

3rd Meeting of the I.C.E.S. Working Group on Mariculture, Brest, France, May 10-13, 1977.
Actes de Colloques du C.N.E.X.O., 4 : 157-178.

OBSERVATIONS SUR LA MATURATION ET LA REPRODUCTION EN CAPTIVITE DES CREVETTES PENEIDES EN MILIEU TROPICAL.

par
AQUACOP⁺

Centre Océanologique du Pacifique, B.P. 7004, Taravao, Tahiti.

RESUME.

— Le développement des élevages de crevettes Pénéidés est actuellement limité par les problèmes que pose l'obtention en routine de la reproduction en captivité. En Polynésie où aucune espèce d'intérêt commercial ne se trouve à l'état naturel, cette obtention était un préalable nécessaire. Les observations effectuées au Centre Océanologique du Pacifique du CNEXO ont porté sur 6 espèces du genre *Penaeus* (*P. merguensis*, *P. aztecus*, *P. japonicus*, *P. monodon*, *P. vannamei* et *P. stylirostris*) élevées et maintenues dans des bacs extérieurs de 12 m² en circulation ouverte.

Avec des températures variant de 25 à 32°, une salinité de 35‰ et un pH voisin de 8,2, maturations et pontes s'observent toute l'année et plusieurs générations ont été obtenues : *P. merguensis*, F7 ; *P. aztecus* et *P. japonicus*, F3 ; *P. monodon*, F2 ; *P. stylirostris* et *P. vannamei*, F1. Pour *P. aztecus* et *P. monodon*, la maturation est induite par épédon-culation unilatérale.

Le comportement des animaux, la copulation et les signes extérieurs du développement des ovaires sont décrits. Les facteurs qui paraissent essentiels au bon déroulement du processus de maturation sont la température, l'éclaircissement, l'alimentation et l'état de santé des animaux. —

Quoique la viabilité des oeufs ne soit pas encore toujours satisfaisante, il apparaît qu'il sera possible dans un proche avenir de soutenir un élevage de type commercial à partir de reproducteurs maintenus en captivité.

ABSTRACT.

— The present development of Penaeid shrimp culture is limited by the problem set by the routine obtainment of reproduction in captivity. In Polynesia where no species of commercial interest is found naturally, this obtainment is a necessary prerequisite. The observations at the Centre Océanologique du Pacifique of CNEXO were made on 6 species of the genus *Penaeus* (*P. merguensis*, *P. aztecus*, *P. japonicus*, *P. monodon*, *P. vannamei* and *P. stylirostris*) raised and maintained in 12 m² outdoor tanks.

At temperatures between 25 and 32°, a salinity of 35‰ and a pH of 8.2, maturations and spawnings are seen throughout the year and several generations were obtained : *P. merguensis*, F7 ; *P. aztecus* and *P. japonicus*, F3 ; *P. monodon*, F2 ; *P. stylirostris* and *P. vannamei*, F1. For *P. aztecus* and *P. monodon* maturation is induced by unilateral eyestalk ablation.

The animals' behavior, copulation and external signs of ovarian development are described. The factors which seem essential to the proper progress of maturation are the temperature, the light intensity, the food and the state of health of the animals. —

Although the viability of the eggs is not always satisfying yet, it seems that it will be possible in the near future to sustain a commercial operation depending only on captive brood stock.

+ AQUACOP, équipe d'aquaculture du C.O.P.

- Algues et mollusques : J.L. Martin, O. Millous, Y. Normant, J. Moriceau, D. Carlson, D. Gillet.
- Nutrition : G. Cuzon, A. Febvre, J. Melard, L. Mu, C. de la Pomelie, G. Fagnoni, J. Gatesoupe, P. Vilmorin.
- Contrôle et traitement de l'eau : J. Calvas, H. Bouchard, B. Couteaux.
- Pathologie : J.F. Le Bitoux, J. Robin.
- Elevage de crustacés et poissons : J.M. Griessinger, P. Hatt, M. Jarillo, F. Fallourd, T. Orth, J.P. Landret, O. Avalle, D. Amaru, A. Bennet, V. Vanaa, J. Mazurié, G. Poullaouec, D. Lacroix, B. Aufaivre, X. Sandrin, J. Goguenheim, S. Robert.
- Technologie : J.F. Virmaux.
- Responsable de l'équipe : A. Michel.

INTRODUCTION.

Les élevages de crevettes de mer Pénéidés ont connu un essor important dans les dix dernières années. Toutefois, leur rentabilité n'est démontrée que dans des conditions d'aquaculture traditionnelle extensive où les crevettes ne constituent souvent qu'un apport secondaire, comme aux Philippines (VILLALUZ, 1972) ou encore au Japon, où la vente sur le marché d'animaux vivants (SHIGUENO, 1975) bénéficie de cours très élevés.

Si les techniques d'élevage larvaire et de grossissement sur aliments frais ou composés sont actuellement suffisamment au point pour supporter des opérations commerciales, l'approvisionnement en femelles prêtes à pondre reste le facteur limitant. Tous les élevages actuels reposent encore sur la capture en mer de ces femelles (Japon - USA - Taïwan - Philippines - Thaïlande) ou encore de post-larves (Philippines). Ces solutions présentent des inconvénients majeurs :

- difficulté de s'approvisionner toute l'année, car la saison de ponte naturelle ne dure souvent que quelques mois ;

- obligation d'entretenir un bateau et un équipage possédant une connaissance précise des lieux de pêche, ce qui grève lourdement le coût de production de la post-larve ;

- restriction géographique des élevages aux seuls lieux où les stocks naturels sont suffisants et obligation d'élever les espèces indigènes ; l'approvisionnement en post-larves à partir d'écloseries éloignées présente des aléas et se révèle être un handicap sérieux pour une opération de type commercial.

Pour ces raisons, de nombreux chercheurs ont tenté d'obtenir le cycle complet en captivité de façon à disposer à volonté du nombre de reproducteurs nécessaires à la production de post-larves.

MOCK (1971) signale que FUJINAGA a obtenu plusieurs générations de *P. japonicus* mais aucun détail quant à la méthode employée n'a été précisé. SHOKITA (1970) observe la ponte et le développement d'oeufs de *P. latisulcatus* élevées en aquarium. IDYLL (1971) provoque la maturation de *P. duorarum* par double épédonculation, sans toutefois obtenir de ponte. LIAO (1973) constate la maturation en captivité de *P. penicillatus* et *P. monodon* mais les oeufs obtenus ne sont pas viables. CAILLOUET (1973) observe la maturation de *P. duorarum* après épédonculation et MOORE *et al.* (1974) récoltent des oeufs viables de *P. californiensis* ayant mûri et pondu en captivité. AQUACOP (1975) obtient en routine des maturations et des pontes de *P. merguensis* élevées dans des bassins à fond de sable et atteint en 6 mois la deuxième génération ; dans les mêmes conditions d'élevage, quelques pontes de *P. japonicus*, *M. ensis* et *P. aztecus* donnant des oeufs viables ont été enregistrées ; pour *P. aztecus*, la maturation doit être induite par écrasement d'un pédoncule oculaire. ARNSTEIN et BEARD (1975) après épédonculation unilatérale chez *P. orientalis*, *P. monodon* et *P. occidentalis* obtiennent la maturation et la ponte, mais les oeufs non fécondés ne se développent pas. CAUBERE *et al.* (1976) obtiennent des maturations et quelques pontes de *P. japonicus* après manipulation de la photopériode et de la thermopériode. Ces travaux repris par LAUBIER-BONICHON et LAUBIER (1976)

.../...

aboutissent, dans des conditions de reproductibilité, à de nombreuses pontes d'oeufs viables. L'équipe du SEAFDEC (1976) et AQUACOP (1977) obtiennent la reproduction de *P. monodon* après épédonculation unilatérale. HANSON *et al.* (1976) signalent des résultats analogues pour *P. vannamei* et *P. stylirostris* ainsi que NEAL (1976) pour *P. aztecus*.

En Polynésie où aucune espèce d'intérêt commercial n'existe, l'obtention de la reproduction en captivité était un préalable nécessaire à tout développement d'importance. Ce texte présente les observations faites et les résultats obtenus de 1974 à 1977 sur 6 espèces du genre *Penaeus* : *P. merguensis* de Man, *P. aztecus* Ives, *P. japonicus* Bate, *P. monodon* Fabricius, *P. vannamei* Boone et *P. stylirostris*. Les données récentes d'autres auteurs sont discutées au vu de ces résultats.

MATERIEL ET METHODES.

Le stock initial a été constitué en Polynésie à partir de post-larves (*P. aztecus* : laboratoire NMFS de Galveston, 1973 ; *P. japonicus* : écloserie Fujinaga, Japon, 1973 ; *P. vannamei* et *P. stylirostris* : écloseries de Crystal River et de Vera Cruz de Ralston Purina, 1975), de juvéniles de 3 à 6 g (*P. merguensis*, capturés dans la mangrove de Nouvelle-Calédonie, 1973) ou encore d'adultes de 20 à 100 g (*P. monodon*, capturés dans la mangrove des Iles Fidji et de Nouvelle-Calédonie, 1975 et 1976). Ces animaux ont été transportés par avion en eau de mer dans des sacs polyéthylène gonflés à l'oxygène. Les adultes étaient préalablement emprisonnés dans un étui plastique grillagé, ce qui évite les flexions brutales de l'abdomen qui conduisent souvent à des lésions musculaires irréversibles. Toutes les crevettes utilisées par la suite sont nées en captivité au C.O.P.

L'eau d'élevage pompée dans le lagon à 5 mètres de profondeur présente au cours de l'année les caractéristiques suivantes : salinité 35‰ - température 26° à 28,5° - pH 8,2. Cette eau est très claire du fait d'une charge faible en matière organique et inorganique. Dans les enceintes d'élevage, la température varie de 25,5° en saison froide à 30° en saison chaude. L'amplitude diurne est de l'ordre de 2 à 4°. Le pH ne varie pas sensiblement (8,15 à 8,35) et l'oxygène dissous est toujours proche de la saturation. La salinité reste constante, des évacuations de surface permettant la sortie rapide de la pellicule d'eau douce après de fortes pluies.

Les crevettes sont maintenues dans différents types de bacs et bassins. Les bacs les plus utilisés sont des bacs circulaires de 12 m² construits en feuilles de polyester armé de fibre de verre (1 mm d'épaisseur) et possédant un fond de sable drainé ; l'eau circule en permanence à travers le sédiment de bas en haut (figure 1a) ; l'évacuation se fait par un filtre central ; le sédiment est constitué de sable corallien de granulométrie moyenne ou de sable de rivière noir de granulométrie fine ou encore d'un mélange des deux ; le taux de renouvellement quotidien de l'eau est de l'ordre de 200 à 300 %. Une circulation secondaire (figure 1 b) permet un nettoyage aisé des bacs.

.../...

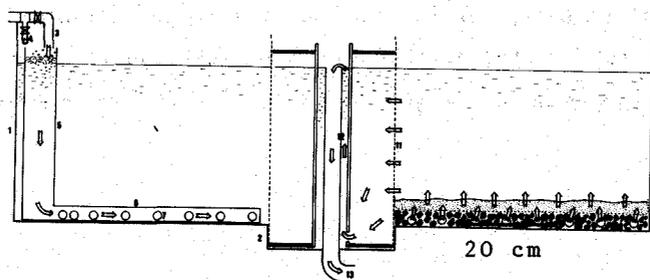


FIGURE 1 a : Coupe du bac d'élevage de 12 m² - 1-2. côtés et fonds en feuille de polyester - 3. arrivée d'eau principale - 4. arrivée d'eau secondaire - 5. tuyau vertical d'arrivée d'eau - 6. distribution de l'eau vers les drains - 7. drains semi rigides (50 mm) - 8. graviers - 9. toile de maille 1 mm - 10. sable - 11. filtre cylindrique - 12. tuyau d'évacuation.

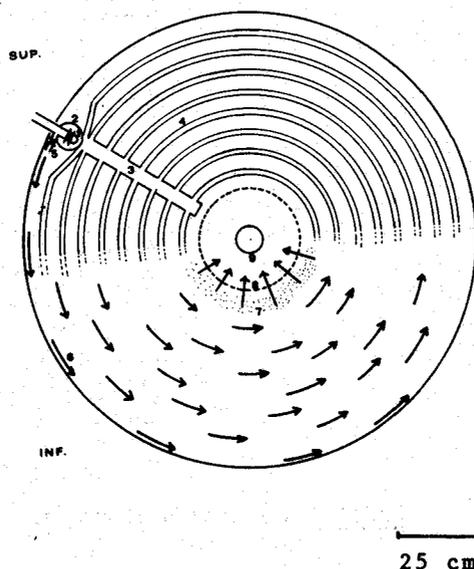


FIGURE 1 b : Bac d'élevage vue de dessus - partie supérieure : position des drains ; partie inférieure : circulation secondaire de l'eau pour nettoyage du bac. 1. arrivée d'eau principale - 2. tuyau vertical d'arrivée d'eau - 3. distribution de l'eau vers les drains - 4. drains - 5. arrivée d'eau secondaire - 6. circulation secondaire de l'eau - 7. débris rassemblés au centre - 8. filtre.

Des bacs de 1 à 2 m² sont utilisés pour suivre régulièrement des animaux en cours de maturation et plus spécialement en fin de maturation ; les conditions sont identiques à celles des bacs précédents.

Enfin, quelques observations concernent des bassins de 400 à 1 200 m² avec fond drainé ou de corail compacté ; le taux de renouvellement de l'ordre de 10 à 30 % permet au phytoplancton de se développer, ce qui produit un ombrage naturel.

Les bacs de petits volumes (1 à 12 m²) sont ombrés artificiellement par des toiles utilisées en agriculture et qui laissent passer un certain pourcentage de la lumière incidente, 30 % et 10 % suivant les modèles. Certains bacs ont été maintenus à l'obscurité totale.

.../...

Les crevettes sont nourries sur aliments composés ; plusieurs formulations avec des teneurs en protéines différentes ont été employées (tableau 1). En fin de maturation, les animaux isolés dans des bacs de 2 m² reçoivent en plus de la chair de troca frais (*Trocaniloticus*).

<u>Aliment composé japonais type Shigueno K 25</u> commercialisé par : KYOWA HAKKO KOGYO CO., LTD	<u>Aliment composé : 76.1.1.0</u> (fabriqué au C.O.P.)
Protéines : 60 % minimum	Protéines : 55 %
Lipides : 5 %	Lipides : 7 %
Cendres : 13 %	Cendres : 19 %
Ingrédients : Farine de calmar Farine de mysidacée Farine de poisson Levure sur alcanes Tourteau de soja Boue activée Gluten Amidon Vitamines Minéraux	Ingrédients : Farine de crevette Farine de poisson Concentré protéique soluble de poisson Spiruline atomisée Levure de bière Tourteau de soja Gluten de blé Huile de foie de morue Vitamines Minéraux
<u>Aliment composé : 45.1.1.0</u> (fabriqué au C.O.P.)	<u>Aliment composé : MOTOP</u> (fabriqué au C.O.P.)
Protéines : 38 %	Protéines : 47 %
Lipides : 5,5 %	Lipides : 9 %
Cendres : 9 %	Cendres : 11 %
Ingrédients : Farine de poisson Farine de crevette Farine de sang Concentré protéique soluble de poisson Tourteau de soja Tourteau d'arachide Riz blanc poli Blé entier Germe de blé Huile de foie de morue Vitamines Minéraux	Ingrédients : Farine de crevette Farine de poisson Levure sur alcanes Tourteau de soja Tourteau de coprah Lait écrémé Maïs Gluten de blé Huile de foie de morue Vitamines Minéraux

TABLEAU 1 : *Aliments composés.*

Les bacs de 12 m² contiennent entre 40 et 100 individus, soit 3,3 à 8,3 ind/m² ; le sex ratio est de 1/1. Les animaux ont en général entre 6 et 24 mois, ce qui correspond à des poids de 6 à 30 g pour *P. merguensis*, de 45 à 140 g pour *P. monodon*, de 20 à 45 g pour *P. vannamei*, de 50 à 70 g pour *P. stylirostris*, de 15 à 50 g pour *P. japonicus* et de 15 à 30 g pour *P. aztecus*.

Pour *P. aztecus* et *P. monodon*, la maturation doit être déclenchée par épédonculation. L'opération consiste en une énucléation unilatérale par pincement, sans sectionnement du pédoncule oculaire. Le globe de l'oeil est vidé de son contenu par pression progressive entre le pouce et l'index de l'opérateur de la zone de raccordement oeil-pédoncule.

La ponte ayant toujours lieu la nuit entre 20 h et 1 h, les crevettes sont observées le soir :

- avant le coucher du soleil, pour les espèces dont la carapace est suffisamment transparente pour autoriser un examen visuel de l'état de la gonade (*P. merguensis*,

.../...

P. varnamei et *P. stylirostris*). Cet examen est effectué de l'extérieur à travers la couche d'eau pour les bacs maintenus en eau claire, par plongée dans les grands bassins ;

- à la tombée de la nuit au moyen d'une lampe étanche dont le faisceau est dirigé perpendiculairement à l'abdomen pour apprécier l'opacification de la gonade dans le cas de *P. monodon* dont la carapace est très pigmentée ou encore pour *P. japonicus* et *P. aztecus* qui ne sortent du sédiment qu'à la nuit. L'état de maturation s'apprécie à la largeur, à la couleur et à la texture de la gonade. Les femelles en fin de maturation sont prélevées et examinées à la jointure du thorax et de l'abdomen.

Les individus prêts à pondre sont placés dans un bac de ponte de 500 litres à fond conique (AQUACOP, 1975). Plusieurs femelles peuvent être mises à pondre en même temps. Le lendemain matin, les oeufs sont examinés à la loupe binoculaire pour déterminer le pourcentage de fécondation et apprécier l'état de développement des nauplii avant l'éclosion.

L'ensemble des observations a porté sur quelques milliers d'individus de *P. merguensis*, quelques centaines de *P. monodon*, *P. aztecus*, *P. varnamei*, *P. japonicus* et quelques dizaines de *P. stylirostris*.

RESULTATS.

Toutes les espèces se sont bien adaptées aux types de bacs et bassins employés ; les animaux muent régulièrement et aucun cannibalisme n'est observé. Toutefois, le comportement vis-à-vis du sédiment et la résistance aux maladies varient largement d'une espèce à l'autre.

P. japonicus s'enfouit complètement et profondément pendant la journée dans les fonds de sable alors qu'elle ne supporte pas les fonds de terre ; elle n'est active que de nuit. Sa sensibilité à diverses maladies est grande : branchies noires (*Fusarium*), pleures blancs (Vibriose) (AQUACOP, 1977 b). Il est donc difficile dans ce contexte de maintenir des animaux toujours en bonne santé.

P. aztecus s'enfouit plus superficiellement et généralement les yeux sont apparents à la surface du sédiment ; cette espèce est également très sensible à la maladie des pleures blancs qui se produit cycliquement, détruisant chaque fois une partie du stock.

P. merguensis s'enfouit rarement sauf dans la vase et présente une activité importante de nuit et de jour ; elle est aussi sensible à la maladie des pleures blancs et présente régulièrement un pourcentage important d'individus avec un abdomen flasque et blanchâtre (cause inconnue).

P. monodon s'enfouit quelquefois à demi, mais repose le plus souvent sur le sédiment ; cette espèce est peu active de jour comme de nuit et très peu sensible aux maladies.

P. vannamei s'enfouit très rarement dans les fonds de sable, plus fréquemment dans les fonds de terre. Elle est aussi très résistante aux maladies.

P. stylirostris ne s'enfouit pas et nage activement même de jour ; un pourcentage élevé d'individus présente des abdomens déformés.

P. monodon, *P. vannamei* et *P. stylirostris* sont les 3 espèces qui se sont le mieux acclimatées au contexte de Tahiti, particulièrement aux fonds de bassin en terre ou de corail compacté et à la température élevée. Elles peuvent en outre être élevées dans des bassins sans sédiment.

L'apparition des caractères sexuels se fait très rapidement chez les différentes espèces et l'examen visuel permet généralement, dès 2 à 3 g de distinguer mâles et femelles. Chez les mâles, les spermatophores sont clairement visibles dès 4 à 5 g pour *P. merguensis*, à partir de 10 à 15 g pour les autres espèces. Il reste à savoir à quel moment ils deviennent réellement fonctionnels.

Le poids lors de la première maturation ovarienne varie suivant les espèces ; il est de 6 g pour *P. merguensis*, de 25 g pour *P. japonicus* et de 35 à 50 g pour *P. vannamei* et *P. stylirostris*. Après épédonculation, la maturation est plus précoce : 15 g pour *P. aztecus*, 45 g pour *P. monodon* (90 g en moyenne dans le milieu naturel), 20 g pour *P. vannamei*.

Chaque espèce présente une évolution des ovaires différente, quant à la taille, à la forme et à la couleur mais ces critères peuvent aussi varier dans une certaine mesure, d'un individu à l'autre. Cette évolution suivie sur des animaux vivants permet de distinguer 5 stades selon les signes extérieurs :

- stade 0 : gonade peu visible à l'état de fil sans turgescence ;
- stade 1 : gonade élargie, transparente, d'aspect blanchâtre, sans opacification ;
- stade 2 : élargissement important et développement de la couleur : vert pâle pour *P. merguensis*, *P. monodon*, *P. aztecus*, jaune pour *P. japonicus*, *P. vannamei* et *P. stylirostris* ; début d'opacification visible par transparence ;
- stade 3 : intensification des critères précédents ;
- stade 4 : quelques heures avant la ponte, l'ovaire prend un aspect vert pâle ou foncé pour *P. merguensis* et *P. monodon*, vert pâle pour *P. japonicus* (quelquefois rougeâtre) et *P. aztecus*, brun doré pour *P. vannamei* et *P. stylirostris*. La forme elle-même varie : on note un élargissement important avec renflement dans le premier segment thoracique et quelquefois un éclatement partiel de la gonade pour *P. merguensis* et *P. monodon*, moindre pour *P. japonicus* et *P. aztecus*. Pour *P. vannamei* et *P. stylirostris*, au contraire, l'ovaire présente une constriction importante dans le premier segment abdominal (figure 2).
- stade 5 : femelles ayant pondu, ovaire légèrement turgescence et quelquefois rougeâtre.

.../...

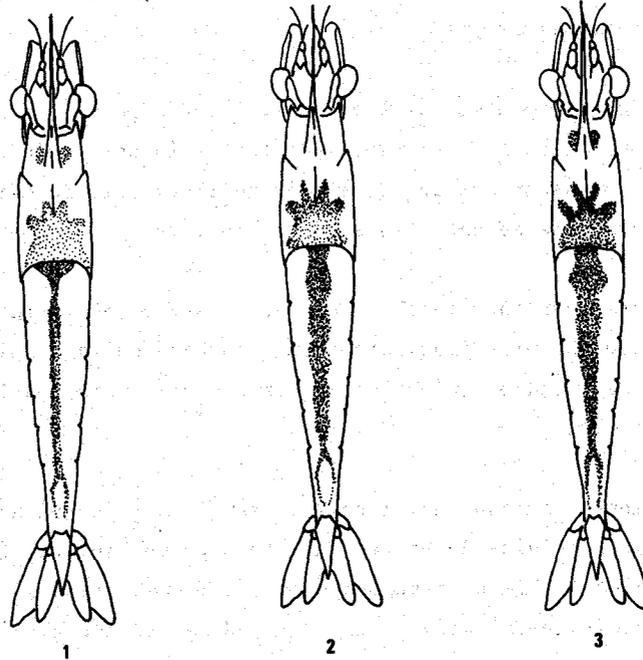


FIGURE 2 : Aspect schématique des ovaires vu par transparence juste avant la ponte.
1. *P. varnamei* et *P. stylirostris* - 2. *P. japonicus* - 3. *P. merguensis* et *P. monodon*.

Cette classification correspond à celle généralement utilisée pour caractériser les stades ovariens des femelles pêchées dans le milieu naturel à partir du diamètre des ovules (TUMA, 1966). La durée de la maturation est très variable suivant les individus. Elle peut être brève ou s'étaler sur plus d'une dizaine de jours. Elle est d'autant plus courte que les animaux sont en bon état et qu'ils ne subissent pas de stress. La durée minimale observée a été de 5 jours pour *P. stylirostris* et *P. monodon*. Plusieurs maturations peuvent avoir lieu entre deux mues ; des pontes à intervalle de 8 jours ont été notées plusieurs fois pour *P. stylirostris* et *P. monodon* mais il peut arriver aussi qu'aucune maturation ne soit observée entre deux mues. En mars 1976, en 3 mois, 6 femelles de *P. monodon* ont pondu 18 fois, soit 1 ponte/mois/femelle.

Après chaque ponte, l'ovaire apparaît complètement vide. Le déclenchement de la maturation n'implique pas nécessairement le développement des ovaires jusqu'à la ponte. Il est fréquent qu'arrivés aux stades 2 ou 3, on observe ensuite une régression de quelques jours. Ce phénomène peut être suivi par une reprise du développement et la ponte.

Le développement des ovaires chez *P. aztecus* et *P. monodon* ne se produit qu'après épédonculation mais la réponse est différente suivant les individus. Juste après la mue, l'épédonculation entraîne la mort de l'animal par perte importante d'hémolymphe ; en période
.../...

de prémue, elle déclenche immédiatement la mue ; en période d'intermue, elle entraîne soit une maturation très rapide en 3 à 4 jours, soit un début de maturation, suivi d'une régression. Une femelle épédonculée peut attendre une ou deux mues avant de muer mais l'opération est toujours suivie d'une réponse positive sauf si les animaux sont malades. Une fois opérées, les femelles rematurent régulièrement.

Maturations et pontes ont lieu toute l'année pour *P. merguensis*, *P. aztecus*, *P. japonicus*, *P. monodon* et *P. vannamei*, avec toutefois une période moins favorable pour *P. monodon* lors de la saison froide. Il semble qu'il en soit de même pour *P. stylirostris* mais les premières observations ne datent que d'octobre 1976.

Les maturations ont été obtenues dans des bacs où la densité varie de 1 à 10 ind/m². Il semble qu'elles soient plus fréquentes dans les bacs où la densité est la plus faible et c'est à la densité de 1 ind/m² qu'ont été observées en 3 mois les 18 pontes recensées pour 6 femelles de *P. monodon*.

Les aliments composés utilisés (tableau 1) ont fourni des réponses différentes. De nombreuses maturations suivies de pontes ont été obtenues en utilisant l'aliment 45.110 (40 % de protéines) ou l'aliment type Shigueno (60 % de protéines). Par contre, un essai réalisé pendant un mois avec l'aliment MOTOP (47 % de protéines) n'a abouti qu'à des débuts de maturation suivis de régressions ; des résultats similaires ont été observés pour l'aliment 76.110 (60 % de protéines) et l'aliment type Shigueno revitaminé puis regranulé. L'apport de troca frais entier semble favoriser la fin de maturation.

Les espèces en élevage se répartissent en deux groupes suivant le moment de la copulation par rapport à la mue. Le premier groupe comprend les espèces à thelycum fermé. La copulation se produit après la mue alors qu'aucun développement des gonades n'est visible : c'est le cas de *P. merguensis*, *P. aztecus*, *P. monodon* et *P. japonicus*. La dépose des spermatophores a lieu sur chaque femelle qui vient de muer sauf si les animaux sont en mauvaise condition. Les spermatophores sont introduits à l'intérieur du thelycum, la partie contenant le sperme étant plus profonde. Au matin on observe sur les femelles de *P. merguensis*, *P. monodon* et *P. aztecus*, fécondées pendant la nuit, les restes des parties mucilagineuses des spermatophores sortant du thelycum ; ces signes externes, disparaissent en 24 heures. Pour *P. japonicus*, la partie externe des spermatophores se présente sous forme d'un "noeud papillon" assez résistant qui peut rester en place jusqu'à la mue suivante. Pour ces quatre espèces, des masses blanchâtres constituées par les spermatozoïdes se distinguent nettement sous la chitine du thelycum.

Le deuxième groupe comprend les espèces à thelycum ouvert où la copulation se produit en dehors de la mue quelques heures avant la ponte, alors que les ovaires sont déjà complètement développés ; c'est le cas de *P. vannamei* et *P. stylirostris* dont la face ventrale thoracique est simplement ornée de sculptures qui aident à la fixation des spermatophores dont l'adhérence est assurée par leurs parties glutineuses. Pour ces espèces, la copulation n'a pas toujours lieu et de nombreuses femelles pondent sans que les spermatophores aient été déposés.

.../...

La partie contenant le sperme se trouve placée à l'orifice des oviductes situés à la base de la troisième paire de pattes thoraciques des femelles. Au matin, après la ponte, il ne reste plus aucun signe de la copulation.

Il semble que le comportement sexuel lors de l'accouplement (figure 3 a) soit le même pour toutes les espèces ; l'heure seule change. Pour le premier groupe, l'accouplement se produit à l'obscurité après que les femelles aient mué, ce qui a lieu au crépuscule ou en début de nuit. Pour le deuxième groupe, l'activité sexuelle se manifeste quelque temps avant le coucher du soleil et se poursuit jusqu'à la nuit. L'ensemble du processus a été observé plusieurs fois chez *P. stylirostris*. Certains mâles commencent à nager activement dans le bac. Avec leurs écailles antennaires, ils soulèvent délicatement les femelles et les forcent à se déplacer puis les suivent en se plaçant ventralement, leurs antennules étant situées à la hauteur de la partie postérieure du thorax des femelles. Chaque couple nage de concert, le mâle effectuant des oscillations rapides de la partie antérieure du thorax et son abdomen étant légèrement arqué (phase 1). A un moment donné, le mâle se retourne et nageant sur le dos, saisit fermement avec ses pattes la carapace de la femelle et projette rapidement vers le haut la partie arrière de son thorax, l'abdomen étant alors complètement arqué (phase 2), tout en effectuant une rotation de 90° qui le place perpendiculairement à la femelle qui continue à nager (phase 3). Les spermatophores sont mis en place lors des phases 2 et 3 dont la durée est très brève : de l'ordre de quelques dizaines de secondes. Le mâle se sépare ensuite immédiatement de la femelle.

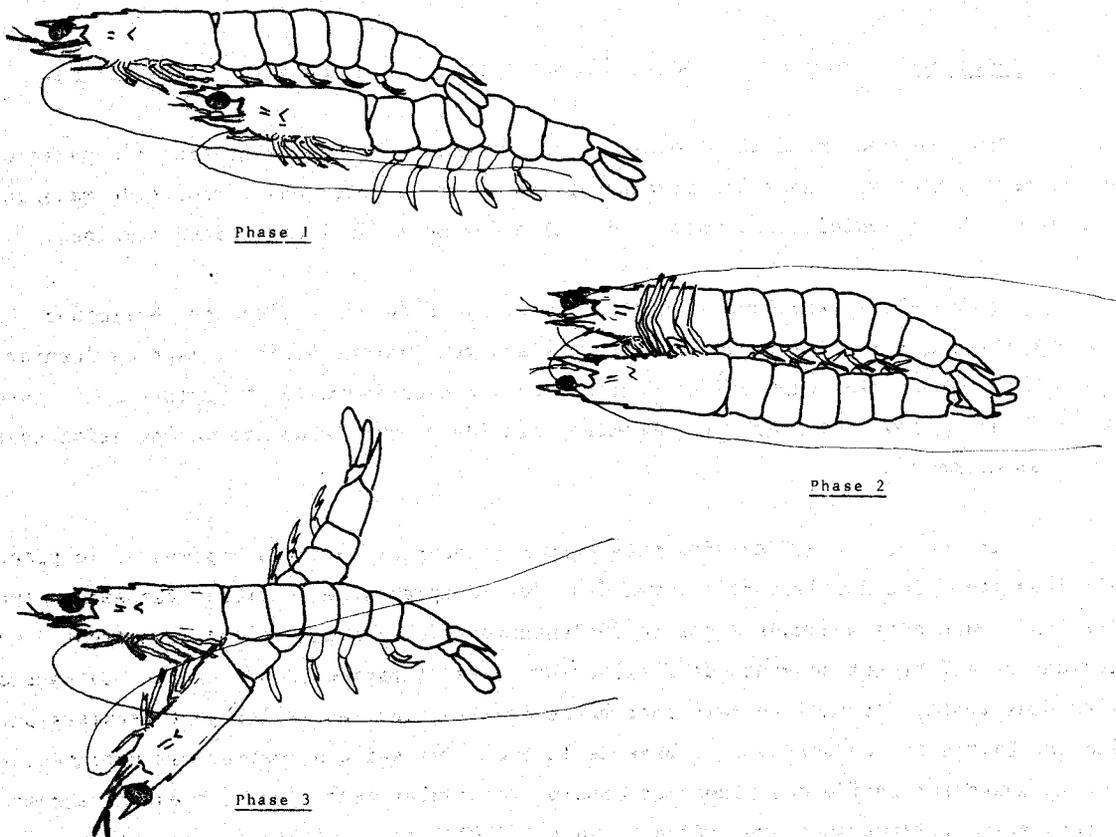


FIGURE 3 a : Accouplement chez *P. stylirostris*.

.../...

Les phases 1 et 2 ont été observées pour *P. monodon*, *P. astecus* et *P. vannamei*. Par contre, la phase 3 semble ne se produire que chez *P. stylirostris* permettant l'insertion des ailes des spermatophores dans les sculptures thoraciques des femelles.

A noter que pour le groupe 2, seules les femelles prêtes à pondre reçoivent les spermatophores alors que le comportement sexuel, tout au moins la phase 1, se manifeste semble-t-il au hasard ; certains mâles poursuivent des femelles non matures ou encore d'autres mâles. Il arrive aussi que par suite de heurts contre les parois ou contre d'autres animaux lors de l'accouplement, les spermatophores soient déposés sur l'abdomen ou sur les pléopodes. Le déclenchement de l'activité sexuelle semble être en relation avec l'intensité de la lumière. Il se produit beaucoup plus tôt les jours où le ciel est couvert.

La figure 3 b situe la copulation par rapport à la mue et aux diverses maturations possibles.

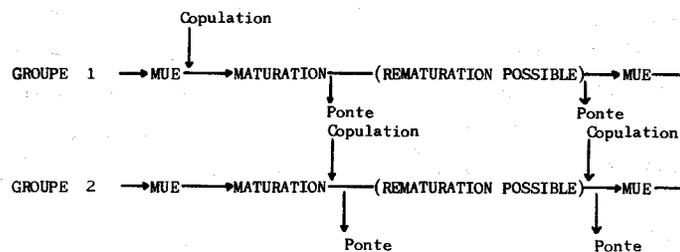


FIGURE 3 b : Place de la copulation par rapport à la mue et à la maturation.

Dans les bacs de faible volume, aucun rythme précis de maturation n'a pu être mis en évidence ; par contre, dans les grands bassins, on a pu noter des périodes de maturation groupées dont la périodicité est voisine de celle des mues, de l'ordre de 3 semaines.

Les femelles expulsent en général la totalité du stock d'ovules développés. Il arrive toutefois que les lobes postérieurs de l'abdomen restent pleins ; dans ce dernier cas, les ovules ne seront plus expulsés et régresseront en deux jours (*P. merguensis*, *P. astecus*, *P. vannamei* et *P. stylirostris*). Ce phénomène coïncide souvent avec une manipulation trop brutale des animaux.

Des pontes ont été suivies plusieurs fois pour différentes espèces et le processus paraît identique. Les femelles maintenues dans des récipients de 10 litres reposent calmement sur le fond ; quelques secondes avant le déclenchement de la ponte, elles se mettent à nager activement et effectuent souvent des flexions brusques et rapides de l'abdomen. La nage devient ensuite plus lente, l'animal se maintient entre deux eaux et les ovules sont expulsés par les oviductes. La traînée de sortie à la base de la troisième paire de pattes est nettement visible et le mouvement rapide des pléopodes dissipe les ovules dans l'eau ; c'est à ce moment que les bâtonnets corticaux sont expulsés des ovules (CLARK *et al.*, 1976) et forment une couche

.../...

périphérique qui se dissout (moins d'une minute pour *P. merguensis*) très rapidement avec l'apparition de la membrane d'éclosion. Il arrive parfois, probablement à la suite de stress dus aux manipulations que la femelle pond en restant immobile sur le fond ; dans ce cas les ovules se groupent en amas et la couche formée par l'expulsion des bâtonnets corticaux ne se dissout pas : le lendemain matin, les oeufs présentent toujours une auréole gélatineuse. Ce phénomène se produit aussi dans le cas où la femelle pondait normalement, les oeufs se rassemblent en amas en raison de la petitesse du récipient ; une agitation artificielle permet de pallier cet inconvénient.

Les femelles placées en bacs de ponte et laissées au contact des oeufs en mangent une partie, ce qui se concrétise par la présence de granules caractéristiques dans leurs fèces. Le diamètre des oeufs se situe entre 230 microns et 260 microns pour *P. monodon*, *P. merguensis*, *P. japonicus* et *P. aztecus* ; il avoisine 220 pour *P. vannamei* et *P. stylirostris*.

La couleur varie suivant les espèces et les pontes : blanc ou vert clair pour *P. monodon*, vert gris pour *P. merguensis*, vert jaune pour *P. japonicus*, bleuâtre pour *P. aztecus*, légèrement rougeâtre pour *P. stylirostris* et *P. vannamei*.

Les premières pontes ont été obtenues à partir de 6 g pour *P. merguensis*, de 25 g pour *P. japonicus*, de 15 g pour *P. aztecus*, de 50 g pour *P. monodon*, de 20 g pour *P. vannamei*, de 60 g pour *P. stylirostris*. Le nombre d'oeufs pondus varie suivant l'espèce et le poids des femelles : 5 000 oeufs pour une femelle de 6 g de *P. merguensis* à 600 000 oeufs pour des femelles de *P. monodon* dépassant 100 g (tableau 2) ; il varie aussi suivant les individus qui, à poids égal, peuvent présenter des ovaires plus ou moins larges (variation pouvant atteindre 30 %). Plusieurs dizaines de millions d'oeufs ont été obtenues pour *P. merguensis* et *P. monodon*, plusieurs millions pour *P. vannamei* et *P. stylirostris*, quelques centaines de mille pour *P. japonicus* et *P. aztecus*.

	Introduction		FEMELLES				PONTE		Nombre de générations
	Date	Etat.	Poids à la 1ère maturation (g)		Echelle de poids (g)	Age (mois)	Nombre d'oeufs x 10 ³	Viabilité	
			♀ épédonculée	♀ non épédonculée					
<i>P. merguensis</i>	1973	Juveniles	3,5	6	6 - 35	6 - 18	5 - 100	Bonne	7
<i>P. aztecus</i>	1973	Post-larves	15		15 - 32	9 - 18	30 - 60	Moyenne	3
<i>P. japonicus</i>	1973	Post-larves		25	25 - 50	9 - 15	30 - 60	Bonne	3
<i>P. monodon</i>	1975	Adultes	45		45 - 140	8 - 24	70 - 600	Moyenne	2
<i>P. vannamei</i>	1975	Post-larves	20	35	20 - 45	8 - 20	50 - 100	Mauvaise	1
<i>P. stylirostris</i>	1975	Post-larves	50	65	50 - 70	8 - 16	100 - 250	Mauvaise	1

TABLEAU 2 : Récapitulatif des résultats obtenus.

Ces oeufs ne donnent pas tous des nauplii : le lendemain de la ponte, l'examen à la loupe binoculaire montre (figure 4) :

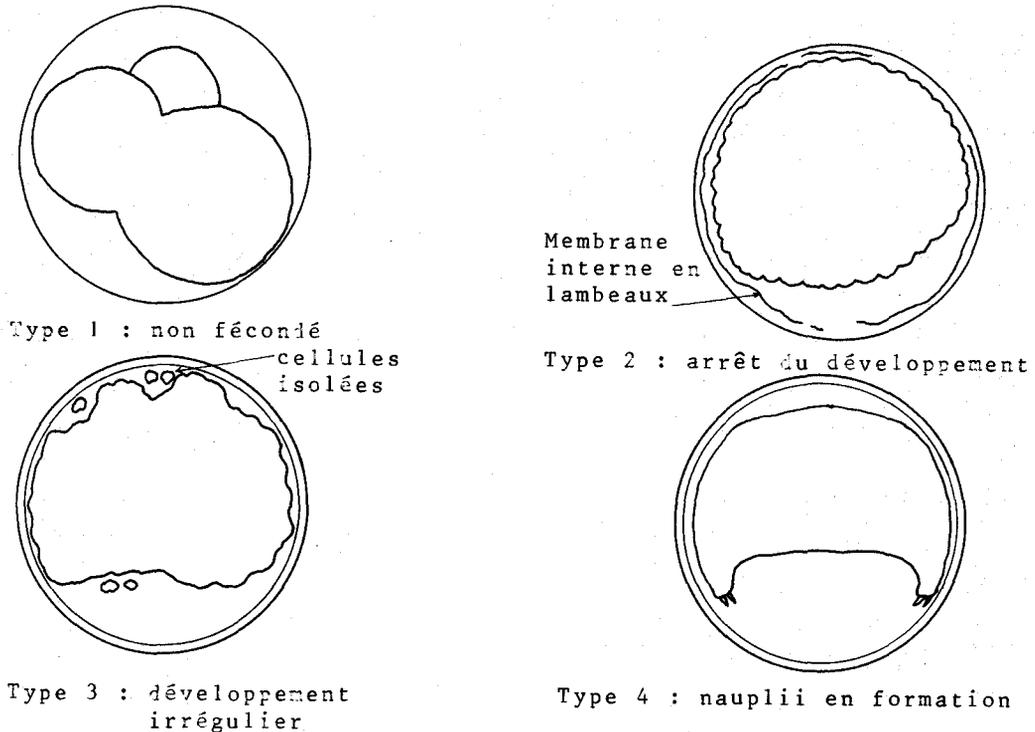


FIGURE 4 : Différents aspects des oeufs.

- Des oeufs non fertilisés qui se caractérisent par la présence d'une à plusieurs grosses cellules inégales (type 1).

- Des oeufs fertilisés où le développement embryonnaire s'est arrêté, souvent au stade morula. La membrane interne brisée n'apparaît plus que sous forme de lambeaux ; aucune éclosion (type 2).

- Des oeufs où la forme des nauplii apparaît, mais où le développement est anormal : prolifération de cellules plus ou moins importantes en certains endroits entraînant des dissymétries et présence de cellules isolées à l'intérieur de l'oeuf (type 3). Beaucoup d'embryons de ce type meurent dans l'oeuf, certains éclosent sous la forme de monstres ou, si le corps semble normal, avec les soies des différents appendices cassées et déformées. Ces nauplii nagent difficilement et se rassemblent mal à la lumière, ce qui permet de les séparer en partie des nauplii sains.

- Des oeufs où le développement est normal ; les embryons apparaissent bien symétriques, les soies des appendices sont longues et bien fournies (type 4), l'éclosion est bonne et les nauplii nagent activement.

Le pourcentage moyen d'oeufs normaux dépasse 50 % pour *P. merguensis* et *P. japonicus*, il est nettement inférieur pour *P. monodon* et *P. aztecus* et de quelques unités seulement

.../...

jusqu'à présent pour *P. stylirostris* et *P. vannamei*. Pour les individus d'une même espèce, la gamme de variation va de 0 à 95 % pour les espèces à thelycum fermé, de 0 à 20 % pour les espèces à thelycum ouvert. Dans le cas de *P. stylirostris* et *P. vannamei*, c'est de loin les oeufs non fertilisés qui sont prédominants. Par contre, pour *P. monodon* dont les pontes ont été plus spécialement étudiées, ce sont les développements anormaux qui sont les plus fréquents et beaucoup de nauplii qui éclosent ne dépassent pas le stade zoé I. Le pourcentage de développements anormaux paraît en relation avec le traitement qu'ont subi les femelles en fin de maturation. D'octobre 1976 à avril 1977, les oeufs obtenus à partir d'animaux sortis juste avant la ponte des bacs de 12 m² étaient le plus souvent du type 2, alors que les femelles placées en bac de 2 m³, 1 à 3 jours avant la ponte, présentaient des oeufs des types 2, 3 et 4, le pourcentage d'oeufs viables paraissant d'autant plus élevé que la femelle était restée plus longtemps dans ces bacs. Ce résultat récent devra être confirmé.

Lors des élevages larvaires, la survie, à partir du stade zoé se révèle d'autant meilleure que les oeufs de type 4 sont les plus nombreux.

Les premières crevettes produites ont été élevées dans des grands bassins jusqu'à la taille adulte, puis replacées en bacs de 12 m² où elles se sont à leur tour reproduites en captivité. Actuellement, plusieurs générations ont été obtenues (tableau 2). Leur nombre reflète à la fois le temps nécessaire pour obtenir un cycle complet en captivité et le temps écoulé depuis l'introduction de l'espèce : 7^{ème} génération pour *P. merguensis* qui se reproduit au bout de 6 mois (première ponte en 1973) ; 3^{ème} génération pour *P. japonicus* et *P. aztecus* qui se reproduisent après 9 à 12 mois (premières pontes en 1974) ; 2^{ème} génération pour *P. monodon* qui se reproduit au bout de 9 mois (première ponte en novembre 1976) ; 1^{ère} génération pour *P. vannamei* et *P. stylirostris* dont l'introduction est plus récente (premières pontes obtenues en octobre 1976). Les pontes obtenues d'une génération à l'autre paraissent identiques quant au nombre d'oeufs et au pourcentage de développements normaux.

DISCUSSION.

Les observations et les résultats précédents montrent que le processus de maturation des femelles élevées en captivité ne peut se déclencher et arriver à son terme normal, la ponte, que si un ensemble de conditions est réuni concernant : les paramètres physico-chimiques de l'eau d'élevage (température, lumière, salinité, pH) ; l'alimentation ; l'âge, la taille, la densité et l'état de santé des crevettes. Pour certaines espèces, il faut en outre agir au niveau hormonal par épédonculation unilatérale.

CAUBERE *et al.* (1976) et LAUBIER-BONICHON et LAUBIER (1976) ont montré l'importance de la température sur la maturation de *P. japonicus*. Il apparaît que dans les bacs où l'eau est élevée progressivement à la température qui correspond à celle enregistrée lors des périodes de pontes naturelles, les femelles mûrent et pondent ; si l'on maintient cette température, les animaux continuent à mûrir quelque soit la période de l'année. Dans les conditions tropicales et en particulier en Polynésie, les températures de 25° à 30° C permettent d'obtenir des maturations toute l'année. Il semble toutefois que l'optimum soit différent suivant

.../...

les espèces ; c'est ainsi que *P. monodon* mature peu en dessous de 26°C et que *P. merguensis* en Nouvelle-Calédonie arrête de maturer au-dessous de 22°C. L'influence de la photopériode paraît moins nette ; LAUBIER-BONICHON et LAUBIER (1976) obtiennent des résultats similaires dans les bacs où la durée d'éclairement est différente (12, 14 et 16 heures) et des maturations complètes ont été obtenues au C.O.P. pour des animaux maintenus à l'obscurité. La lumière doit agir différemment suivant que les espèces s'enfouissent ou non et c'est plus son intensité que sa durée qui paraît primordiale. L'éclairement solaire direct des bacs en eau claire semble nuire à la maturation d'où l'emploi systématique de toiles ombrage. Il est possible que la lumière n'intervienne pas directement et agisse seulement en maintenant les crevettes en meilleure santé ; les *P. merguensis* par exemple, placées dans des bacs recouverts d'une toile ombrage coupant 90 % de la lumière se répartissent au hasard sur le fond alors que sans ombrage ou avec une toile coupant 70 % de la lumière seulement, elles ont tendance à toutes se rassembler à l'ombre des bords du bassin et à se déranger entre elles.

WICKINS (1976) signale que les maturations en captivité de Pénéidés ayant conduit à des oeufs viables ont été obtenues dans une eau à forte caractéristique océanique. C'est le cas de Vairao : l'eau du lagon a pratiquement toujours la même composition que l'eau du large (salinité de 35‰ et pH de 8,2) et le fort renouvellement dans les bacs maintient ces caractéristiques ; toutefois, l'obtention de maturations dans des bassins de plus grande superficie où l'eau, plus faiblement renouvelée peut voir ses caractéristiques se modifier semble montrer que cette condition n'est pas obligatoire. WICKINS (1976) a d'ailleurs obtenu pour *P. merguensis* des pontes viables à partir d'animaux élevés en circuit fermé.

La qualité des aliments fournis est essentielle. CAUBERE *et al.* (1976) et LAUBIER-BONICHON et LAUBIER (1976) utilisent des organismes marins frais : crabes et moules, distribués "ad libitum". Au C.O.P. certains aliments composés ont permis d'obtenir des maturations régulières alors que dans les mêmes conditions d'autres aliments n'ont donné aucun résultat. Il est difficile actuellement de relier avec certitude la teneur en protéines et la maturation et il est fort possible que l'aliment agisse au niveau d'autres composants, en particulier les lipides. La dégradation de certaines substances lors de la regranulation de l'aliment K25 pourrait expliquer l'arrêt de maturation constaté alors que la formule brute était restée inchangée. Les résultats récents sur *P. monodon* indiquent que les trocas frais apportés en fin de maturation pourraient avoir un effet important sur la viabilité des oeufs ; il est possible que ce soit l'ingestion des gonades de ces mollusques qui provoquent cet effet. Ce résultat est à rapprocher de ceux obtenus sur *P. japonicus* nourries sur moules fraîches (LAUBIER-BONICHON et LAUBIER, 1976) dont les gonades sont le plus souvent matures.

Il faut que les crevettes aient atteint un certain poids pour que l'accouplement se produise et que la maturation se déclenche. Ce poids variable suivant les espèces correspond à des animaux de 6 à 10 mois. Les mâles présentent un comportement sexuel (essai d'accouplement) avant cet âge mais ils sont alors incapables de déposer leurs spermatophores. CLARK (1976) signale que si les chercheurs ont prêté beaucoup d'attention aux femelles et au développement ovarien, peu de choses sont connues sur les mâles et sur le moment où ils deviennent féconds. Un sex ratio de 1/1 semble suffisant pour assurer une fécondation régulière des

.../...

féelles des espèces à thelycum fermé. Pour les autres, il est possible qu'un nombre plus élevé de mâles soit nécessaire, eu égard à la difficulté qu'ont les mâles à féconder les féelles. Pour *P. vannamei* et *P. stylirostris*, le dépôt des spermatophores, uniquement sur les féelles prêtes à pondre, semble indiquer la détection par les mâles d'une substance ectocrine. Cette substance pourrait être émise par l'oviducte et détectée par les organes sensoriels des fouets antennulaires qui se placent lors de la phase 1 de l'accouplement au niveau des pattes thoraciques arrières de la féelle. Pour ces deux espèces le comportement sexuel se déclenche quotidiennement quand l'intensité lumineuse diminue et il apparaît possible en contrôlant ce facteur d'augmenter artificiellement la période d'activité sexuelle favorisant ainsi les chances de fécondation réussie.

La densité paraît aussi avoir une influence puisque les maturations les plus nombreuses sont obtenues pour *P. monodon* à des densités inférieures à 3 individus par m², les féelles en maturation peu actives et s'enfouissant à demi seraient moins dérangées par leurs congénères.

Il est certain qu'un bon déroulement de la maturation demande des animaux en bonne santé ; cet état se juge à l'absence d'attaques bactériennes chitinolytiques sur la carapace, à l'intégrité des fouets antennulaires et antennaires et à la pigmentation de l'animal. Dès que les animaux s'affaiblissent en raison de la détérioration du milieu d'élevage (salissure des bacs), d'un défaut d'alimentation (mauvaise tenue à l'eau, etc...), ou de maladies l'accouplement ne se produit plus et aucune maturation ne s'observe. Ceci explique les faibles nombres de pontes enregistrés pour *P. aztecus* et *P. japonicus* qui, dans nos conditions d'élevage, sont très souvent malades.

Il serait idéal de pouvoir disposer d'un critère permettant de juger à coup sûr de l'état de maturité d'une crevette et de l'imminence de la ponte. Pour *P. vannamei* et *P. stylirostris*, la couleur brun doré de l'ovaire, clairement visible sans sortir la crevette de l'eau, indique que la ponte aura lieu le soir même ; on dispose en outre pour ces deux espèces d'un autre critère qui est la présence du spermatophore, les mâles ne fécondant que les féelles prêtes à pondre. Par contre, pour *P. aztecus*, *P. monodon*, *P. merguensis* et *P. japonicus*, la couleur est très sujette à caution car elle varie souvent d'un individu à l'autre. Il semble que les conditions de captivité entraînent des variations de couleurs plus importantes que celles observées pour les féelles capturées dans le milieu naturel (BROWN et PATLAN, 1974). Pour ces espèces, c'est donc surtout la largeur de la gonade dans le premier segment thoracique et la compression des lobes céphaliques postérieurs observés au niveau de la jointure abdomen-thorax qui permet une bonne sélection. La texture apparaît le plus souvent granuleuse mais son appréciation est difficile. C'est en fait l'expérience acquise par le personnel chargé du suivi des animaux qui permet de réduire les manipulations et d'isoler à coup sûr les crevettes prêtes à pondre.

En captivité, une maturation complète se déroule toujours entre deux mues et l'exuviation n'a jamais été observée sur des animaux dont les ovaires sont développés. Les variations importantes dans la durée du développement des ovaires et les régressions suivies

.../...

de reprise de maturation montrent que les crevettes Pénéidés sont capables de mobiliser très rapidement leurs réserves de l'hépatopancréas ou encore de les restocker. Cette faculté qu'ont les ovaires de régresser semble disparaître dans les 48 heures qui précèdent la ponte ; le développement devient irréversible sauf en cas de traumatisme majeur. Le développement des ovaires se reproduit le plus souvent à chaque cycle de mue et laisse supposer qu'une crevette a des chances de mûrir plus de 10 fois par an. Pour *P. monodon* c'est donc 4 à 5 millions d'oeufs qui pourraient être obtenus par femelle.

L'épédonculation chez les crustacés provoque une modification de l'équilibre hormonal en particulier des rapports de synergie ou d'antagonisme entre l'hormone inhibitrice de la mue, l'hormone inhibitrice des gonades, l'hormone de mue et l'hormone de stimulation des gonades (ADIYODI et ADIYODI, 1970). Les réponses toujours positives obtenues pour *P. monodon* et *P. aztecus* semblent prouver que cette opération déclenche définitivement la maturation puisque celle-ci a lieu ensuite régulièrement. Pour les autres espèces, la levée d'inhibition se ferait naturellement. CLARK (1976) pense que c'est au niveau des pédoncules que serait synthétisé un polypeptide qui supprimerait la mise en circulation ou la production d'un stéroïde, essentiel dans le développement ovarien ; le niveau de ce polypeptide serait réduit directement par l'ablation du pédoncule ou par la modification de stimuli externes qui pourraient être d'origine lumineuse. Cette dernière hypothèse serait confirmée par les maturations obtenues aussi bien sur des femelles dont tout le pédoncule a été sectionné accidentellement que sur celles dont seul le globe oculaire a disparu. Dans ce dernier cas, il paraît en effet probable que les glandes pédonculaires gardent en partie leur capacité de sécrétion. A noter que la reproduction des Pénéidés dans le milieu naturel se fait dans des eaux relativement profondes de 30 à 80 mètres où la lumière est très faible et de longueur d'onde différente. La technique d'épédonculation souvent pratiquée (IDYLL, 1971 ; CAILLOUET, 1973 ; ARNSTEIN et BEARD, 1975) n'avait jusqu'aux travaux d'AQUACOP (1975) sur *P. aztecus*, pas donné d'oeufs viables. Elle ne semble donc être efficace que si d'autres conditions sont en même temps réunies. La double épédonculation, conduit généralement à un développement très important des ovaires mais perturbe l'équilibre hormonal puisque la mue se produit sans que la ponte ait eu lieu. Les réponses différentes observées sur un lot de plusieurs femelles épédonculées en même temps peuvent s'expliquer par le fait que les animaux opérés ne sont pas au même stade de leur cycle d'intermue. La réponse ne serait immédiate qu'au stade où l'animal stocke des réserves dans son hépatopancréas. L'observation des régressions fréquentes, quand elles ne sont pas dues à des manipulations, pourrait provenir d'une désynchronisation des hormones de mue et de maturation ; les maturations débuteraient au hasard et seules, celles qui se déclencheraient au stade favorable, auraient des chances, les réserves de l'hépatopancréas étant suffisantes, d'arriver à leur terme. La validité de cette technique d'épédonculation unilatérale a été confirmée par les travaux récents d'autres équipes qui ont obtenu des pontes viables pour *P. monodon* (SEAFDEC, 1976), *P. aztecus* (NEAL, 1976), *P. vannamei* et *P. stylirostris* (HANSON et al., 1976). L'épédonculation permet aussi de déclencher plus précocement la maturation. Pour *P. vannamei*, cette différence a été très nette puisque les femelles épédonculées ont mûri dès 20 g, alors qu'il a fallu attendre que les femelles non épédonculées atteignent 35 à 40 g.

.../...

Les procédés de fertilisation *in vitro* développés par CLARK *et al.* (1973) pour *P. aztecus* sont particulièrement intéressants car ils ouvrent la voie à des techniques d'hybridation ; les essais effectués en ce sens au C.O.P. sont pour l'instant négatifs.

Au cours des générations successives obtenues pendant des années, en particulier pour *P. merguensis*, au cours de croisement frères-soeurs, aucune modification n'a été décelée au niveau du nombre d'oeufs pondus et de leur viabilité.

Le pourcentage élevé d'oeufs ne donnant pas de nauplii ou fournissant des nauplii mal formés qui ne dépassent pas le stade zoé relève d'autres causes. Pour *P. vannamei* et *P. stylirostris*, il semble s'agir en grande partie d'une non fertilisation ; les spermatozoaires ont d'une part une adhérence faible entraînant souvent leur décollement lors des manipulations et d'autre part sont souvent mal positionnés lors de l'accouplement ce qui empêche les ovules de venir au contact du sperme. Pour *P. monodon*, les oeufs sont généralement fertilisés et le problème se situe au niveau des femelles ; en effet, l'accouplement a lieu avant le développement des ovaires et l'issue est différente selon que les femelles mûrissent complètement en bacs de 12 m² ou sont isolées en fin de maturation en bacs de 2 m². La cause serait donc à rechercher dans une modification chimique déclenchée par le changement d'intensité lumineuse ou l'apport dans la nourriture de mollusque frais. L'action pourrait se situer au niveau des membranes de l'oeuf lors de la réaction corticale ; CLARK *et al.* (1973) signalent en effet la nécessité de certains ions pour que cette réaction se déroule normalement.

La découverte du mécanisme exact de l'évolution des ovules en fin de développement devrait permettre en agissant à ce niveau d'obtenir un pourcentage élevé de larves se développant normalement.

Pour assurer une production de 100 tonnes de crevettes (20 g de poids moyen) avec une survie de 50 % entre P1 et la taille adulte, il faudrait pouvoir disposer de 10 millions de post-larves, ce qui implique d'obtenir 40 millions d'oeufs par an en comptant sur une survie de 50 % lors de l'élevage larvaire et sur un taux d'oeufs viables de 50 %. Pour *P. monodon*, cette production devrait être atteinte facilement avec 2 bacs de 12 m² contenant chacun 20 femelles de 100 g. Il est bien certain que l'investissement à consentir est très réduit en regard de ce que coûte l'entretien et le fonctionnement d'un bateau spécialement chargé de collecter des femelles matures dans le milieu naturel.

CONCLUSION.

Les connaissances fragmentaires sur les mécanismes hormonaux (FARGES, 1973) qui règlent l'équilibre entre les deux événements majeurs de vie d'un crustacé, mue et développement des gonades, obligent à aborder la reproduction en captivité d'une façon empirique. L'approche consistant à maintenir les animaux dans des conditions de température et d'éclairage voisines de celles rencontrées lors des périodes de pontes, dans le milieu naturel ne se révèle efficace que pour certaines espèces : *P. merguensis*, *P. japonicus*, *P. vannamei* et *P. stylirostris*. Pour d'autres, l'équilibre hormonal doit être modifié par une action au

.../...

niveau des glandes du pédoncule oculaire. Il est possible que l'épédonculation pratiquée puisse être remplacée par un contrôle précis de l'intensité et de la qualité de l'éclairage, la régulation hormonale étant probablement sujette à des stimuli lumineux.

Les travaux réalisés au C.O.P. depuis 1973 ont abouti à l'obtention de la reproduction en captivité, dans des bacs de faible superficie pour 6 espèces du genre *Penaeus* dont cinq font actuellement l'objet d'élevages dans différentes parties du monde. Maturations et pontes se produisent toute l'année dans de bonnes conditions de reproductibilité.

La viabilité des oeufs, convenable pour *P. merguensis* et *P. japonicus* devra être améliorée pour *P. monodon*, *P. vannamei* et *P. stylirostris* en agissant sur la période de fin de maturation.

Ces résultats et ceux obtenus ces dernières années en différents laboratoires laissent à penser que des élevages commerciaux pourront, dans un très proche avenir, subvenir à leur besoin en post-larves à partir d'un petit nombre de reproducteurs gardés en captivité.

BIBLIOGRAPHIE.

ADIYODI, K.G. and R.C. ADIYODI, 1970. Endocrine control of reproduction in decapod crustacea. Biological Review, 45 : 121-165.

AQUACOP, 1975. Maturation and spawning in captivity of Penaeid prawns *Penaeus merguensis* de Man, *Penaeus japonicus* Bate, *Penaeus aztecus* Ives, *Metapenaeus ensis* de Haan, and *Penaeus semisulcatus* de Haan. Proceedings of the Sixth Annual Meeting World Mariculture Society, 6 : 123-132.

AQUACOP, 1977 a. Reproduction in captivity and growth of *P. monodon* Fabricius in Polynesia. Présenté à la 8ème réunion de la World Mariculture Society.

AQUACOP, 1977 b. Observations on diseases of Crustacean cultures in Polynesia. Présenté à la 8ème réunion de la World Mariculture Society.

ARNSTEIN, D.R. and T.W. BEARD, 1975. Induced maturation of the prawn *Penaeus orientalis* (Kishinouye) in the laboratory by means of eyestalk removal. Aquaculture, 5 : 411-412.

BEARD, T.W., J.F. WICKINS and D.R. ARNSTEIN, 1977. The breeding and growth of *Penaeus merguensis* de Man in laboratory recirculating systems. Aquaculture, 10 : 275-289.

BROWN, R. Jr. and D. PATLAN, 1974. Color changes in the ovaries of penaeid shrimp as a determinant of their maturity. Marine Fisheries Review, 36 (7) : 23-26.

CAILLOUET, C.W., Jr., 1973. Ovarian maturation by eyestalk ablation in pink shrimp *Penaeus duorarum* Burkenroad. Proceedings 3rd Annual Workshop of the World Mariculture Society, 3 : 205-225.

.../...

- CAUBERE, J.L., R. LAFON, F. RENE et C. SALES, 1976. Maturation et ponte chez *Penaeus japonicus* en captivité. Essai de contrôle de cette reproduction à Maguelone dans les côtes françaises. F.A.O. Technical Conference on Aquaculture, Kyoto, Japan. (sous presse).
- CLARK, W.H., P. TALBAT, R.A. NEAL, C.R. MOCK and B.R. SALSER, 1973. In vitro fertilization with non motile spermatozoa of brown shrimp *P. aztecus*. Marine Biology, 22 : 353-354.
- CLARK, W.H., A. YUDIN, W.J. LYNN and A. PERSYN, 1975. The cortical reaction in the egg of the Penaeid shrimp. Présenté au Symposium International sur la Physiologie de la Reproduction chez les Invertébrés. Calicut University.
- FARGES, G., 1973. Recherches sur le pédoncule oculaire (Diogenides) et le protocerebran (Porcellanides) chez 5 espèces d'anamoures. Doctor Thesis in animal biology. U.S.T.L. Montpellier. 138 p.
- HANSON, J.A., J.E. HUGUENIN and H.L. GOODWIN, 1976. Marine shrimp farming in the Americas. The Oceanic Institute Waimanolo Hawai, 108 p.
- IDYLL, C.P., 1971. Induced maturation of ovaries and ova in Pinck shrimp. Commercial Fisheries Review, 33 (4) : 20 p.
- LAUBIER-BONICHON, A. et L. LAUBIER, 1976. Reproduction contrôlée chez la crevette *Penaeus japonicus*. F.A.O. Technical Conference on Aquaculture, Kyoto, Japon. (sous presse).
- LIAO, C.I., 1973. Note on the cultured spawner of red tailed prawn *Penaeus penicillatus*, Alcock. Contribution A n° 21 from the Tungkang Marine Laboratory. Taiwan Fisheries Research Institute.
- MOCK, C.R. and M.A. MURPHY, 1971. Technic for raising penaeid shrimp from eggs to post-larvae. Proceedings 1st Annual Workshop World Mariculture Society, 1 : 143-156.
- MOORE, D.W., C.W. SHERRY and F. MONTANEZ, 1974. Maturation of *Penaeus californiensis* in captivity. Proceedings 5th Annual Workshop World Mariculture Society, 5 : 445-450.
- NEAL, R.A., 1976. Penaeid shrimp culture research at the National Marine Service Galveston Laboratory. F.A.O. Technical Conference on Aquaculture, Kyoto, Japon. (sous presse).
- Prawn Maturation Team of SEAFDEC, 1976. Development of a brood stock of the tiger prawn *Penaeus monodon* Fabricius. Technical Report n° 1.
- SHIGUENO, D.K., 1975. Shrimp culture in Japan. Association for International Technical Promotion. Tokyo, Japan. 153 p.
- SHOKITA, S., 1970. A note on the development of eggs and larvae of *Penaeus latisulcatus* Kishinouye reared in an aquarium. Biological Magazine Okinawa, 8 : 34-36.
- TUMA, D.J., 1966. A description of the development of primary and secondary sexual characters in a penaeid prawn *Penaeus merguensis* de Man. Aust. J. Mar. Freshwater Res., 18 : 73-78. .../...

- VILLALUZ, D.K., A. LADRERA, M. SHEIK and A. GONZAGA, 1969. Production larval development and cultivation of sugpo (*Penaeus monodon* Fabricius). Philippine Journal of Science, 98 (3-4) : 205-233.
- WICKINS, J.F., 1976. Prawn biology and culture. Oceanography Marine Biological Annual Review : 435-507.