


FIG. 2.  
*Crangon crangon*

Variations des coefficients d'accroissement pondéral ( $K_p$ ) et linéaire ( $K_L$ ) au cours des deux mois en fonction du régime ; valeurs moyennes, calculées pour tous les groupes de taille étudiés, avec leur écart-type  $\sigma$ .

## 1. Mortalité

Les pourcentages de survie avec les différents régimes à la fin de chaque mois sont donnés tableau 5.

TABLEAU 5

Pourcentages de survie de *Palaemon serratus* nourris avec les régimes artificiels PHC et GSE : les lots témoins sont nourris avec de l'hépatopancreas He Patelle.

Types de régimes	Pourcentage de survie des post-larves				Pourcentage de survie des juvéniles		
	Nombre initial	J <sub>30</sub>	J <sub>60</sub>	J <sub>90</sub>	Nombre initial	J <sub>30</sub>	J <sub>60</sub>
PHC	50	58	42	40	80	57	35
GSE	50	48	30	18	80	78	46
Témoins	50	93	81	72	80	82	73

Un oDserve que la mortalité avec les régimes artificiels est supérieure à celle enregistrée avec le régime naturel témoin. Dans le cas des post-larves, ceci est particulièrement sensible durant les quinze premiers jours d'expérience. A l'issue de cette période, on note en effet 100 p. 100 de survie chez les témoins, 66 et 56 p. 100 respectivement avec les régimes PHC et GSE. Du 15<sup>e</sup> au 90<sup>e</sup> jour, le taux de survie décroît de façon presque identique pour les trois régimes. Dans le cas des juvéniles, le pourcentage de survie décroît régulièrement du début à la fin de l'expérience, atteignant au deuxième mois 35 et 46 p. 100 dans les lots GSE et PHC, 73 p. 100 dans le lot témoin.

## 2. Croissance

## a) Gain de poids en valeur absolue.

Dans le tableau 6 sont reportés les poids moyens obtenus avec chaque régime, successivement après un, deux et trois mois d'expérience.

TABLEAU 6

Gain de poids en valeur absolue de *Palaemon serratus* nourri avec PHC, GSE et hépatopancreas de Patelle, à 20 °C.

Poids moyen (en mg)	Post-larves				Juvéniles		
	P <sub>0</sub>	P <sub>30</sub>	P <sub>60</sub>	P <sub>90</sub>	P <sub>0</sub>	P <sub>30</sub>	P <sub>60</sub>
PHC	5	100	275	565	247	462	660
GSE	5	77	205	397	247	430	560
Témoins	5	100	292	720	247	602	887

Dans le cas des post-larves, les lots nourris avec l'hépatopancreas et le PHC présentent la même croissance jusqu'au 60<sup>e</sup> jour (P = 292 et 275 mg respectivement). Au-delà, la croissance du lot nourri avec le PHC reste inférieure à celle du témoin. En ce qui concerne le lot nourri avec le GSE, on observe pendant les 16 premiers jours une croissance analogue à celle des régimes précédents mais, pour l'ensemble de l'expérience (du 16<sup>e</sup> au 90<sup>e</sup> jour), GSE est nettement inférieur

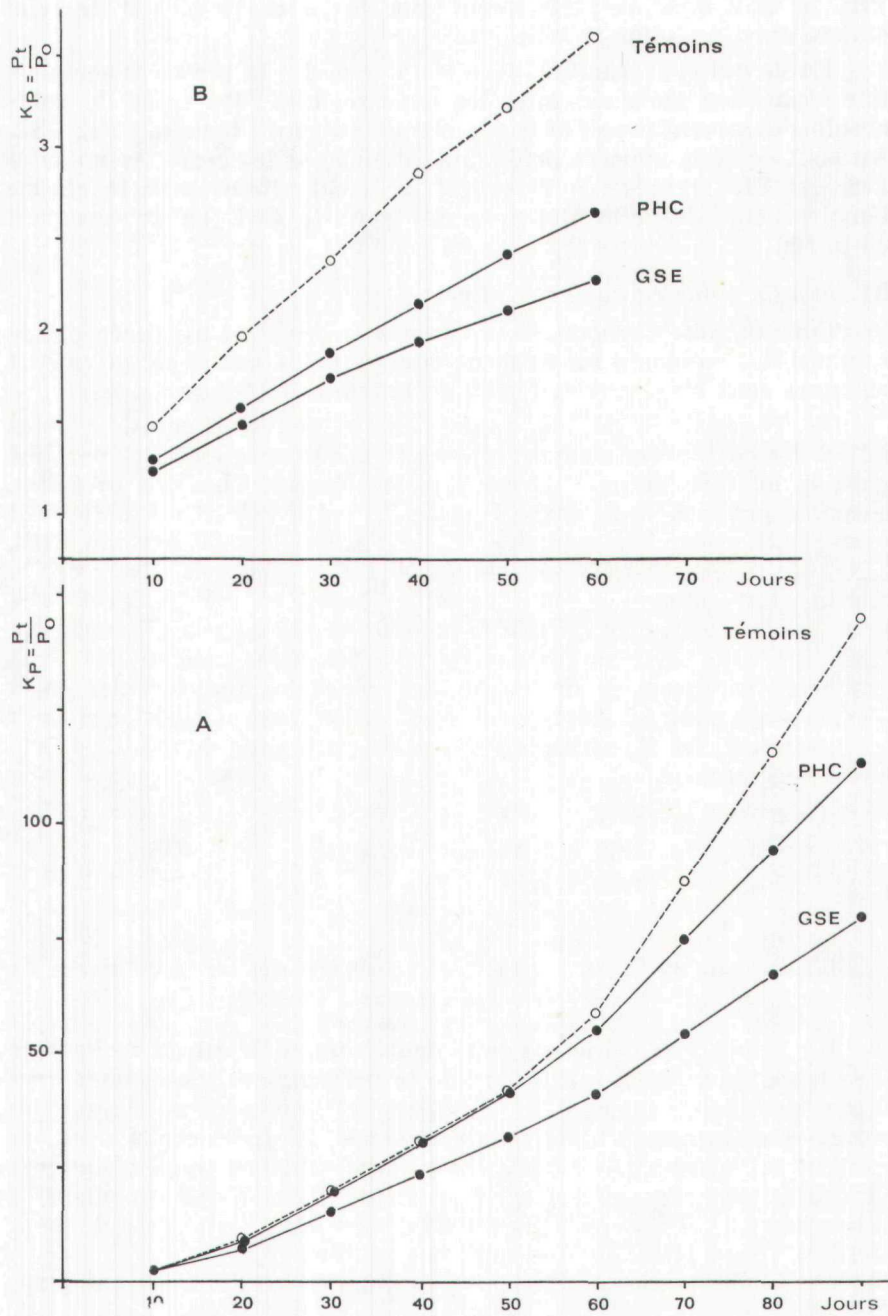


FIG. 3.  
*Palaemon serratus*

Variations du coefficient d'accroissement pondéral  $K_P$  en fonction du régime.  
A : chez les post-larves durant trois mois ; B : chez les juvéniles durant deux mois.

à PHC. Au bout de trois mois, le poids moyen obtenu avec les régimes PHC et GSE n'est respectivement que de 78 et 55 p. 100 de celui obtenu avec le régime témoin.

En ce qui concerne les juvéniles, il y a, dès la première semaine, une séparation marquée entre les trois régimes ; les gains de poids absolu s'observent dans l'ordre décroissant suivant : témoin, PHC, GSE. Au bout de deux mois, le poids final atteint par les crevettes nourries avec du PHC représente 74 p. 100 de celui atteint avec le régime témoin, celui des crevettes nourries avec le GSE en représentant 63 p. 100.

b) *Gain de poids en valeur relative.*

Comme pour *Crangon*, la croissance relative est exprimée par le rapport  $K_P = \text{poids à un moment donné} / \text{poids initial}$  et les valeurs obtenues sont représentées Fig. 3 en fonction du temps.

Au cours de la période expérimentale, soit trois mois, le poids initial des post-larves a été multiplié par 113 pour le lot PHC, par 79,4 pour le lot GSE et par 144 pour le lot témoin. Chez les juvéniles, observés pendant deux mois, le gain de poids relatif est nettement plus faible puisqu'on note des  $K_P$  de l'ordre de 2,67 avec le PHC, 2,26 avec le GSE et 3,59 chez les témoins. Ceci pourrait laisser croire que la vitesse de croissance des post-larves est supérieure à celle des juvéniles. En fait, ce n'est que la conséquence d'un poids initial ( $P_0$ ) très différent ; si nous comparons en effet, dans chacun des deux groupes, des crevettes de même âge physiologique (dernier mois d'expérience pour les post-larves et premier mois d'expérience pour les juvéniles), les  $K_P$  obtenus sont, pour un régime donné, de même ordre de grandeur.

post-larves :	PHC = 2,05	juvéniles :	PHC = 1,87
$K_P = \frac{P_{90}}{P_{60}}$	GSE = 1,93	$K_P = \frac{P_{30}}{P_0}$	GSE = 1,74
	crabe = 2,46		crabe = 2,43

II. - Influence du mode de séchage du régime artificiel sur la croissance de *Crangon crangon*.

Rappelons que l'objet de cette deuxième partie est de rechercher si le mode de séchage utilisé lors de la préparation des régimes artificiels modifie la valeur de l'aliment ou son utilisation par les crevettes et influence ainsi leur croissance. L'expérience a duré un mois, à la température ambiante (15-17 °C) ; trois types d'aliments artificiels, préparés suivant la formule indiquée précédemment, sont expérimentés : PHL (pâte humide lyophilisée), PHE (pâte humide séchée à l'étuve) et GSL (granulés lyophilisés).

Résultats

1. *Mortalité.*

Le pourcentage de survie au bout d'un mois pour l'ensemble des *Crangon* est de 87 p. 100 avec le régime PHE, 82 p. 100 avec le régime GSL et 81 p. 100 avec le régime PHL.

A titre indicatif, on peut rappeler que, dans l'expérience précédente à 20 °C, le pourcentage de survie à un mois était en moyenne de 78 p. 100 avec le régime PHC, 67 p. 100 avec le régime GSE et 65 p. 100 avec le régime crabe.

### 2. Fréquence de mue.

Le nombre moyen de mues par crevette observé pendant un mois dans les quatre groupes de taille étudiés est donné, pour les trois régimes, dans le tableau 7. Il est de l'ordre de 1,62 à 2,16. Dans l'expérience précédente à 20 °C, le nombre moyen de mues au bout d'un mois, pour l'ensemble des tailles considérées, était compris entre 2,36 et 2,77.

TABLEAU 7

Nombre de mues moyen en un mois de *Crangon crangon*, à 15-17 °C, avec les régimes : PHL, GSL et PHE.

Régimes	Nombre total de crevettes	$L_0^*$ (mm)	Lot 1	Lot 2	Lot 3	Lot 4	Moyenne
PHL	48	16,5	1,6	1,42	1,76	1,71	1,62
GSL	36	20	2,36	1,81	2,33	2,14	2,16
PHE	55	17,5	1,84	1,88	2,21	0,8	1,68
$L_0^*$ = Longueur initiale moyenne des quatre lots.							

### 3. Croissance.

Par suite du manque d'homogénéité dans la taille initiale des groupes étudiés, il est impossible de comparer les gains de poids en valeur absolue, obtenus avec les trois régimes. Nous envisagerons uniquement les gains de poids relatif ou  $K_p$ . Du tableau 8, il ressort que les valeurs des  $K_p$  malgré les différences de taille au départ sont proches pour un régime donné, ceci en dépit du lot 3 de PHE qui, égal à 1,27, est anormalement inférieur aux autres lots de ce régime (cette valeur a été néanmoins incluse dans la moyenne générale).

TABLEAU 8

Influence du mode de séchage du régime artificiel sur la croissance pondérale relative de *Crangon* en un mois, à 15-17 °C.

Aquariums n°	PHE		PHL		GSL	
	$P_0$ moyen	$K_{P30}$ moyen	$P_0$ moyen	$K_{P30}$ moyen	$P_0$ moyen	$K_{P30}$ moyen
1	38	1,42	51,7	1,30	51,4	1,39
2	40,6	1,46	27	1,25	62	1,35
3	51	1,27	40,2	1,25	79	1,37
4	69,3	1,45	59	—	102,7	1,33
moyenne		1,40		1,26		1,36

La croissance relative moyenne la plus élevée est obtenue avec le PHE et la plus faible avec le PHL. Si on donne la valeur 100 au

gain de poids relatif des lots PHE, le gain de poids avec les régimes GSL et PHL sera respectivement de 97 et 90 p. 100 de la valeur de référence.

On admettra donc que le mode de séchage de l'aliment, dans les limites envisagées ici, n'intervient pas de manière significative sur la croissance pondérale de *Crangon*.

## DISCUSSION

Ayant évalué, dans la première partie de l'expérience, l'influence du mode de présentation du régime artificiel par comparaison avec le régime naturel donné aux lots témoins, nous préciserons tout d'abord les raisons du choix du régime de référence.

Nous avons observé chez *Crangon* que la croissance est meilleure lorsque les crevettes sont nourries avec de la chair de crabe que lorsqu'elles le sont avec de la chair de Mollusque, ceci étant particulièrement sensible chez des animaux de petite taille (Regnault et Luquet, 1974). Pour *Palaemon*, quatre types de régimes naturels ont été expérimentés auparavant avec des post-larves et à la même température : *Artemia* adultes, d'origine diverse, fraîches ou congelées, hépatopancréas de Patelle et gonade de tourteau ; or, le gain de poids observé au bout de 120 jours était pratiquement le même quel que soit le régime ( $K_{P120}$  variant de 170 à 185), (Campillo, à paraître). Pour des raisons d'ordre pratique, l'hépatopancréas de Patelle a été choisi, dans ce cas, de préférence aux autres régimes.

Les critères retenus pour estimer l'efficacité des différents régimes sont la mortalité, la fréquence de mue et l'accroissement pondéral. Nous avons observé, chez *Palaemon*, que la mortalité est, avec les régimes artificiels, toujours supérieure à celle des témoins, l'écart le plus important étant noté chez les post-larves dans les deux ou trois semaines suivant la métamorphose. Par contre, chez *Crangon*, la mortalité paraît beaucoup moins influencée par la nature du régime que par la température ou la fréquence des mues, puisque le cannibalisme est lié à ce dernier phénomène. La mortalité dans les expériences présentes ne peut donc constituer un critère sûr pour apprécier les régimes testés, pas plus d'ailleurs que la fréquence de mue qui, chez *Crangon*, ne varie pas de façon significative avec l'aliment proposé. Le seul critère de comparaison valable reste donc l'estimation directe de la croissance, soit le gain de poids absolu ou relatif. Il montre alors une supériorité nette du régime naturel sur le régime artificiel (forme sèche ou humide) sauf, sur une période limitée aux 15 premiers jours de l'expérience, dans le cas des post-larves de *Palaemon*. Le plus fort gain de poids en valeur absolue obtenu en deux mois avec les régimes artificiels atteint 64 p. 100 pour *Crangon*, 94 p. 100 et 74 p. 100 pour *Palaemon* (post-larves et juvéniles) du gain de poids des témoins. Il en est de même pour le gain de poids relatif, donc quelle que soit la longueur initiale des crevettes.

Il est intéressant de noter à ce propos une réaction différente de la part des deux espèces étudiées. Chez *Palaemon*, quel que soit le mode de présentation du régime artificiel, l'accroissement pondéral relatif évolue de façon constante tout au long de l'expérience gardant, bien que plus faible, une allure voisine de celle des témoins. Chez *Crangon*, un ralentissement de la croissance apparaît dès le 20<sup>e</sup> jour d'expérience avec les régimes artificiels et même, dans le cas de la forme sèche, à un arrêt de croissance au-delà du 40<sup>e</sup> jour. Il semble donc que *Palaemon* s'adapte plus facilement que *Crangon* à un régime artificiel, en particulier aux granulés secs ; le gain de poids final des deux espèces, d'une part, et la croissance des post-larves avec la pâte humide, identique durant les deux premiers mois à celle obtenue avec l'hépatopancréas de Patelle, d'autre part, confirment cette observation.

Avant d'analyser l'influence du mode de présentation et du mode de séchage du régime artificiel sur la croissance des crevettes, nous tenterons d'expliquer l'écart observé entre régimes artificiels et régimes naturels. Deux hypothèses sont à envisager.

N'ayant pas contrôlé les niveaux d'ingestion, nous pouvons supposer que la consommation est plus faible avec un régime artificiel qu'avec un aliment naturel (différence de consistance, d'appétence, etc.). Des essais de libre choix effectués avec des *Palaemon* à jeun et mis en présence simultanément des deux types d'aliments, ont en effet indiqué un pouvoir attractif plus grand de la part des régimes naturels (Campillo, obs. pers.). De même, le temps de latence entre la distribution de la nourriture et son ingestion est plus important, du moins au début de l'expérience, dans le cas des régimes artificiels. Cependant, le remplissage de l'estomac observé par transparence chez les crevettes recevant un régime artificiel, dès les premiers repas, et la croissance positive de toutes les crevettes durant les 15 premiers jours de l'expérience, montrent que, si une adaptation à ce type d'aliment est nécessaire, elle se fait rapidement.

On peut également avancer l'hypothèse que la formule alimentaire expérimentée ici présente une déficience qualitative ou quantitative. Les régimes utilisés pour ces expériences renferment plus de 50 p. 100 de protéines dont plus de 60 p. 100 sont apportées par de la farine de poisson. Selon Deshimaru et Shigeno (1972) ainsi que Forster et Beard (1973), la farine de poisson, compte tenu de sa faible teneur en acides aminés basiques, est considérée comme étant moins favorable aux crevettes que la farine de Crustacés. Il est un fait, d'après les données de Burkholder et al. (1966) que la farine de crevettes est plus riche en arginine et en valine que le CPSP 80 que nous avons utilisé. Si les besoins qualitatifs en acides aminés de certaines crevettes sont connus (Cowey et Forster, 1971 ; Shewbart et al., 1973), leurs besoins quantitatifs n'ont été envisagés que de façon limitée. Kitabayashi et al. (1971 - III) ont déterminé les besoins en arginine et méthionine de *Peneus japonicus*. Si on tient compte du fait que la farine de Calmar (*Ommastrephes sloani pacificus*), qu'ils supplémentent en arginine et méthionine, renferme elle-même 20 p. 100 d'arginine et 3,2 p. 100 de méthionine (Tanikawa, 1955 et Villadellmar, 1956 in Borgstrom, 1972), la proportion de ces deux acides aminés dans leur régime est finalement très supérieure à celle qu'ils présentent dans notre formule (les taux d'arginine et de méthionine

dans notre régime sont respectivement de 2,99 et 1,46 p. 100 de la matière sèche).

Par ailleurs, Shewbart et al. (1973) montrent, chez *Peneus aztecus*, que l'acide linoléique est plus abondant chez les juvéniles, en période de croissance, que chez les adultes et qu'une addition de cet acide gras, à un taux optimum de 1 à 2 p. 100, au régime de base, élève leur croissance de 14 p. 100. Notre source lipidique est constituée à part égale d'huile de soja et d'huile de foie de morue ; bien que ces dernières soient fortement insaturées, l'apport en acide linoléique ne couvre pas les besoins mentionnés ci-dessus. D'autre part, le taux de cholestérol de notre formule (0,001 p. 100) est très inférieur au taux optimum fixé par Shudo et al. (1971).

Quant à la source glucidique, nos régimes renferment 15 p. 100 d'amidon de maïs, glucide parfaitement assimilable selon Forster et Gabbott (1971). L'apport complémentaire de glucosamine (0,5 p. 100) est susceptible, dans ces proportions, de donner une croissance optimale (Kitabayashi et al., 1971 - I).

Il semble ainsi que la déficience de notre formule alimentaire se limite à certains acides aminés et acides gras.

Ayant envisagé les raisons susceptibles de justifier la différence de croissance observée entre les régimes artificiels et les régimes naturels, remarquons cependant que cette différence reste de même ordre et est même plus faible que celle observée habituellement. Elle est en effet de 28 p. 100 chez les *Peneus japonicus* (Kanazawa et al., 1970), de 40 p. 100 chez les juvéniles de *Palaemon serratus* (Forster et Beard, 1973), de 23 à 50 p. 100 chez *Crangon septemspinosa* (Wilcox, 1972).

Le mode de présentation du régime artificiel, sous forme humide ou sèche, a une influence nette sur la croissance globale des deux espèces de crevettes. Cette influence se manifeste à la fois sur leur taux de mortalité et sur leur gain de poids.

En ce qui concerne la survie, elle est plus grande avec la pâte humide qu'avec les granulés, aussi bien pour *Crangon* que pour les post-larves de *Palaemon* et cela dès le début de l'expérience ; cependant, dans le cas des *Palaemon* juvéniles, cette survie est légèrement plus élevée avec les granulés, mais l'écart entre les deux régimes n'est que de 5 p. 100 au bout de 68 jours. Quant à l'accroissement pondéral, il est toujours supérieur à celui observé avec la forme sèche lorsque l'aliment est sous forme humide : la différence étant de 18 p. 100 pour *Crangon*, de 23 p. 100 (post-larves) et de 11 p. 100 (juvéniles) pour *Palaemon*.

Kitabayashi et al. (1971-V) remarquent qu'un même régime donne une croissance plus élevée lorsqu'il est distribué sous forme de pâte que sous forme de granulés. De même, Forster (1972) montre que la croissance de jeunes *Palaemon* varie selon le mode de présentation du régime artificiel, le gain de poids obtenu avec les granulés étant inférieur de 16 p. 100 au gain de poids obtenu avec des gelées ou des pâtes. Cet auteur attribue ce phénomène, en partie, à la dénaturation de l'aliment au cours de son séchage. Or, la deuxième partie de notre expérience n'a pas montré de différences sensibles dans les résultats obtenus avec les aliments séchés à l'étuve et les aliments



lyophilisés. Il semble donc, dans le cas présent, que le séchage à l'étuve n'altère pas plus la qualité de l'aliment que la lyophilisation. Wilcox (1972) signale que des aliments naturels traités (séchés ou lyophilisés puis remis sous forme de pâte humide congelée à l'aide d'un liant) donnent une croissance inférieure de 23 à 50 p. 100 à celle obtenue avec les mêmes aliments distribués frais, ce qu'il attribue à une perte de leur valeur attractive. De même, Forster et Beard (1973) montrent que de la gonade de moule réduite en poudre (après séchage à l'étuve ou lyophilisation) puis remise sous forme de granulés, perd de ce fait une partie de sa valeur nutritive, perte vraisemblablement liée au changement de texture de l'aliment.

En fait, il semble que les propriétés des aliments lyophilisés dépendent de la matière première soumise à ce traitement. Ainsi, la croissance de jeunes *Palaemon* est meilleure avec de la moule lyophilisée qu'avec de la moule fraîche non traitée, alors que le résultat inverse est obtenu avec de la gonade de crabe (Campillo, à paraître).

La supériorité de la formule humide sur la formule sèche peut être liée à sa tenue à l'eau qui est plus grande que celle des granulés. La pâte humide congelée peut rester 24 heures à 20 °C dans les bacs avec les crevettes sans se désagréger, alors que les granulés se délitent beaucoup plus rapidement. Ce facteur pourrait intervenir dans le cas de *Crangon* car, une fois émietté, l'aliment artificiel passe au travers du filet constituant le fond des casiers d'élevage, ce qui diminue le temps de présence de l'aliment avec les crevettes. Mais, dans le cas de *Palaemon*, en raison du dispositif expérimental utilisé et du fait que la nourriture est disponible 24 h sur 24, la réduction du temps de présence de l'aliment avec les crevettes n'intervient pas. Par contre, la perte possible d'éléments hydrosolubles (oligoéléments, vitamines) peut être invoquée dans les deux cas.

Comme nous l'avons signalé précédemment, on peut supposer aussi que la différence entre les deux régimes est liée aux niveaux d'ingestion. Sick et al. (1973) observent que la croissance de *Peneus setiferus* est directement proportionnelle à la quantité de nourriture ingérée, jusqu'à un optimum de 10 p. 100 de la biomasse des crevettes. Pour *Peneus japonicus* néanmoins, Deshimaru et Shigeno (1972) fixent le taux optimal de la quantité ingérée à 2 ou 4 p. 100 de la biomasse. Dans les deux cas, la relation entre le gain de poids et les niveaux d'ingestion reste cependant évidente.

La quantité de nourriture ingérée pourrait dépendre, dans une certaine mesure, de la structure des pièces buccales et de leur degré d'adaptation à l'aliment proposé. Mais les deux espèces étudiées ici sont connues pour avoir un régime naturel de consistance variée. Par ailleurs, quelques heures dans l'eau suffisent pour ramollir les granulés et faciliter leur consommation. Un point mérite cependant d'être signalé : étant donné que la digestion mécanique est assurée chez les Caridae essentiellement par les pièces buccales, à défaut de moulin gastrique, un aliment à texture grossière peut nécessiter une mastication prolongée entraînant ainsi une dépense d'énergie supplémentaire.

Plus peut-être que la texture de l'aliment, son degré d'hydratation peut intervenir, en particulier au niveau stomacal. Forster (1972)

suggère que l'action des enzymes digestives dépend du degré d'humidification de l'aliment : un aliment sec est moins facilement enrobé par les sucs digestifs et nécessite plus de temps pour être réduit en particules très fines susceptibles d'être ensuite absorbées au niveau hépatopancréatique. L'auteur fait remarquer, à juste titre, que ce problème est spécifique des Caridae, les Peneidae pouvant s'accommoder plus facilement d'un régime présenté sous forme sèche.

Enfin, un rôle propre à l'eau douce ainsi apportée avec les régimes artificiels, dans les conditions d'hypotonicité des Crustacés, n'est pas à exclure bien que Forster et Beard (1973) mentionnent une croissance supérieure de 10 p. 100 dans le cas de régimes où le liant est dissous dans l'eau de mer.

## CONCLUSION

Les observations effectuées, sur une période égale ou supérieure à deux mois, chez des *Crangon crangon* et des *Palaemon serratus* nourris avec un régime artificiel dont le mode de présentation varie, montrent que le degré d'hydratation de l'aliment influe directement sur la croissance des crevettes. Par contre, le mode de séchage de l'aliment (à l'étuve ou par lyophilisation) n'a pas d'effet sensible sur celle-ci.

La croissance plus faible observée avec la forme sèche (granulés) par rapport à la forme humide (pâte congelée) peut résulter d'un accroissement des dépenses énergétiques lié, soit à la mastication prolongée, soit à la réimbibition au niveau stomacal, soit encore à la régulation osmotique correspondant à ce type d'aliment. Le rôle respectif de ces différents facteurs reste à envisager.

Par ailleurs, les régimes artificiels étant moins favorables que les régimes naturels à la croissance des crevettes, il semble utile d'accroître leur appétence afin d'élever les niveaux d'ingestion.

Enfin, la composition du régime artificiel pourra sans doute être améliorée lorsque nous connaîtrons de façon plus complète les besoins nutritionnels des deux crevettes étudiées. Dès à présent, une supplémentation en arginine et méthionine d'une part, en acide linoléique et cholestérol d'autre part, paraît souhaitable.

## Summary

*Crangon crangon* and *Palaemon serratus* have been reared for two or three months at 20°C. The shrimps were fed on an artificial diet presented either in a dry form (pellets) or hydrated one (pastes). The survival and weight increase of the shrimps are much better with the pastes. However, the different processes for drying the food had no sensible effect on shrimp growth.

The hydration level of the diet may have an influence on the ingestion rate and increase the expenditure of energy. Furthermore, a formulation for a diet more adapted to the nutritional needs of these shrimps is suggested.

## Zusammenfassung

*Crangon crangon* und *Palaemon serratus* wurden während zwei oder drei Monate mit bünstlichen Futter entweder trocken (pelletiert) oder nass (Brei) bei einer Temperatur von 20°C auf gezogen. Die Zahl der überlebenden Tieren und die Gewichtszunahme der Garnelen sind erheblich höher mit dem Nassfutter. Die Trocknungsart des Futters übt keine bedeutende Wirkung auf das Wachstum.

Der Einfluss des Hydrierungsgrades des künstlichen Futters auf die Höhe der Einnahme und den Energieverbrauch wurde in Betracht genommen. Zum Schluss wurde ein Futterrezept vorgeschlagen, das dem Ernährungsbedarf der Garnelen mehr eingegeben ist.

## Resumen

*Crangon crangon* y *Palaemon serratus* han sido criadas a la temperatura de 20°C mientras dos o tres meses, con un regimen artificial presentado de dos maneras: seco (granuladas) y humedo (pasta). La sobrevivencia y la ganancia de peso es realmente superior con el regimen humedo. De ninguna manera, el modo de secamiento del alimento tiene efecto sensible sobre el crecimiento.

La influencia del grado de hydratación del regimen artificial sobre los niveles de ingestion y las depensas energeticas, han sido consideradas. Al fin de dar una mejor repuesta a las faltas de los crustaceos, hemos cambiado la composición del regimen artificial.

## INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- AYUKAWA, Y., NABUSB, U., ITOH, T. et MIYAKAWA, T., 1972. — Artificial shrimp feed. *U.S. Patent Office*, 3.671.261.
- BORGSTROM, G., 1972. — Shellfish Protein- Nutritive aspect, pp. 115-147, in : Fish as food, vol. II, edit. Borgstrom. Acad. Press. N.Y. London.
- BURKHOLDER, p.R., BURKHOLDER, L.M. et CENTENO, p., 1966. — Nutritive values of shrimp flour. *Nature, London*, 211, pp. 860-861.
- CAMPILLO, A. et LUQUET, p., 1975. — Influence du taux de protéines sur la croissance de *Palaemon serratus* élevé depuis la post-larve jusqu'au 8<sup>e</sup> mois. *Rev. Trav. ISTPM (à paraître)*.
- COWEY, C.B. et FORSTER, J.R.M., 1971. — The essential amino-acid requirements of the prawn *Palaemon serratus*. The growth of prawn on diets containing proteins of different amino- acid compositions. *Mar. Biol.*, 10 (1), pp. 77-81.
- DESHIMARU, o. et SHIGENO, K., 1972. — Introduction to the artificial diet for prawn *Penaeus japonicus*. *Aquaculture*, 1 (1), pp. 115-133.
- FORSTER, J.R.M. et GABBOTT, p.A., 1971. — The assimilation of nutrients from compounded diets by the prawns *Palaemon serratus* and *Pandalus platyceros*. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 51, pp. 943-961.
- FORSTEB, J.R.M., 1972. — Some methods of binding prawn diets and their effects on growth and assimilation. *J. Cons. int. Expl. Mer*, 34 (2), pp. 200-216.
- FORSTER, J.R.M. et BEARD, T.w., 1973. — Growth experiments with the prawn *Palaemon serratus* Pennant fed with fresh and compounded foods. *Fishery Investig.*, Ser. II, 27 (7), pp. 1-16.
- HALVER, J.E., 1969. — Vitamin requirements. In: Fish in Research, edit. O.W. Neuhaus et J.E. Halver, New York-London Acad. Press, pp. 209-232.
- HUGGINS, A.K. et MUNDAY, K.A., 1968. — Crustacean metabolism. *Adv. comp. Physiol. Biochem.*, 3, pp. 271-379.
- KANAZAWA, A., SHIMAYA, M., KAWASAKI, M. et KASHIWADA, K., 1970. — Nutritional requirements of prawn. I. Feeding on artificial diet. *Bull. Jap. Soc. scient. Fish.*, 36 (9), pp. 949-954.
- KITABAYASHI, K., KURATA, H., SHUDO, K., NAKAMURA, K. et ISHIKAWA, S., 1971 — Studies on formula feed for Kuruma Prawn. I. On the relationship among glucose, phosphorus and calcium. *Bull. Tokai reg. Fish. Res. Lab.*, 65, pp. 91-107.

- KITABAYASHI, K., SHUDO, K., NAKAMURA, K. et ISHIKAWA, S., 1971. — Studies on formula feed for Kuruma Prawn. III. On the growth promoting effects of both arginine and methionine. *Dull. Tokai reg. Fish. Res. Lab.*, 65, pp. 119-127.
- KITABAYASHI, K., SHUDO, K., NAKAMURA, K. et ISHIKAWA, S., 1971. — Studies on formula feed for Kuruma Prawn. V. On the growth promoting effects of protein level in a diet and re-examination of ingredients used. *Bull. Tokai reg. Fish. Res. Lab.*, 65, pp. 139-147.
- LOVE, T.D. et THOMPSON, M.H., 1965. — The composition and nutritive value of fish and shellfish. *Bur. commerc. Fish. techn. Lab., Fish. Circ.* Pascagoula, Miss., 151, pp. 7-10.
- LUQUET, p., 1971. — Efficacité des protéines en relation avec leur taux d'incorporation dans l'alimentation de la truite arc-en-ciel. *Ann. Hydrobiol.*, 2 (2), pp. 175-186.
- MEYERS, s.p., AVAULT, J.w., RHEE, J.s. et BUTLER, D., 1970. — Development of rations for economically important aquatic and marine invertebrates. *Louisiana St. Univ. Coastal Stud. Bull.*, Special Sea Grant Issue, 5, pp. 157-172.
- PROVASOLI, L. et D'AGOSTINO, A., 1969. — Development of artificial media for *Artemia salina*. *Bull. mar. biol. Lab., Woods Hole*, 136 (3), pp. 434-453.
- REGNAULT, M. et LUQUET, p., 1974. — Besoins en protéines de la crevette grise *Crangon crangon* L. au cours de sa croissance. *Ann. Nutr. Aliment.*, 28, 6.
- SHEWBART, K.L., MIER, w.L. et LUDWIG, P.D., 1973. — Nutritional requirements of brown shrimp *Penaeus aztecus*. *Texas A. and M. University. Sea Grant Program. TAMU-SG-73-205*, pp. 1-53.
- SHUDO, K., NAKAMURA, K., ISHIKAWA, s. et KITABAYASHI, K., 1971. — Studies on formula feed for Kuruma Prawn. IV. On the growth-promoting effects of both squid liver oil and cholesterol. *Bull. Tokai reg. Fish. Res. Lab.*, 65, pp. 129-137.
- SICK, L.V., ANDREWS, J.W. et WHITE, D.B., 1972. — Preliminary studies of selected environmental and nutritional requirements for the culture of Penaeid shrimp. *Fishery Bull.*, 70 (1), pp. 101-109.
- SICK, L.V., WHITE, D.B. et BAPTIST, G., 1973. — The effect of duration of feeding, amount of food, light intensity and animal size on rate of ingestion of pelleted food by juvenile penaeid shrimp. *Progr. Fish. Culturist*, 35 (1), pp. 22-26.
- TESHIMA, s. et KANAZAWA, A., 1971. — Biosynthesis of sterols in the lobster *Panulirus japonicus*, the prawn *Penaeus japonicus* and the crab *Portunus trituberculatus*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 38B, pp. 597-602.
- VAN DEN OORD, A., 1964. — The absence of cholesterol synthesis in the crab, *Cancer pagurus* L. *Comp. Biochem. Physiol.*, 13, pp. 461-467.
- WILCOX, J.R., 1972. — The feeding habit of the sand shrimp *Crangon septemspinosa*. Univ. Rhode Island Library. Ph. D. Thesis, 135 pp.
- ZANDEE, D.I., 1967. — Absence of cholesterol synthesis as contrasted with the presence of fatty acid synthesis in some arthropods. *Comp. Biochem. Physiol.*, 20, pp. 811-822.