

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 : 179-191.

## ELEVAGE LARVAIRE DE PENEIDES EN MILIEU TROPICAL

par  
AQUACOP<sup>+</sup>

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

### RESUME.

Afin de pouvoir utiliser au mieux et élever séparément les pontes de crevettes Pénéidés obtenues à partir de reproducteurs en captivité, l'équipe du Centre Océanologique du Pacifique du CNEXO a adapté au milieu tropical la technique en faible volume et forte densité mise au point par le laboratoire de Galveston.

Les conditions d'environnement, en particulier les températures élevées toute l'année, ont permis de développer une éclosérie simple, demandant le minimum d'investissement. L'eau, préalablement chlorée puis déchlorée, n'est renouvelée qu'à partir du stade mysis. Des algues *Cylindrotheca* et *Tetraselmis* produites à part sont utilisées pour les stades zoé, des rotifères pour les stades mysis et des nauplii d'*Artemia* de P1 à P5, âge auquel les post-larves sont placées en bassin. Des résultats de 100 P/litre sont obtenus en bacs cylindroconiques de 0,5 et 2 m<sup>3</sup>. Les manipulations sont réduites et demandent une seule personne, pour une capacité théorique de 2 millions de post-larves par mois.

Des attaques bactériennes et fongiques qui décimaient souvent les élevages ont été contrôlées par l'utilisation d'antibiotiques et d'un herbicide (Treflan). Toutefois certaines mortalités restent encore inexpliquées.

Cette éclosérie qui est passée progressivement de l'échelon expérimental à l'échelon pilote a permis de produire environ 2 millions de post-larves des espèces *P. merquienensis*, *P. aztecus*, *P. japonicus*, *P. monodon*, *P. stylirostris* et *M. ensis*. La simplicité des installations devrait permettre d'obtenir un coût de production très bas.

### ABSTRACT.

With a view of utilizing to the maximum and raising separately the spawn of Peneid shrimps obtained from captive brood stock, the team of the Oceanographic Center of the Pacific of CNEXO adapted the technic of small volume, high density perfected by the Galveston laboratory to tropical conditions.

The environmental conditions, particularly year-round high temperatures, allowed the development of a simple hatchery, demanding a minimum investment. The water, previously chlorinated, then dechlorinated, is only renewed from the mysis stage onward. *Cylindrotheca* and *Tetraselmis* algae produced separately are used for the zoea stage, rotifers for the mysis stage and *Artemia* nauplii for P1 to P5 at which point the post-larvae are stocked in ponds. The 100 P/liter results are obtained in cylindroconic tanks of 0.5 and 2 m<sup>3</sup>. Manipulation is reduced and requires only one person for a theoretic capacity of 2 millions post-larvae per month.

Bacterial and fungal attacks which often decimated whole hatches were controlled with antibiotics and an herbicide (Treflan). Nevertheless, certain mortalities still remain unexplained.

This hatchery which passed progressively from the experimental to pilot scale permitted a production of about 2 million post-larvae of the species *P. merquienensis*, *P. aztecus*, *P. japonicus*, *P. monodon*, *P. stylirostris* and *M. ensis*. The simplicity of the installations promises a very low production cost.

.../...

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

- Algues et mollusques : J.M. 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. Aufauvre, X. Sandrin, J. Goguenheim, S. Robert.
- Technologie : J.F. Virmaux.
- Responsable de l'équipe : A. Michel.

## INTRODUCTION.

En mai 1973, débute au Centre Océanologique du Pacifique une étude de faisabilité d'élevage de crevettes Pénéidés en milieu tropical. Après l'obtention de la reproduction en captivité, l'étape suivante consiste donc en la mise au point d'une technique d'élevage larvaire fiable, susceptible de fournir toute l'année les post-larves nécessaires au grossissement.

Si les conditions d'environnement de Polynésie Française, la température, la salinité et la qualité des eaux sont a priori particulièrement favorables à cet élevage, la première difficulté de l'entreprise provient de l'absence d'espèce de Pénéidés indigène d'intérêt commercial. Ceci implique donc de maintenir en captivité un stock de géniteurs. Toutes les écloséries de Pénéidés opérant dans le monde à l'heure actuelle utilisent des géniteurs capturés dans le milieu naturel.

Deux techniques d'élevage larvaire différentes permettent la production de post-larves aptes à être stockées en bassins de prégrossissement. La plus ancienne est la technique japonaise, mise au point par FUJINAGA en 1933 ; dans des bassins de plusieurs dizaines de mètres cubes, la prolifération des algues nécessaires à l'alimentation des stades zoé est assurée par fertilisation artificielle de l'eau et par l'ensoleillement, à partir des algues naturellement présentes dans les eaux du site. La technique américaine, mise au point au laboratoire N.M.F.S. de Galveston, utilise des algues sélectionnées, cultivées séparément, et l'élevage se pratique dans des bacs de 2 m<sup>3</sup> qui permettent un contrôle permanent du milieu et des animaux (MOCK and MURPHY, 1971 ; MOCK and NEAL, 1976).

En Polynésie Française, les eaux sont particulièrement pauvres en sels nutritifs, donc en phytoplancton, si bien qu'il n'est pas possible d'obtenir naturellement les proliférations d'algues nécessaires aux premiers stades larvaires ; il faut les produire séparément. De plus, dans un stock captif, le nombre de femelles prêtes à pondre disponibles chaque jour est toujours limité à quelques individus. Il n'est donc pas possible de mettre en oeuvre les bacs de plusieurs dizaines de mètres cubes de la technique japonaise prévus pour élever des pontes simultanées de plusieurs dizaines d'animaux en même temps. Afin de pouvoir utiliser au mieux et élever séparément les pontes de crevettes Pénéidés obtenues à partir de reproducteurs maintenus en captivité, l'équipe du Centre Océanologique du Pacifique du CNEXO a adapté au milieu tropical, la technique en faible volume et forte densité mise au point par le laboratoire de Galveston.

## MATERIEL ET METHODES.

Les élevages ont porté essentiellement sur quatre espèces de Pénéidés, d'origines diverses pour les stocks initiaux et reproduites en captivité :

- *Penaeus merguensis* de Man
- *Penaeus aztecus* Yves
- *Penaeus japonicus* Bate
- *Penaeus monodon* Fabricius

.../...

Quelques expérimentations ont également porté sur *Metapenaeus ensis* de Haan, *Penaeus vannamei* Boone et *Penaeus stylirostris*.

Les conditions d'environnement sont celles décrites précédemment (AQUACOP, 1975). L'eau a des caractéristiques océaniques, une température de 25 à 29° C, une salinité de 35‰ et un pH de 8,2.

L'ensemble complet d'élevage larvaire comprend une unité de production d'algues, une unité de production de rotifères et une éclosérie où se déroule l'élevage proprement dit.

En salle d'algues, les souches sont maintenues en tubes à essais, repiquées en volume de 150 cc, 3 litres et 20 litres qui servent à ensemercer des bacs de 110 litres. L'eau des cultures est filtrée à 0,5 microns, additionnée de milieu nutritif de Conway et bullée à l'air enrichi au gaz carbonique. Les bacs de production, construits en feuilles de polyester armé de fibre de verre (épaisseur 1 mm) sont éclairés par des tubes néon de 40 watts. Des cultures d'algues *Cylindrotheca* sp. (4 µ x 1 µ) à 5.10<sup>6</sup> C/ml, *Tetraselmis chui* (10 à 12 µ) à 1,2.10<sup>6</sup> C/ml, *Tetraselmis tetrahele* (10 à 12 µ, espèce locale) à 1,2.10<sup>6</sup> C/ml et *Isochrysis* sp. (Ø 4 µ, espèce locale) à 7.10<sup>6</sup> C/ml, sont maintenues en routine dans une salle à 20° pour les deux premières, à 25° C pour les souches locales. Les cultures sont utilisées vivantes ou congelées après centrifugation.

Des rotifères, *Brachionus plicatilis*, sont élevés en bloom dans des bacs de 800 l (100 - 150 animaux par ml) ou en continu dans des bacs de 10 m<sup>3</sup> (40/ml). La nourriture consiste essentiellement en chlorelles et occasionnellement en farine (poudre de spirulines atomisées,...).

L'éclosérie rassemble dans un local à toit et parois translucides, une série de bacs destinés aux différents aspects de la mise au point des élevages :

- 8 bacs de 50 l pour les expérimentations à petite échelle,
- 3 bacs de ponte de 500 l,
- 8 bacs de 500 l pour tester les résultats expérimentaux à une échelle significative,
- 3 bacs de 2 m<sup>3</sup>, modèle type de bac utilisable dans une éclosérie de production.

Ces bacs en polyester armé sont équipés d'un fond conique et thermostatés par la circulation continue d'eau du lagon dans une enveloppe extérieure. A chaque bac, correspond une arrivée d'eau et une arrivée d'air ; l'aération est assurée par un seul diffuseur central (P = 0,4 bar). Le matériel annexe (éclosoirs pour *Artemia*, concentrateurs, seaux, béciers, filtres, ...) et tout ce qui peut venir en contact avec les larves sont nettoyés régulièrement à l'eau douce chlorée puis stockés à sec.

L'eau des élevages peut subir divers traitements :

- chloration et déchloration,
- filtration fine pour les stades nauplius et zoé,
- filtration grossière pour les stades mysis et post-larve.

.../...

Dans les bacs de 2 m<sup>3</sup>, le renouvellement de l'eau se fait par l'évacuation centrale au travers d'un filtre (AQUACOP, 1977 e). Dans les bacs de 500 l, il se fait par une surverse latérale, le filtre étant immergé au fond (figure 2).

Les bacs de ponte sont d'un type décrit précédemment (AQUACOP, 1975). La figure 1 montre le fonctionnement de l'air-lift. Une plaque perforée rend le fond inaccessible aux femelles, afin d'éviter qu'elles ne mangent leurs oeufs. Ceci se traduit par la présence de granulations réfringentes, provenant des réserves de l'oeuf, dans les fèces des animaux.

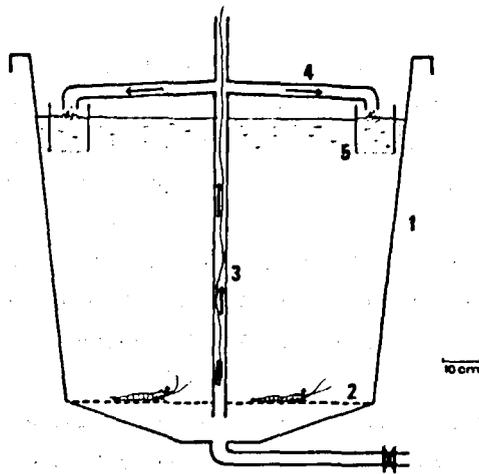


FIGURE 1 : Bac de ponte.

1. bac de 0,5 m<sup>3</sup>
2. fond perforé
3. air-lift
4. tuyaux de distribution
5. tamis pour collecter les oeufs

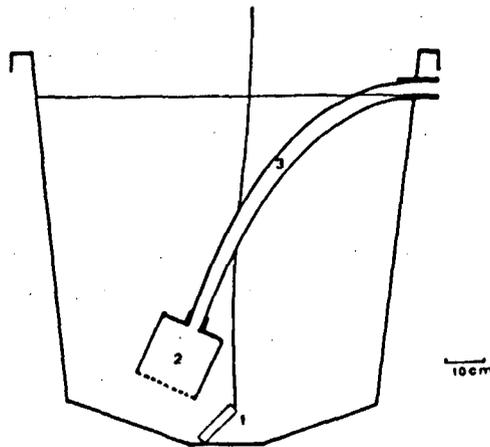


FIGURE 2 : Bac d'élevage larvaire.

1. aération
2. filtre
3. tuyau simple

.../...

Les femelles prêtes à pondre sont isolées le soir (AQUACOP, 1977 d). Chaque bac peut recevoir de 3 à 4 animaux de 80 à 100 g jusqu'à une vingtaine de 10 à 30 g.

Les oeufs libérés dans l'eau du pondoir sont repris par un courant d'eau créé par air-lift et recueillis dans un panier sur une toile de 207 microns. Au matin, les femelles sont pesées et remises dans leur bassin d'origine. Les oeufs restés en suspension dans l'eau ou déposés sur les parois sont recueillis sur un tamis de 100 microns. Après un passage sur tamis de 335 microns qui retient les débris grossiers, les oeufs sont rassemblés et lavés sur un tamis de 207 microns. Dans un seau de 10 litres, un comptage est effectué par échantillonnage à la pipette de 1 ml. Selon l'importance de la ponte, l'incubation se fait en bac de 50 l ou de 500 l.

A 28° C, l'éclosion a lieu dans la journée qui suit la ponte. Le lendemain, les nauplii sont concentrés autour d'une source lumineuse, siphonnés et transférés en bac d'élevage à la densité de 120-150 par litre environ. Les nauplii vivant sur leurs réserves, ce n'est qu'à l'apparition des stades zoé que l'on apporte des algues.

Des *Cylindrotheca* de 80 000 à 150 000 C/ml constituent la première nourriture, puis à partir du stade zoé 2, des *Tetraselmis* de 10 000 à 40 000 C/ml. Les mysis reçoivent des rotifères (10/ml) et des *Tetraselmis* (20 000 C/ml), les post-larves des nauplii d'*Artemia* (5/ml).

L'aération, moyenne pendant les stades nauplius, est assez forte pendant le reste des stades larvaires afin de maintenir larves et nourriture en suspension, sans former de rassemblement.

L'eau n'est changée que lorsque les larves sont zoé 3 ou mysis. Celles-ci sont alors recueillies dans un concentrateur puis remises en eau claire et bac propre. A partir du stade mysis, la moitié ou les trois quarts de l'eau seront renouvelés quotidiennement.

Avec le stade zoé 1, commence un traitement antifongique continu : 2 l/j d'une solution à 5 ppm de Trifuralin en goutte à goutte pendant toute la durée de l'élevage. 12 à 24 heures après l'apparition des zoé 1 est appliqué un traitement préventif antibiotique (phosphate d'Erythromycine 0,5 à 1 ppm). Il est répété au stade zoé 3 puis mysis lorsque cela est nécessaire.

Le suivi des élevages est assuré par une seule personne. Il consiste en un ajustement de la ration après comptage biquotidien de la densité des algues, en une vérification du nombre, de l'activité et de l'état des animaux (passage normal des stades) et des conditions générales d'élevage (température, bullage, ...). L'examen des larves à la loupe binoculaire ou au microscope porte essentiellement sur les soies, les appendices (recherche de nécroses) et le tube digestif.

RESULTATS.

La séquence d'élevage larvaire normale, c'est-à-dire qui se déroule sans incident ou problème pathologique, ne varie pas sensiblement d'une espèce à l'autre.

Au cours de l'année, malgré le thermostat, on enregistre des variations de température, d'une amplitude quotidienne de 2° à 3° C.

En saison chaude, il est parfois nécessaire de thermostatier les bacs à l'eau douce (23° C) tandis qu'en saison froide, il faut veiller à limiter les déperditions de chaleur la nuit. La moyenne dans les bacs d'élevage varie de 27° C (saison froide) à 28° C (saison chaude) ; il faut environ 12 jours pour atteindre le stade post-larve dans le premier cas (tableau 1), il en faut 10 dans le second (AQUACOP, 1977 c).

Jour	Stade	Eau		Type	Nourriture Densité C/ml	Quantité 1	Traitement	
		Filtration	Renouvellement				Treflan <sup>R</sup>	Gallimycine <sup>R</sup>
J <sub>0</sub>	w	48 µ						
J <sub>1</sub>	w-N	0,5 µ ou chlorée			0		0	0
J <sub>2</sub>	N	0,5 µ ou chlorée			0		0	0
J <sub>3</sub>	N-Z <sub>1</sub>		0	<i>Cylindrotheca</i>	80 000	16 x 2	+	0
J <sub>4</sub>	Z <sub>1</sub>		0	<i>Cylindrotheca</i>	120 000	20 x 2	+	+
J <sub>5</sub>	Z <sub>1</sub> -Z <sub>2</sub>		0	<i>Cylindrotheca</i>	150 000	20 x 2	+	0
J <sub>6</sub>	Z <sub>2</sub>		0	<i>Cylindrotheca</i> <i>Tetraselmis</i>	150 000 10 000	20 x 2 20	+	0
J <sub>7</sub>	Z <sub>3</sub>		0	<i>Tetraselmis</i>	30 000	50 x 2	+	+
J <sub>8</sub>	Z <sub>3</sub> -M <sub>1</sub>		0	<i>Tetraselmis</i>	40 000	50 x 2	+	0
J <sub>9</sub>	M <sub>1</sub>	48 µ	Total	<i>Tetraselmis</i> Rotifère	20 000 10	30 x 2 15 x 2	+	0
J <sub>10</sub>	M <sub>2</sub>	48 µ	1/2	<i>Tetraselmis</i> Rotifère	20 000 10	30 x 2 10 x 2	+	0
J <sub>11</sub>	M <sub>3</sub>	48 µ	3/4	<i>Tetraselmis</i> Rotifère	20 000 10	30 x 2 100 x 2	+	0
J <sub>12</sub>	P <sub>1</sub>	48 µ	3/4	Rotifère <i>Artemia</i>	10 3	100	+	0
J <sub>13</sub>	P <sub>2</sub>	48 µ	3/4	<i>Artemia</i>	5		+	0
J <sub>14</sub>	P <sub>3</sub>	48 µ	3/4	<i>Artemia</i>	5		+	0

TABLEAU 1 : Séquence d'élevage larvaire à 27° C - Bac de 2 m<sup>3</sup> - Densité N : 120/L.

N : nauplius ; Z : zoé ; M : mysis ; P : post-larve.

*Cylindrotheca* : culture à 5.10<sup>6</sup> C/ml

*Tetraselmis* : culture à 1.10<sup>6</sup> C/ml

Rotifère : culture à 100 C/ml

La ponte ayant lieu entre 20 heures et 01 heure selon les individus, l'état de développement des oeufs à la récolte est différent. Toutefois, à une même température, les oeufs de *P. merguensis* sont généralement plus développés que ceux de *P. monodon*, *P. aztecus* et *P. japonicus*. Le fait d'avoir plusieurs femelles dans un même pondoir n'affecte ni la quantité des oeufs pondus ni leur viabilité puisque une cinquantaine de *P. merguensis* de 10 à 20 g dans un seul pondoir ont pondu plus d'un million d'oeufs viables à 70 %. A la récolte, le lavage permet d'éliminer les fèces des femelles et d'obtenir des oeufs propres. Les oeufs de *P. stylirostris* et *P. vannamei* passant en partie au travers du tamis de 207 µ, utilisé pour les autres espèces, sont recueillis sur 100 µ. Lors du comptage des oeufs leur viabilité potentielle est appréciée selon l'état de développement et l'aspect des nauplii en formation. Si la ponte est de bonne qualité, l'éclosion est presque totale. .../...

A 27° C l'éclosion a lieu après une incubation de l'ordre d'une quinzaine d'heures et les oeufs éclosent simultanément, en l'espace d'une heure. Le phototropisme des nauplii permet de les concentrer autour d'une source lumineuse. On peut noter une différence de sensibilité à la lumière selon les espèces. Les nauplii de *P. aztecus* et *P. vannamei* se regroupent moins bien et leur transparence les rend plus difficiles à discerner dans la masse d'eau.

La survie des stades nauplii est normalement totale. Des densités d'algues supérieures à 80 000 C/ml de *Cylindrotheca* et 15 000 C/ml de *Tetraselmis* sont suffisantes pour assurer la survie de 60 à 90 % des larves au stade zoé. Les mysis sont carnivores dans toutes les espèces, toutefois celles de *P. monodon* utilisent encore des algues jusqu'au stade post-larve. Le maintien d'une certaine quantité d'algues permet d'entretenir la qualité de l'eau et la population de rotifères, ce qui donne des survies de 90 % à des densités d'élevage qui ont atteint 200 individus par litre. Les nauplii d'*Artemia*, introduits le 2ème jour de la vie post-larvaire, sont maintenus jusqu'à la mise en bassin de prégrossissement à P5-P6. La survie totale entre le stade nauplii et le stade P6 est de 60 à 70 % et peut atteindre 80 %. Cependant, il convient de dédoubler les élevages à partir de P2 pour ramener les densités à 50-60 individus par litre.

Dans un bac de 2 m<sup>3</sup>, pour une production finale de 200 000 post-larves P6, il faut (tableau 1) : 150 l de cultures d'algues *Cylindrotheca* (5.10<sup>6</sup> C/ml), 300 l de cultures d'algues *Tetraselmis* (1.10<sup>6</sup> C/ml), 800 l de cultures de rotifères (100 C/ml), 200 g d'oeufs d'*Artemia*.

Cependant, au cours de la mise au point de la technique, des troubles pathologiques ou autres ont souvent limité la production. Les larves saines sont très actives, traînent un long fèces bien moulé au stade zoé et muent d'un stade à l'autre de manière synchrone. Par contre, des larves affaiblies ont des soies engluées par les algues, et le contenu du tube digestif liquide ; leur nage est ralentie et l'étalement des mues finit par entraîner la présence permanente de stades larvaires différents dans un même bac. Quand l'affaiblissement des larves est dû à des erreurs techniques (variation brutale de température, manque momentané de nourriture, tendance à la sédimentation des algues), un changement d'eau total et un lavage des animaux sur tamis est suivi d'une reprise de l'évolution normale.

Cependant, il a été également observé des retards et des mortalités d'origine pathologique. Les principales mortalités sont dues à des nécroses bactériennes, des attaques fongiques et à la présence de nauplii malformés (AQUACOP, 1977 g). Pendant une période de 6 mois, tous les élevages ont été décimés à partir du stade Z2 par des bactéries qui entraînaient des nécroses, principalement au niveau des appendices, plus particulièrement des antennes, des antennules et du telson. Ces nécroses détruisent un élevage en 48 heures au stade zoé mais leur évolution est plus lente aux stades mysis et post-larves. Ces dernières, conservées en forte densité au-delà du stade P6, présentent fréquemment des déformations des antennes ou de l'abdomen, séquelles de ces nécroses (AQUACOP, 1977g). Les champignons *Lagenidium* sp et *Sirolopidium* sp ont également entraîné de grosses mortalités pendant les premiers essais d'élevage. Des changements d'eau plus fréquents et l'utilisation d'eau chlorée limitent l'apparition de ces phénomènes, mais ne suffisent pas à les prévenir ni à les enrayer. .../...

Si la prolifération des spores de champignons et donc l'apparition de la maladie sont inhibées par le traitement à la Trifuraline, contre les nécroses, seule l'action d'antibiotiques s'est révélée efficace. Plusieurs antibiotiques ont donné des résultats satisfaisants et le phosphate d'Erythromycine à la dose de 0,5 à 1 ppm de produit actif est utilisé en routine à titre préventif et curatif, directement dans les bacs d'élevage (tableau 1). Cependant, ces antibiotiques sont toxiques pour les nauplii et leur emploi répété ralentit les élevages, surtout lors des stades zoé plus sensibles que les stades mysis et post-larves. De plus, deux présentations commerciales de phosphate d'Erythromycine provenant d'une même société se sont révélées différemment toxiques pour les larves. Si ces types de mortalités ont été contrôlés, d'autres problèmes n'ont pas encore été résolus, en particulier celui des nauplii mal formés.

Dans beaucoup de pontes, notamment de *P. monodon* et *P. stylirostris* naissent des nauplii anormaux ou présentent des soies cassées. Selon les pontes, leur nombre peut être négligeable ou représenter 100 %, dès l'éclosion. De plus, il apparaît que lorsque le pourcentage des oeufs anormaux est important, le taux d'éclosion du reste des oeufs diminue. C'est ainsi que dans une ponte comportant plus de 30 % d'oeufs anormaux, le taux d'éclosion est inférieur à 35 %. Une partie des nauplii ne se concentre pas à la lumière et reste au fond du bac ou dans la masse de l'eau ; des essais d'élevage ont montré qu'ils ne dépassaient jamais le stade Z1. Ils sont donc maintenant rejetés systématiquement. Cependant, plus récemment, des élevages de pontes différentes obtenues le même jour ont donné des survies variant de 10 à 70 %. Malgré une apparence correcte de la ponte, la mortalité est élevée au passage nauplius zoé et pendant le stade zoé 1. Cette mortalité aigue est suivie d'une mortalité chronique qui se poursuit tout l'élevage alors que l'observation ne montre ni nécrose, ni agent pathogène.

Cette écloserie pendant 3 années d'expérimentations a produit plus d'un million de post-larves de *P. merguensis* dont la production de masse a été arrêtée après 2 années en raison de sa croissance lente en élevage intensif, plus d'un million de *P. monodon*, quelques dizaines de milliers de *P. japonicus* et *P. aztecus* et quelques milliers de *P. vannamei* et *P. stylirostris*. Ces chiffres reflètent les problèmes actuels de reproduction en captivité et c'est le faible nombre d'oeufs de bonne qualité qui limite la production de cette écloserie.

#### DISCUSSION.

Dans les années 70, les résultats obtenus en matière d'élevage larvaire de Pénéidés par les auteurs japonais et américains laissaient penser que des techniques fiables de production de masse étaient au point. L'expérience a prouvé que le transfert de ces méthodes ne s'est pas fait sans difficulté. Les tentatives d'adaptation de la technique japonaise à des sites du sud de l'Amérique du Nord, d'Amérique Centrale, des Philippines ou de France, ont montré sa dépendance vis-à-vis des conditions d'environnement et les difficultés de contrôle et de traitement en cas d'apparition de maladies. Au C.O.P., il a fallu 3 années pour passer du stade expérimental au stade de pilote en utilisant la technique de Galveston. Les difficultés rencontrées ont cependant permis de mieux comprendre l'action d'un certain nombre de facteurs particulièrement importants pour les élevages larvaires de Pénéidés.

.../...

A Galveston, les larves obtenues à partir de pontes de femelles pêchées dans le milieu naturel, sont élevées en eau de mer recyclée et nourries d'algues *Skeletonema* produites en eau de mer artificielle, en raison des variations importantes de la qualité de l'eau de mer de l'endroit. Sa mise en oeuvre, dans le contexte polynésien a entraîné des changements qui ont porté, entre autres, sur les espèces d'algues et la qualité de l'eau utilisée ; les caractéristiques océaniques stables de l'eau pompée directement dans le lagon paraissaient en effet suffisantes pour permettre les élevages larvaires sans filtration, ni traitement préalable. De surcroît, ces élevages sont réalisés à partir de pontes d'animaux maintenus en captivité. L'importance relative de ces différences n'est apparue qu'au fur et à mesure des expérimentations.

Différentes souches d'algues permettent l'élevage des stades zoé, tout particulièrement les diatomées dont *Skeletonema*, vivante ou congelée (TABB *et al.*, 1972 ; MOCK et MURPHY, 1971). Des difficultés de production de masse de cette diatomée au C.O.P. ont amené son remplacement par *Cylindrotheca* sp et *Tetraselmis chui*. Par la suite, des souches isolées localement d'*Isochrysis* sp et de *Tetraselmis tetrathele* ont également donné de bons résultats. *Isochrysis* seule ne semble pas aussi performante que *Cylindrotheca* mais en mélange avec *Tetraselmis*, elle donne des résultats comparables. BEARD *et al.* (1977) ont montré que *Tetraselmis* pouvait être utilisée seule. L'utilisation d'algues congelées permet de s'affranchir des problèmes de synchronisation des productions d'algues et d'élevage larvaire. L'utilisation de *Tetraselmis* congelée à partir de Z3 se fait en routine mais, à l'heure actuelle, des algues vivantes sont encore nécessaires pour les deux premiers stades zoé. De toutes façons, des algues vivantes présentent l'avantage de métaboliser une partie des déchets excrétés par les larves dans des proportions qui restent à préciser (COHEN *et al.*, 1976). L'activité alimentaire d'une zoé semble continue et il est nécessaire de maintenir une densité d'algue minimale pour qu'elle en rencontre suffisamment (de l'ordre de 70 000 C/ml pour *Cylindrotheca* et *Isochrysis*, de 15 000 C/ml pour *Tetraselmis*). A des densités inférieures à 70-80 animaux par litre, la luminosité ambiante permet une multiplication des algues qui suffit à les maintenir à une densité satisfaisante sans addition importante de cultures ; les espèces isolées localement mieux adaptées aux conditions d'élevage, se multiplient mieux et représentent ainsi une économie substantielle. Par contre, à des densités supérieures à 100-120 animaux par litre les algues sont rapidement consommées sans beaucoup se multiplier. Il faut donc augmenter le rythme des distributions, voire distribuer en continu ou augmenter sensiblement les densités lors des réajustements biquotidiens. Dans les conditions de laboratoire BEARD *et al.*, (1977) ont obtenu plus de 200 post-larves par litre avec des densités de *Tetraselmis* de 75 000 C/ml. Les algues parasites (dinoflagellés) qui peuvent se développer dans les élevages ne semblent pas en gêner l'évolution.

L'application d'une méthodologie stricte, incluant une séquence d'alimentation contrôlée n'a cependant pas suffi à assurer une fiabilité de production.

Les élevages se succédaient et donnaient des résultats contradictoires avec parfois plus de 80 % de survie mais aussi souvent des mortalités brutales. Ces mortalités relativement limitées la première année d'expérimentation empêchèrent toute production de post-larves

.../...

pendant une partie de la seconde année. La mise en évidence de nécroses bactériennes et d'attaques fongiques conduisit à attribuer ces problèmes à la qualité de l'eau. Les mêmes observations faites dans des bacs d'élevage larvaire de *Macrobrachium* à la même époque ont permis de se rendre compte de la généralisation du phénomène (AQUACOP, 1977 a). Des renouvellements fréquents d'eau, des filtrations et la chloration de l'eau ayant limité les mortalités, sans toutefois les faire disparaître, ont montré que le problème n'était pas seulement celui de la qualité de l'eau au départ mais aussi celui du contrôle de son évolution dans les bacs d'élevage. Ceci fut confirmé par un suivi rigoureux des élevages de *Macrobrachium* (AQUACOP, 1977 b).

L'action curative des antibiotiques sur les nécroses a incité à développer ces traitements de manière préventive ce qui permet actuellement de les éviter. Si plusieurs antibiotiques ont donné des résultats satisfaisants, leur utilisation en routine demande une certaine prudence. Les bains de longue durée, c'est-à-dire l'introduction du traitement directement dans le bac d'élevage, se sont toujours révélés toxiques pour les nauplii. Les larves Z1 et Z2 y sont également très sensibles et il faut éviter de les traiter de manière répétée. En fait, il convient de tester chaque présentation nouvelle d'antibiotiques dans chaque condition d'emploi (température, stade larvaire). L'origine dans l'eau d'élevage des spores infestants de *Lagenidium* et de *Sirolopidium* n'a pas été recherchée mais ces champignons peuvent être pathogènes pour de nombreuses espèces (BLAND *et al.*, 1976).

L'eau du lagon bien que pauvre en matière organique et inorganique entretient donc une flore bactérienne et fongique qui, du fait des températures élevées stables toute l'année, ne varie guère et peut proliférer dès qu'elle se trouve dans des conditions favorables, ce qui est le cas des bacs d'élevage. De plus, au fur et à mesure de l'amélioration des techniques, le nombre de bacs en expérience et la densité des animaux a rapidement augmenté. Ceci favorise encore les proliférations bactériennes potentiellement pathogènes et les contaminations de bac à bac. L'expérience a souvent montré qu'après un arrêt total de quelques jours les premiers élevages évoluaient mieux que les suivants. Le siphonnage des nauplii hors de l'incubateur a également pour seul but d'éviter l'introduction d'oeufs non éclos dans lesquels prolifèrent bactéries et champignons.

Le traitement de l'eau et le contrôle de son évolution apparaissent comme une nécessité pour tous les élevages larvaires. Ce problème s'est d'ailleurs posé aux éleveurs japonais puisque, après avoir connu des mortalités multiples plus ou moins expliquées (vibrioses) KURATA et SHIGUENO (1975) estiment que le progrès principal effectué ces dernières années par la méthode japonaise est la chloration de l'eau avant l'élevage et l'utilisation d'algues sélectionnées (*Chaetoceros*). L'utilisation de volume réduit permet cependant une meilleure appréhension de ces problèmes et un meilleur suivi des larves.

Des mortalités plus récentes sont dues à la qualité de la ponte. Ce problème, celui de la viabilité des oeufs, semble lié à la maturation des géniteurs en captivité et est discuté par ailleurs (AQUACOP, 1977 d). Ceci indique qu'il est nécessaire de tester des méthodologies différentes sur une même ponte. Il paraît en outre intéressant de traiter les pontes séparément afin de rejeter celles qui se révéleraient mauvaises.

.../...

Les conditions d'environnement polynésiennes ont permis de construire des installations relativement légères et bon marché assurant des conditions d'élevage optimales pratiquement toute l'année. Les bacs en polyester armé, particulièrement robustes et d'un entretien aisé, s'avèrent bien adaptés aux élevages larvaires puisqu'ils sont également utilisés avec succès pour les élevages de *Macrobrachium* (AQUACOP, 1977 e) et d'huîtres (AQUACOP, 1977 f). Dans cette écloserie d'une capacité de production théorique de 2 millions de post-larves par mois, il faut une personne 8 heures chaque jour de la semaine pour assurer le suivi des élevages. Il est encore difficile de calculer le prix de revient exact d'une post-larve de Pénéidés car il est difficile de dissocier l'écloserie de l'ensemble des installations du C.O.P. Actuellement, la plus grosse partie des coûts de fonctionnement est représentée par l'entretien d'une salle d'algues climatisée et les salaires du personnel spécialisé. Une première estimation indique un prix de revient de 0,016 FF par post-larve, soit 3 \$ U.S. le mille, dans les conditions polynésiennes et en tenant compte d'un amortissement du matériel sur 5 ans pour une production mensuelle de 1,5 millions de post-larves.

#### CONCLUSION.

Le passage de l'unité expérimentale à l'unité pilote a montré les difficultés que posent la mise en pratique à une échelle économique de procédés considérés comme connus au niveau du laboratoire.

Les traitements de l'eau, la séquence alimentaire et les traitements antibiotiques et antifongiques permettent d'assurer des résultats fiables de l'ordre de 100 Pl par litre, en routine. Le problème de la qualité des pontes, lié au maintien des géniteurs en captivité représente à l'heure actuelle l'obstacle majeur à un développement de la production. Toutes ces données permettent d'ores et déjà de définir une écloserie de production dont l'extrapolation à d'autres sites de régions tropicales doit pouvoir se faire sans difficulté majeure.

#### BIBLIOGRAPHIE.

- AQUACOP, 1975. Maturation and spawning in captivity of penaeid shrimps : *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, 123-132 pp.
- AQUACOP, 1977 a. *Macrobrachium rosenbergii* culture in Polynesia : progress in developing a mass intensive larval rearing in clear water. (In press).
- AQUACOP, 1977 b. *Macrobrachium rosenbergii* culture in Polynesia : water chemodynamism in an intensive larval rearing. (In press).
- AQUACOP, 1977 c. Reproduction and growth of *Penaeus monodon* in Polynesia. (In press).
- AQUACOP, 1977 d. Observations sur la maturation et la reproduction en captivité des crevettes Pénéidés en milieu tropical. 3rd Meeting of the ICES Working Group, Brest, France, May, 10-13. Actes de Colloques du CNEXO : 157-158.

- AQUACOP, 1977 e. Production de masse de post-larves de *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) en milieu tropical : unité pilote. 3rd Meeting of the ICES Working Group on Mariculture, Brest, France, May 10-13, 1977. Actes de Colloques du CNEXO, 4 : 213-232.
- AQUACOP, 1977 f. Elevage larvaire et production de naissain de *Crassostrea gigas* en milieu tropical. 3rd Meeting of the Working Group on Mariculture, Brest, France, May 10-13, 1977. Actes de Colloques du CNEXO, 4 : 331-346.
- AQUACOP, 1977 g. Observations on diseases of crustacean cultures in Polynesia. (In press).
- BEARD, T.W., J.F. WICKINS and D.R. ARNSTEIN, 1977. The breeding and growth of *Penaeus merguensis* de Man in laboratory recirculation systems. Aquaculture, 10 (3) : 275-290.
- BLAND, C.E., D.G. RUCH, B.R. SALSER and D.V. LIGHTNER, 1976. Chemical control of *Lagenidium*, a fungal pathogen of marine crustacea. 7th Annual Meeting World Mariculture Society. (In press).
- COHEN, D., A. FINKEL and M. SUSSMAN, 1976. On the role of algae in larviculture of *Macrobrachium rosenbergii*. Aquaculture, 8 : 199-207.
- KURATA, H. and K. SHIGUENO, 1976. Recent progress in the farming of penaeid shrimp. F.A.O. Technical Conference on Aquaculture, Kyoto, R.17 : 24 p.
- 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.
- MOCK, C.R. and R.A. NEAL, 1974. Penaeid shrimp hatchery systems. F.A.O. Symposium on Aquaculture in Latin America. CARPAS/6/74/SE, 29 : 9 p.
- TABB, D.C., W.T. YANG, Y. HIRONO and J. HEINEN, 1972. A manual for culture of pink shrimp *Penaeus duorarum*, from eggs to post-larvae suitable for stocking. Sea Grant Special Bulletin, n° 7, 59 p.