

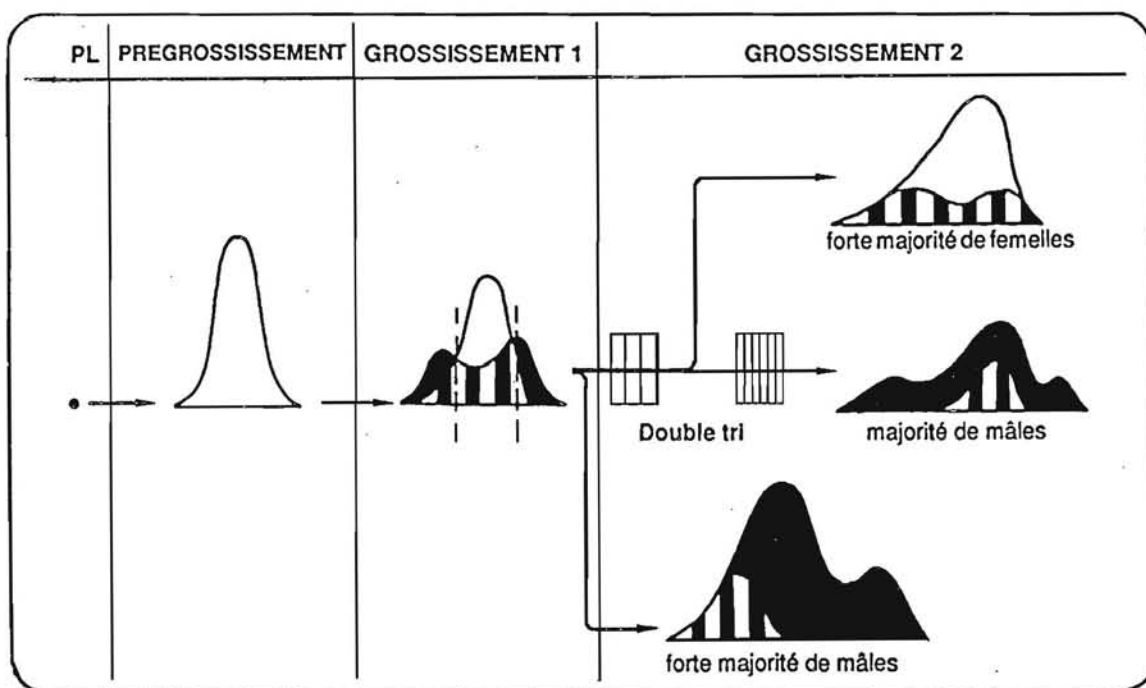
EXCEL DU PRAT

AMELIORATION DES TECHNIQUES D'ELEVAGE DE  
LA CHEVRETTE *Macrobrachium rosenbergii* EN GUYANE

Jean-Michel Griessinger  
Philippe Gondouin  
Gilbert Dutto

Denis Lacroix  
Thierry Pollet

Jean-Claude Falguière  
Gilles Mer



RIDRV-90.19-RA/GUYANE

RX H751p2  
GRI  
A.

# INSTITUT FRANCAIS DE RECHERCHE POUR L'EXPLOITATION DE LA MER

Adresse : IFREMER  
BP 477  
97331 CAYENNE CEDEX  
GUYANE FRANCAISE

**DIRECTION DES RESSOURCES VIVANTES**

DEPARTEMENT      RESSOURCES AQUACOLES

STATION/LABORATOIRE      CAYENNE

<b>AUTEURS (S) :</b> J.M. GRIESSINGER - D. LACROIX - JC FALGUIERE PH. GONDOUIN - Th. POLLET - G. MER - G. DUTTO -		<b>CODE :</b> RIDRV - 90-19
<b>TITRE :</b> AMELIORATION DES TECHNIQUES D'ELEVAGE DE LA CHEVRETTE <i>MACROBRACHIUM ROSENBERGII</i> .		<b>Date :</b> Tirage en nombre : 40  Nb pages : 74 Nb figures : 20 Nb photos : -
<b>CONTRAT</b> (intitulé)  N° 3/88/90	RAPPORT FINAL DE LA CONVENTION REGION - GUYANE - IFREMER n° 3/88/90	<b>DIFFUSION</b> libre <input checked="" type="checkbox"/> restreinte <input type="checkbox"/> confidentielle <input type="checkbox"/>

**RESUME**

En 1987, l'analyse du système d'élevage en continu menée par l'IFREMER tant sur les fermes guyanaïses que sur la station expérimentale de KOUROU a permis de mettre en évidence les limites et les faiblesses de ce mode d'élevage. Elle a montré la nécessité d'un meilleur contrôle du cheptel depuis l'ensemencement jusqu'à la commercialisation afin de pouvoir atteindre de manière fiable des rendements de l'ordre de 2,5 T/ha/an.

Le programme triennal (1988-1990) d'amélioration des techniques d'élevage de la chevrette *Macrobrachium rosenbergii* porte donc sur l'étude de différents schémas d'élevage en discontinu comportant plusieurs phases successives séparées par des vidanges et des transferts. Ce mode d'élevage permet :

- l'optimisation de la croissance et de la survie au cours de chaque phase
- un contrôle précis du cheptel à chaque passage d'une phase à une autre
- une intervention sur la structure de la population aux différentes étapes de l'élevage.

L'objectif à terme est de mettre au point des schémas d'élevage simples apportant des gains de rentabilité sur les exploitations aquacoles avec une meilleure sécurité sur le rendement final.

En 1988, l'effort de recherche a porté sur la mise au point d'un outil de suivi de la structure de la population (analyse des morphotypes), sur les phases de démarrage de croissance (sas d'acclimation de post-larves, effet de différents types d'aliment) et sur le suivi de populations particulières (monocohorte, population monosexuelle).

**mots clés :** Elevage, chevrette, *Macrobrachium rosenbergii*, Guyane, zootechnie, production.

**key words :** Grow-out, freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, french Guiana, production.

**IFREMER** © IFREMER - Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, 1990

IFREMER-Bibliothèque de BREST



0BR28161

45158

PLAN

<b>INTRODUCTION</b>	..... 1
<b>PREMIERE PARTIE :</b>	
PRESENTATION DU PROGRAMME DE RECHERCHE PORTANT SUR LA PERIODE 1988-1990:	
L'AMELIORATION DES TECHNIQUES D'ELEVAGE DE LA CHEVRETTE <i>Macrobrachium rosenbergii</i> EN GUYANE.	
I. DONNEES INITIALES SUR LA POPULATION EN ELEVAGE DANS LE CONTEXTE GUYANAIS.	..... 4
I.1 Phase de démarrage.	..... 5
I.2 Analyse de la structure de la production et de la population.	..... 9
II. ELABORATION ET TEST DE SCHEMAS.	..... 15
II.1 Elevage séquentiel multiphase.	..... 15
II.2 Elevage en lots homogènes sélectionnés.	..... 17
II.3 Système de production de la classe "bouquet".	..... 19
CONCLUSION	..... 21
<b>DEUXIEME PARTIE :</b>	
COMPTE-RENDUS D'EXPERIENCES.	..... 27
- Compte-rendu n°1: L'analyse des morphotypes	..... 27
- Compte-rendu n°2: Suivi de la production d'une population monocohorte.	..... 38
- Compte-rendu n°3: Elevage monosexé femelle.	..... 48
- Compte-rendu n°4: Effet de la qualité de l'alimentation en prégrossissement.	..... 57
- Compte-rendu n°5: Mise au point d'une technique d'acclimatation des post-larves (sas).	..... 67

## INTRODUCTION

Le programme d'amélioration des techniques d'élevage de la chevrette *Macrobrachium rosenbergii* en Guyane, s'inscrit à partir de 1988 dans l'activité de la station expérimentale d'aquaculture de l'IFREMER à Kourou. Il porte sur la période 88-90 et vise à mettre au point des schémas d'élevage exactement adaptés au contexte local pour dépasser le rendement de 2 T/ha/an et donner ainsi aux aquaculteurs guyanais toutes les chances de réussite économique pour leurs entreprises.

Le besoin d'adaptation précise a été ressenti en 1987, au cours du travail effectué pour répondre aux problèmes rencontrés par les éleveurs guyanais dans l'application de la technique classique d'élevage en mode continu (cf. Aménagement des techniques de production de la chevrette *Macrobrachium rosenbergii* en Guyane - Rapport IFREMER - DRV - 89.031 - RA/Cayenne).

Les aquaculteurs étaient confrontés à 3 types de problèmes:

- un nombre d'animaux exploités à la taille commerciale insuffisant par rapport au nombre de post-larves ensemencées (et inférieur à ce qui était obtenu ailleurs);
- une croissance globale du cheptel inférieure au prévisionnel établi en prenant en compte la température élevée toute l'année;
- un milieu d'élevage difficile à contrôler et à améliorer, les amendements calciques habituels ayant même parfois des effets préjudiciables à la survie des animaux.

Le cumul de ces différents problèmes dans les élevages a provoqué, pour les entreprises appliquant strictement les normes de la méthode d'élevage, une perte de rendement d'environ 500 kg/ha/an (2 T/ha/an au lieu de 2,5 T attendues).

Pour résoudre ces difficultés, plusieurs solutions ont été identifiées en améliorant simultanément la maîtrise du milieu et celle du cheptel, avec l'objectif final d'atteindre de manière fiable un rendement de 2,5 T/ha/an en mode d'élevage continu.

Malgré ces progrès, plusieurs faiblesses du système d'élevage en continu sont apparues comme des facteurs limitants du rendement, notamment la difficulté d'estimer la survie à chaque restockage et l'inefficacité relative de la pêche sélective.

Aussi, la nécessité s'est dégagée de passer en système discontinu en utilisant des séquences d'élevage plus courtes permettant:

- d'obtenir un contrôle précis de la population à chaque phase d'élevage,
- de garantir l'exploitation finale d'au moins 50 % du cheptel ensemencé,
- d'améliorer la croissance et la survie en stimulant la productivité naturelle à chaque assec.

Cette approche, nouvelle dans la région des Antilles et de la Guyane nécessitait un programme d'expérimentations spécifique. Ce programme demandé en 1988 pour une durée de 3 ans, est établi pour mettre au point les schémas d'élevage les plus efficaces et correspondant le mieux aux possibilités des entreprises locales. Il comprend 2 volets complémentaires:

- le premier concerne la vérification ou l'acquisition, dans l'environnement guyanais, de données sur l'évolution et l'exploitation d'une population de chevrettes (structure et production).
- le second concerne l'élaboration de différents schémas d'élevage à partir de ces données et leur suivi au stade d'un pilote de mise au point.

Ce programme est conduit par une équipe affectée à la station de Kourou, composée:

- d'un cadre ingénieur biologiste,
- d'un jeune chercheur (statut VAT),
- d'un technicien d'élevage,
- d'un ouvrier affecté aux bassins.

L'équipe est renforcée régulièrement par des stagiaires de longue durée (6 à 8 mois) de type DESS ou DEA effectuant leur mémoire de fin d'études. L'ensemble est placé sous la responsabilité du chef du laboratoire Aquaculture de la station de Guyane, basé à Cayenne.

La première partie de ce document présente l'ensemble du programme de recherche intitulé "Amélioration des techniques d'élevage de la chevrète *Macrobrachium rosenbergii* en Guyane" et portait sur la période 1988-1990. Le tableau 1 montre les répartitions des thèmes d'expérimentation sur les 3 années.

La seconde partie est constituée des 5 compte-rendus d'expériences correspondant aux thèmes étudiés en 1988:

- Compte-rendu n°1: L'analyse des morphotypes.
- Compte-rendu n°2: Suivi de la production d'une population monocohorte.
- Compte-rendu n°3: Elevage monosexé femelle.
- Compte-rendu n°4: Effet de la qualité de l'alimentation en prégrossissement.
- Compte-rendu n°5: Mise au point d'une technologie d'acclimatation des post-larves (sas).

	1988	1989	1990
<b>1. ETUDE DE LA POPULATION EN ELEVAGE DANS LE MILIEU NATUREL GUYANAIS:</b>			
1.1 Phase de démarrage			
1.1.1	Sas d'acclimatation.....	▲ 3 pl/l	▲ 10 pl/l
1.1.2	Prégrossissement		
	- Compromis densité/croissance.....	Δ 50 ind/m <sup>2</sup>	▲ 150 ind/m <sup>2</sup>
	- Optimisation de l'alimentation.....	▲	▲ 250 ind/m <sup>2</sup>
	. artificielle	Nippaï	Rangen
	. naturelle	Gazon naturel	Semis de riz
1.2 Analyse de la structure de la production et de la population			
1.2.1	Elaboration d'une méthodologie d'analyse.....	▲	
1.2.2	Suivi de la production d'une monocohorte.....	▲	
1.2.3	Elevage monosexé.....	▲ Femelle	▲ Mâle
1.2.4	Phase de grossissement: Effet densité.....	Δ	▲ 4 à 12 ind/m <sup>2</sup>
1.2.5	Influence du tri sur la population.....		Δ
<b>2. ELABORATION ET TEST DE SCHEMA D'ELEVAGE</b>			
2.1	Elevage séquentiel multiphase.....		▲
2.2	Elevage de lots homogènes sélectionnés (en fonction des résultats du 1.2.5).....		▲
2.3	Système de production de la classe "bouquet".....		▲
	Expérimentation Δ	Exploitation des données ▲	

**Tableau 1:** Répartition des thèmes d'expérimentation sur  
la station IFREMER-INRA de Kourou de 1988 à 1990.

PREMIERE PARTIE:

PRESENTATION DU PROGRAMME DE RECHERCHE  
PORTANT SUR LA PERIODE 1988-1990:

L'AMELIORATION DES TECHNIQUES D'ELEVAGE  
DE LA CHEVRETTE *Macrobrachium rosenbergii* en GUYANE.

## PREMIERE PARTIE:

### PRESENTATION DU PROGRAMME DE RECHERCHE PORTANT SUR LA PERIODE 1988-1990:

#### L'AMELIORATION DES TECHNIQUES D'ELEVAGE DE LA CHEVRETTE *Macrobrachium rosenbergii* en GUYANE.

L'élaboration de l'ensemble des programmes de recherche s'est appuyée sur l'acquis accumulé sur toutes les exploitations, petites ou grandes, de Guyane depuis le début du programme de développement. Cette expérience a fait apparaître la nécessité d'acquérir des références précises pour chaque étape du grossissement (premier volet de la recherche), afin de pouvoir mieux maîtriser l'élevage dans le contexte guyanais et mettre au point de nouveaux schémas de production à la fois plus fiables et plus performants (second volet de la recherche).

Cette approche permet dans un premier temps de mieux comprendre les mécanismes essentiels qui règlent la croissance et la survie à chaque étape de l'élevage. Dans un deuxième temps, elle donne la possibilité de concevoir le ou les schémas d'élevage optimums selon les contraintes fixées par chaque exploitation qu'elles soient liées au milieu naturel (mauvaise qualité d'eau par exemple), à la dimension de l'exploitation (ferme familiale ou industrielle) ou encore au marché visé (petites, moyennes ou grandes tailles, en frais ou en congelé, etc...).

#### I. DONNEES INITIALES SUR LA POPULATION EN ELEVAGE DANS LE CONTEXTE GUYANAIS.

Deux facteurs essentiels déterminent en priorité tous les schémas de production:

- la survie des animaux ensemencés jusqu'à la taille de commercialisation; on sait depuis longtemps que la phase critique est celle du démarrage, période où les risques de mortalité sont les plus élevés.
- la croissance qui se traduit en termes de production par l'émergence des tailles commercialisables dans une population soumise à un effort de pêche déterminé (généralement passage bimensuel dans le bassin d'un filet à maille 25 mm pour une production d'animaux appartenant majoritairement à la classe 20-30 individus par kilo). Le mode d'apparition et d'évolution des productions dans le temps est capital à prévoir et à maîtriser pour l'éleveur. Or, l'entrée en production, très progressive chez le *Macrobrachium* en raison de l'extrême hétérogénéité de croissance de cette espèce, est dépendante de nombreux facteurs, internes comme la densité ou le sex-ratio, et externes, comme l'alimentation ou l'efficacité de la pêche).



Les interactions entre tous les facteurs subissent également l'influence de phénomènes de dominance d'origine sexuelle au sein de la population mâle. La complexité de cet ensemble de facteurs, montre l'importance de comprendre les principales règles qui déterminent la structuration de la population et son évolution jusqu'à la taille commerciale. Dans cette perspective, il est nécessaire d'acquérir les outils d'analyse à partir de populations simples (cohorte unique, élevage monosexé) pour aller vers la maîtrise de populations plus complexes (élevage en 2 ou 3 phases à différentes densités), jusqu'à la modification précoce et délibérée de la structure naturelle de la population (tris précoces) dans le but de constituer des lots d'individus à croissance plus homogène.

### I.1. LA PHASE DE DEMARRAGE.

L'objectif global visé par cette étude est l'obtention d'un juvénile d'environ 60 jours (1 g de poids moyen après prégrossissement à forte densité) à partir d'une post-larve sortant d'écloserie. A cet âge, l'animal est beaucoup plus robuste que la post-larve et pourra être utilisé ensuite avec le minimum de risques dans n'importe quel schéma d'élevage.

Cette sauvegarde se fait en 2 temps:

- au moment de l'ensemencement, qui correspond à un changement brutal du milieu (milieu stable et très contrôlé de l'écloserie au milieu fluctuant et partiellement contrôlé du bassin).
- au cours des 2 premiers mois d'élevage qui sont déterminants pour l'avenir de l'individu tant au plan de la survie (période de vulnérabilité physiologique maximale) qu'au plan de la croissance.

#### I.1.1. Le sas d'acclimatation: Structure d'adaptation des post-larves d'écloserie aux conditions du bassin.

##### a) Objet.

La post-larve provient d'un milieu (l'écloserie) où tous les paramètres physico-chimiques essentiels (température, pH, oxygène, ammoniaque, etc...) sont réglés en permanence à l'optimum. L'animal a donc bénéficié depuis son éclosion, 25 à 30 jours auparavant, d'un confort physiologique maximal et d'une alimentation riche, régulière et bien adaptée. Par contre, le milieu d'élevage en bassin de grossissement est dépendant d'un grand nombre de paramètres liés au sol, à l'eau, au climat, et au type d'écosystème vivant dans le bassin. De plus, l'ensemble de ces paramètres interagissent les uns sur les autres en suivant généralement des cycles circadiens (jour-nuit). Aussi, les principaux paramètres, notamment le pH et l'oxygène, peuvent fluctuer considérablement au cours d'un cycle de 24 h même si l'aquaculteur dispose de moyens de contrôle efficaces (renouvellement d'eau, brasseurs-oxygénateurs, amendements, etc...).

Or, la post-larve a une capacité d'adaptation limitée:

- aux valeurs absolues des principaux paramètres,
- aux variations brutales de ces paramètres.

La fourchette des valeurs tolérables par la PL est plus étroite que celle des adultes. Ainsi par exemple la gamme de tolérance pour le pH va approximativement de 6,5 à 9 pour la post-larve (PL) et de 5,5 à 9,5 pour l'adulte.

Ceci s'explique par l'absence de réserve énergétique importante chez la PL, ce qui ne lui permet pas de compenser efficacement les déséquilibres créés par le milieu extérieur. Il s'agit donc de mettre au point une procédure permettant une adaptation progressive de la PL à son nouvel environnement.

Cette procédure permet également à l'éleveur de disposer d'un peu de temps pour choisir le meilleur moment pour l'introduction de PL "acclimatées" dans le bassin. En effet, il arrive fréquemment que les bassins ne soient pas tout à fait prêts au moment de la livraison des PL par l'écloserie.

#### b) Objectif technique.

L'objectif est de mettre au point:

##### 1) un dispositif d'accueil défini par:

- le type de bac,
- la composition du milieu (éventuellement variable dans le temps),
- le substrat à PL,
- l'oxygénation et la circulation de l'eau.

##### 2) un schéma d'élevage:

- la densité,
- la durée,
- l'alimentation: qualité, quantité, fréquence de distribution,
- le renouvellement d'eau (changement progressif de milieu),
- le contrôle des paramètres physico-chimiques,
- les observations (type-fréquence),
- le comptage,
- les modalités de transfert.

Le critère d'analyse essentiel est la survie en fin d'expérience et, le cas échéant, celle au transfert (estimée par les cages de survie).

#### c) Matériel.

Les bacs béton ont été disponibles sur la station de Kourou à partir de septembre 1988:

- 1 bac de 15 m<sup>3</sup>,
- 2 bacs de 6 m<sup>3</sup>,
- 4 bacs de 2,5 m<sup>3</sup>.

L'étude est articulée en 2 étapes:

- une première série d'essais menée en 1988-89 a permis de bien identifier les problèmes techniques et biologiques en utilisant une densité faible (< 5 PL/l).
- une seconde série d'essais sera menée en 1989-90 avec un protocole bien rodé, une densité plus élevée (10 PL/l) et l'expérience des conditions de saison des pluies.

### I.1.2. Le démarrage de la croissance: Le procédé du prégrossissement. Optimisation de la densité et de l'alimentation.

#### a) Objet.

La phase de démarrage de croissance est essentielle pour 3 raisons:

- elle est critique pour la survie du cheptel. En effet, elle correspond à une phase de vulnérabilité de l'animal et l'expérience montre que c'est dans cette période que l'on enregistre l'essentiel de la mortalité.
- pendant cette phase, la chevette a des besoins spécifiques notamment alimentaires, qui nécessitent un protocole d'élevage particulier pour obtenir les meilleures performances.
- pendant celle-ci, la population a la particularité intéressante de croître d'une façon homogène et de supporter des densités importantes.

Aussi, la mise au point d'une phase de démarrage vise 3 objectifs principaux:

- survie maximale: il s'agit de sauvegarder les animaux dans un bassin où l'on pourra leur donner le maximum de chances de survie (qualité d'eau, qualité d'alimentation, supports...)
- production d'une biomasse importante en utilisant leur capacité à accepter de fortes densités. Il s'agit d'un atout compte-tenu de leur taille et de leur croissance qui est faible pendant cette période. Concentrer des individus à faible croissance, permet d'optimiser la production de biomasse. Il faudra donc dégager le meilleur compromis densité/croissance.
- croissance homogène de l'ensemble de la population de juvéniles.

L'espèce est caractérisée par une forte hétérogénéité de croissance qui nuit au bon rendement global de l'élevage. Plusieurs études soulignent que de médiocres conditions d'élevage et notamment l'insuffisance de la ressource alimentaire accentuent l'hétérogénéité de la croissance. Aussi l'objectif est de minimiser cette hétérogénéité en assurant des conditions d'élevage optimales à l'ensemble des individus.

L'origine de cette hétérogénéité ne semble pas génétique sinon la sélection massale pratiquée naturellement dans tous les élevages aurait fait émerger progressivement des populations à croissance plus homogène.

L'hétérogénéité paraît liée en dernier ressort au comportement de dominance à l'intérieur de la population des mâles.

Nous faisons ici l'hypothèse que cette hétérogénéité a comme précurseur la possibilité, liée au hasard si l'on compare 2 animaux, qu'a un individu de manger plus ou de disposer d'une source de nourriture de meilleure qualité à un moment donné. Il acquiert ainsi à la mue suivante, un poids supérieur à la majorité des autres individus grâce à de meilleures réserves. A partir de là, il dispose d'un avantage capital dans la recherche de nourriture puisqu'en cas de compétition avec un autre individu, il aura systématiquement le dessus grâce à sa taille.

Avec l'âge, cette supériorité ne fera que s'accroître dans la prise de nourriture et donc la croissance.

Au moment de la maturation sexuelle, cette recherche permanente d'une "hégémonie alimentaire" va se doubler d'une dominance sexuelle qui déterminera l'acquisition des caractères sexuels secondaires directement liés au comportement particulier pour la reproduction.

La satisfaction des besoins alimentaires de la population de post-larves et de juvéniles sera abordée suivant 2 approches complémentaires:

- la stimulation de la productivité naturelle benthique qui, d'après l'ensemble des auteurs, contribue de manière importante à l'alimentation de la chevrette, surtout chez les jeunes individus.
- l'apport d'un aliment composé, de formule et de granulométrie adaptées à cette phase de l'élevage (plus riche en protéines et en lipides que l'aliment pour adulte).

En procédant ainsi par la constitution d'un "tapis alimentaire" riche et diversifié sur l'ensemble de la surface du bassin et l'apport fréquent d'un aliment composé attrayant et adapté, la croissance globale devrait être meilleure et surtout, la compétition entre les individus devrait être moindre. Son effet pourra être analysé sur la variabilité de tailles.

#### b) Objectif technique.

L'objectif est de mettre au point un procédé de prégrossissement défini par:

- une densité élevée (objectif visé: 150 à 250 PL/m<sup>2</sup>),
- un protocole de stimulation de la productivité naturelle benthique,
- une alimentation composée, elle-même définie par:
  - \* différentes qualités en utilisant plusieurs types de formules disponibles sur le marché (il n'est pas possible de mettre au point des formules alimentaires en Guyane; il faut donc utiliser des aliments du commerce ou expérimentaux).
  - \* une granulométrie adaptée à la taille de l'animal.

Les critères d'analyse de l'étude sont:

- la survie (objectif visé: 80 % minimum à 2 mois),
- la croissance (objectif visé: 1 g de poids moyen à 2 mois),
- la variabilité des tailles en fin de prégrossissement.

#### c) Matériel.

Les 4 bassins de 500 m<sup>2</sup> de la station de Kourou.

La productivité naturelle est développée sur le fond du bassin par l'apport d'un substrat organique (type paille de riz récupérée à l'usine de Mana ou semis de riz prégermé cultivé jusqu'à une hauteur de 5 cm ou encore gazon naturel tondu à ras avant la mise en eau) et d'un amendement calcique (à base de gypse CaSO<sub>4</sub>).

Les aliments testés sont des aliments disponibles dans le commerce, d'origine japonaise (Nippai) et américaine (Rangen).

## I.2. ANALYSE DE LA PRODUCTION ET DE LA STRUCTURE DE LA POPULATION.

Pour pouvoir faire progresser les systèmes d'élevage existants et même imaginer les schémas nouveaux plus productifs, il était indispensable d'acquérir d'abord des données précises sur l'évolution de la composition de la population au cours de l'élevage et notamment dans la phase productive.

En raison du contexte naturel très particulier de la Guyane (saisonnalité marquée; acidité, turbidité et pauvreté minéralogique des eaux, acidité et pauvreté organique et calcique des sols), il était nécessaire d'affiner certaines expérimentations menées ailleurs dans des conditions différentes, pour disposer de résultats fiables directement utilisables sur les exploitations existantes en Guyane.

### I.2.1. Elaboration d'une méthodologie d'analyse.

#### a) Objet.

Pour pouvoir étudier des schémas d'élevage de manière précise et surtout comparable, il faut disposer d'un outil fiable pour l'analyse de la structure de la population. L'expérience de 4 années d'assistance technique en Guyane avait montré que les critères traditionnels utilisés pour caractériser une population (poids moyen, histogramme de fréquence de taille, sex-ratio) n'étaient pas suffisants pour analyser finement l'évolution d'une population aussi complexe et instable.

Or, une équipe de recherche israélienne avait mis au point entre 1982 et 1985 des critères simples fondés sur le sexe et la couleur des pinces pour les mâles. Ces critères permettent d'identifier précisément des sous-populations dont les comportements sociaux sont différents et les croissances nettement distinctes.

Comme la plupart de ces observations avaient été faites sur de petits échantillons de population, il était indispensable de vérifier la validité de cet outil d'analyse sur une population plus importante soumise à une exploitation de type commercial.

#### b) Objectif technique.

L'objectif est de vérifier d'abord le gain de précision et d'efficacité apporté par cette méthode d'analyse appliquée à un élevage "à grande échelle" (comparativement aux expérimentations menées sur des populations réduites) et ensuite sa fiabilité notamment en fonction des opérateurs et dans le temps.

#### c) Matériel.

La méthode d'analyse a été appliquée sur tous les échantillonnages de population pratiqués sur 2 bassins de 2 500 m<sup>2</sup> et 1 bassin de 5 000 m<sup>2</sup> de la station de Kourou pendant 6 à 8 mois.

### I.2.2. Suivi de la production d'une monocohorte.

#### a) Objet.

L'hétérogénéité de croissance de l'espèce est connue depuis longtemps, mais en système continu où les cohortes successives se chevauchent après quelques mois, il est impossible d'analyser finement l'ordre d'apparition et l'importance numérique de chaque sous-population au fur et à mesure de leur entrée dans la production (c'est-à-dire au moment où la taille de l'individu dépasse la taille minimale de "recrutement" par le filet de récolte).

Par ailleurs, la plupart des expériences déjà menées en système discontinu ne se prolongent pas au-delà d'une année car on considère que la majorité de la population à croissance rapide a été récoltée après 12 mois d'élevage (dont 4 à 5 mois de pêches sélectives régulières) et qu'il n'est donc plus rentable de poursuivre l'élevage.

Or, l'optimisation du système discontinu nécessite d'abord de connaître la séquence complète d'entrée en production des différentes sous-populations jusqu'à l'épuisement du stock et l'entrée en production des individus à croissance lente. Il est également nécessaire de connaître les proportions de chaque morphotype afin de pouvoir déterminer les meilleurs schémas d'élevage en mode discontinu.

#### b) Objectif technique.

L'objectif est d'analyser la composition précise de la production en termes de morphotypes et de pourcentage de la population totale et de suivre son évolution naturelle jusqu'à épuisement de la cohorte. La seule intervention extérieure est la pêche sélective régulière (toutes les 2 semaines) à partir du 7ème mois d'élevage.

#### c) Matériel.

Deux bassins de 2 500 m<sup>2</sup>, ensemencés respectivement à 9 et 9,7 individus par m<sup>2</sup>, ont été soumis à des pressions de pêche comparables. En fait, s'il apparaît une légère différence dans le choix de la taille récoltable pour les 2 expériences (115 mm - 110 mm), la fréquence et les modalités de la pêche n'ont jamais varié. Le premier essai a été interrompu par une vidange accidentelle au 16ème mois. Le second essai s'est déroulé normalement jusqu'à l'épuisement de la cohorte au 18ème mois.

### I.2.3. Suivi d'un élevage monosexé.

#### a) Objet.

Deux raisons justifiaient une telle expérimentation:

- l'ensemble de la bibliographie montre que la croissance des mâles est globalement plus rapide mais beaucoup moins homogène que celle des femelles.
- trois équipes différentes de recherche (Etats-Unis, Israël, France) ont réussi récemment à modifier significativement la proportion mâle/femelle d'une population en obtenant l'inversion sexuelle de certains géniteurs. Cette voie d'étude offre donc déjà des possibilités intéressantes dans la perspective d'utiliser le sexe le plus profitable pour le rendement.

Pour ce qui concerne les mâles, les modalités d'expérimentation n'ont pas encore été arrêtées. L'intérêt est de profiter des remarquables capacités de croissance des mâles qui peuvent être stimulées par l'absence complète de femelles et donc d'activité sexuelle au sens strict. Or, des travaux israéliens ont montré que l'activité sexuelle chez le *Macrobrachium* est fortement consommatrice d'énergie.

Dans ce contexte, l'élevage en lots homogènes sélectionnés revêt un intérêt particulier. Cette expérimentation est d'autant plus utile que les premiers travaux expérimentaux sur l'inversion de sexe montrent qu'il semble plus facile d'obtenir des mâles que des femelles (cf. tableau 6).

Cependant le choix du premier sexe à étudier s'est porté sur le génotype femelle car on sait que la croissance des femelles est beaucoup moins sensible que celles des mâles à l'ensemble des interactions sociales et notamment aux phénomènes de dominance sexuelle qui régissent la population mâle. Par ailleurs l'homogénéité des tailles est beaucoup plus forte pour les femelles que pour les mâles.

Aussi, les femelles constituent un groupe idéal d'étude pour disposer de standards de croissance fiables.

#### b) Objectif technique pour un élevage monosexé femelle.

L'objectif est de disposer de standards d'élevage caractérisant une population en élevage exclusivement femelle. L'utilisation ultérieure de ces résultats peut s'envisager sous deux formes:

- la production commerciale notamment en transférant et en regroupant des sous-populations à majorité de femelles issues d'élevages mixtes au départ. La remarquable homogénéité de croissance des femelles et leur meilleure tolérance probable aux densités élevées constituent des avantages commerciaux potentiels.
- l'expérimentation scientifique grâce aux qualités propres de cette sous-population (homogénéité et régularité de croissance, relative insensibilité aux interactions sociales).

#### c) Matériel.

En raison de la difficulté de trier à la main de manière fiable des milliers de femelles de taille homogène pour démarrer l'élevage, une seule expérimentation a été menée. Elle a concerné un bassin de 500 m<sup>2</sup>, chargé à raison de 6 individus/m<sup>2</sup>, de 7,03 g de poids moyen initial.

Les paramètres classiques de la population (structure, poids moyen, etc) sont suivis par échantillonnage, 2 fois par mois, ainsi que deux critères utiles dans le cas d'une population femelle: les coefficients d'asymétrie et d'aplatissement

Ces 2 coefficients permettent d'affiner la description de la répartition des tailles. La durée totale de l'expérimentation a été de 285 jours, sans pêche partielle.

#### I.2.4. Effet de la densité en phase de grossissement.

##### a) Objet.

L'ensemble des expérimentations menées en phase de grossissement constitue le complément du travail effectué sur la phase de prégrossissement. Celui-ci fournit des juvéniles de 1 g de poids moyen et de 2 mois d'âge. Il faut alors tester différentes densités d'élevage afin d'identifier le meilleur compromis entre la densité et le rendement.

##### b) Objectif technique.

L'objectif est de tester 5 densités d'élevage à partir de juvéniles de 1 g: 4, 6, 8, 10 et 12 individus/m<sup>2</sup> au départ. Le mode de gestion des élevages est le même pour toutes les densités et suit les contraintes d'un élevage réel afin que les résultats puissent être utilisés en termes de production (rendement, classes de commercialisation, etc...).

Ces expérimentations peuvent donc constituer en tant que telles de véritables schémas d'élevage directement utilisables. Elles peuvent également être utilisées comme base de départ pour identifier les points faibles du système étudié et prévoir des schémas d'élevage séquentiel mieux adaptés et plus performants.

##### c) Matériel.

Chaque densité étudiée est testée sur 1 ou 2 bassins de 2 500 m<sup>2</sup> et pour une durée de 6 mois. Si la fréquence des pêches est homogène (double pêche toutes les 2 semaines), la date du début des pêches est variable et fonction d'une part, du poids moyen et d'autre part, du pourcentage d'animaux récoltables.

Ainsi la première pêche est beaucoup plus précoce dans l'expérience à 4 individus par m<sup>2</sup> que dans celle à 12 ind./m<sup>2</sup> en raison de la différence de croissance. Les paramètres suivis sont classiques: structure fine (morphotypes) de la population et de la pêche, poids moyen.

En matière de production, le rendement n'est pas le seul facteur pris en compte. En effet, la répartition des individus récoltés par classes de taille (20-30 et 30-40, 40-60 individus par kilo) doit être systématiquement calculée en raison de ses implications économiques directes.

#### I.2.5. Influence du tri sur la population.

##### a) Objet.

Plusieurs publications signalent l'intérêt de restructurer cette population dont la forte hiérarchisation et les phénomènes de dominance qui en découlent, entraînent à terme un frein global de la croissance.

La pêche sélective est une forme de tri régulier qui permet de stimuler la croissance des individus dominés en éliminant systématiquement la fraction dominante de la population. Cette sélection présente l'inconvénient d'intervenir tardivement dans la structuration de la population puisqu'il faut attendre que le lot de tête ait atteint la taille de commercialisation.



Or la hiérarchisation des individus et donc l'inhibition partielle de la croissance d'une fraction d'entre eux, intervient très tôt, dès la maturité sexuelle (à la taille de 65 mm environ) c'est-à-dire bien avant que la taille de récolte soit atteinte (généralement 100 mm pour les femelles et 105-110 mm pour les mâles).

D'où l'intérêt d'essayer de trier tôt la population avant que le processus de hiérarchisation des individus ait commencé à affecter significativement la croissance d'une partie d'entre eux.

Dans le schéma général d'élevage développé sur la station expérimentale et dans la plupart des élevages en discontinu, ce tri précoce peut intervenir à 2 niveaux:

- en fin de prégrossissement pour les individus de 1 g de poids moyen environ et dont la taille varie de 20 à 55 mm.
- en cours ou en fin de première phase de grossissement (appelée "phase 1") qui est une étape facultative séparant la phase de prégrossissement de la phase productive du grossissement (appelée "phase 2") au cours de laquelle on récolte les individus commercialisables.

Le tri au cours de cette phase 1 permet de sélectionner des individus pour un poids allant de 3 à 10 g en fonction de la grille utilisée.

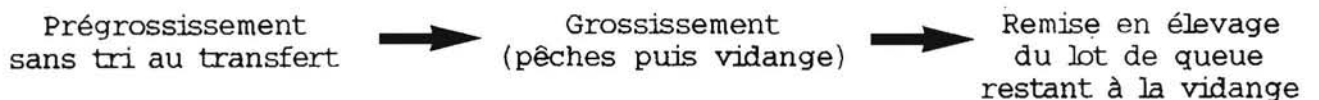
#### b) Objectif technique.

Qu'il intervienne en fin de prégrossissement ou en fin de première phase de grossissement, le tri précoce vise l'obtention de lots plus homogènes par la taille des individus et par le sex-ratio. Cette restructuration permet de retarder l'apparition des phénomènes de dominance (notamment pour le "lot de queue") et de pouvoir mener à terme le grossissement, sans avoir besoin de prévoir une éventuelle remise en élevage d'individus trop petits pour être commercialisés.

Un tri relativement tardif, à 8 g par exemple, pourrait même permettre d'aboutir à une séparation, des sexes avec un lot de tête et un lot de queue constitués d'une majorité de mâles et un lot médian constitué d'une majorité de femelles.

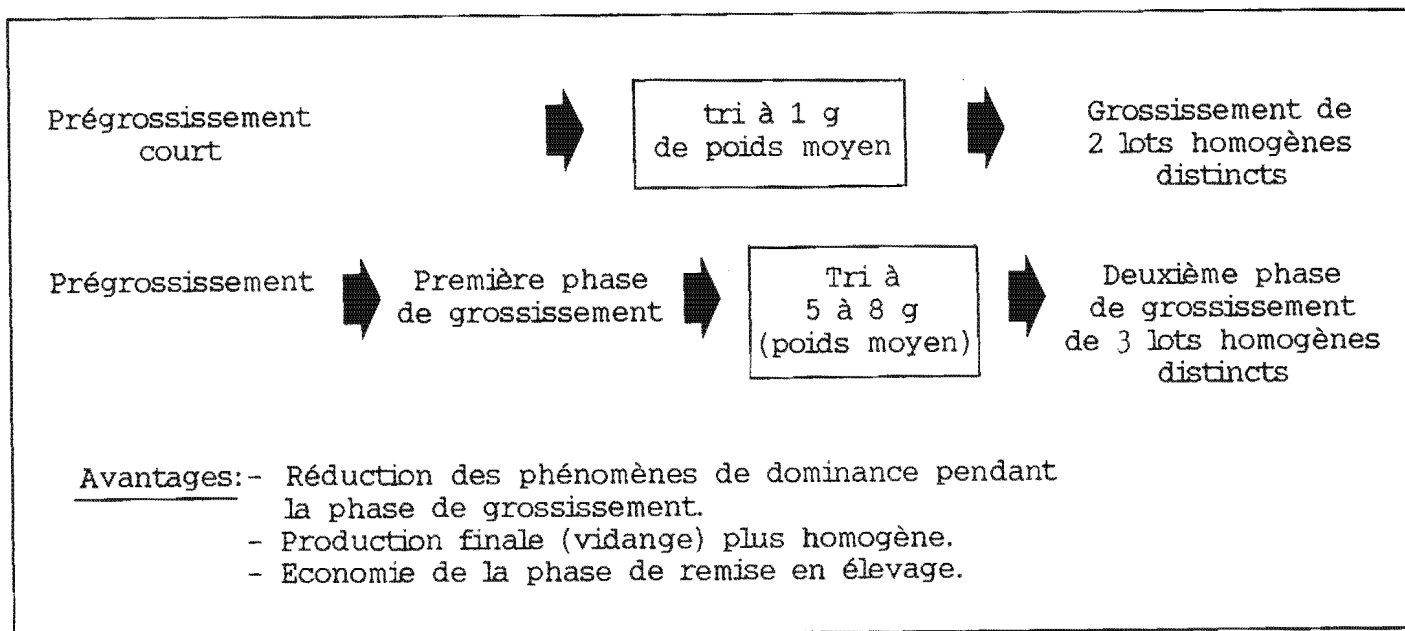
On peut essayer de résumer les différents schémas d'élevage de la manière suivante (cf. tableau 7):

#### 1- Schéma classique:



- Inconvénients:
- Phénomènes de dominance important pendant la phase de grossissement.
  - Nécessité de remettre en élevage une fraction importante de la population (femelles surtout).

## 2- Schémas avec tri:



En raison du manque de temps, tous les cas de figure ne pourront être testés. Dans le programme de la station, 2 aspects essentiels ont été privilégiés:

- aspect technique du tri, afin de mettre au point une méthode de tri efficace et fiable et de déterminer par expérimentation les correspondances entre les espacements des grilles et "la taille-seuil" des animaux sélectionnés.
- aspect qualitatif: pour les tris très précoces, il est difficile et peu fiable de déterminer le sexe des individus triés. Il faut donc suivre l'évolution des lots jusqu'à l'identification claire des sexes, voire des morphotypes pour connaître l'influence réelle du tri sur la composition des lots obtenus.

c) Matériel.

2 séries d'expérimentation doivent être menées, l'une sur des animaux issus directement d'un prégrossissement donc petits (1 g de poids moyen), l'autre sur des animaux plus âgés issus d'une première phase de grossissement (5 g de poids moyen).

6 grilles de tri seront testées. Les espacements entre les barreaux s'échelonnent de 5 à 16 mm (5, 7, 9, 11, 14 et 16 mm).

Pour le suivi des lots, 8 enclos de 24 m<sup>2</sup> de surface unitaire seront utilisés au sein d'un même bassin pour disposer de conditions de milieu rigoureusement identiques.

## II. ELABORATION ET TEST DE SCHEMAS D'ELEVAGE.

Les résultats tirés des expérimentations menées sur des populations homogènes en 1988 permettent d'élaborer des schémas d'élevage bien adaptés aux particularités de croissance de cette espèce. Deux objectifs essentiels sont recherchés:

- 1- Optimiser à chaque phase d'élevage la croissance et la survie, grâce à un contrôle du cheptel entre chaque phase.
- 2- Obtenir un système à la fois simple et souple; simple pour faciliter sa mise en oeuvre sur les fermes d'élevage; souple pour pouvoir être adapté à d'autres contextes (climat avec saison fraîche par exemple). Globalement, on peut distinguer deux types de gestion dans l'élevage en mode discontinu:
  - l'élevage dit "séquentiel", qui repose sur le transfert en 2 ou 3 phases successives de l'ensemble de la population. La seule sélection exercée sur la population est celle du tri de la pêche à la senne pour la commercialisation; ce tri s'applique donc en fin d'élevage.
  - l'élevage dit "en lots homogènes sélectionnés", qui repose sur le transfert en 2 ou 3 phases de lots sélectionnés et donc plus homogènes; la sélection est appliquée dès la fin du prégrossissement ou en fin de première phase de grossissement; cette sélection par tri des tailles s'applique alors en début de grossissement, avant la mise en oeuvre des pêches commerciales.

### II.1 ELEVAGE SEQUENTIEL.

#### a) Objet.

Depuis l'expérimentation menée sur l'élevage d'une cohorte unique jusqu'à son épuisement (monocohorte), on a pu vérifier que la différence importante de croissance entre les 2 sexes induit une production typique en 2 temps: les mâles d'abord, les femelles ensuite. Pour cette raison, il est nécessaire de distinguer 2 cas en matière d'élevage séquentiel:

- Dans un élevage en 2 phases comportant une phase de prégrossissement à forte densité suivie d'une seule phase de grossissement (cf. tableau 5), le décalage de croissance entre les mâles et les femelles va conduire aux effets suivants:
  - \* pêche de la majorité des mâles au cours de la 2ème phase (6 ou 8 mois),
  - \* présence d'un important lot de femelles sub-récoltables (presque récoltables mais inférieures à la taille de sélection commerciale), au moment de la vidange.

On peut alors choisir soit de commercialiser la majorité des femelles dans les catégories "petites" (30-40 et 40-60 individus par kilo), soit de remettre ce lot en élevage à plus forte densité (mieux supportée par les femelles) pendant 2 à 3 mois, afin de le faire passer dans ces catégories supérieures (20-30 et 30-40 ind./kg).

Nous disposons de normes techniques précises dans l'application de ce schéma notamment grâce aux informations collectées sur la plus grosse ferme aquacole de cette espèce au BRESIL pratiquant ce système d'élevage (25 ha en eau, encadrement scientifique israélien, résultats 88/89).

Phase	Durée (jours)	Densité (ind/m <sup>2</sup> )	Poids moy. vidange (g)	Survie (%)	Rendement extrapolé (T/ha/an)
Prégrossissement	70	61	2,8	74	-
Grossissement (moy. sur 21 cycles)	170	10	25,5	72	3

Tableau 2: Résultats obtenus dans l'emploi du schéma d'élevage en discontinu à 2 phases sur une ferme de 25 ha au BRESIL.

Dans ce schéma, le critère essentiel du rendement économique est la densité dans la phase de grossissement. Si les animaux de 25 à 33 g se commercialisent bien, une remise en élevage du lot de queue à la vidange n'est pas nécessaire. Si cette catégorie de taille (soit 30 à 40 ind./kg) est mal valorisée, il faut soit prévoir une phase supplémentaire de "finition" du lot de queue, soit baisser la densité en grossissement, dans la limite d'un rendement biologique acceptable.

- Dans un élevage en 3 phases comportant une phase de pré-grossissement et 2 phases de grossissement (cf. tableau 5), la dernière phase s'effectue à faible densité ce qui permet d'accélérer la croissance des femelles dans la phase finale précédant la vidange. Les mâles quant à eux, sont prélevés régulièrement par pêche sélective classique ce qui contribue à diminuer la densité d'élevage.

Ce schéma permet d'une part, de faire l'économie du transfert d'adultes en fin d'élevage, opération lourde et délicate, et d'autre part, de mieux répartir la production dans le temps.

Pour ce schéma d'élevage en 3 phases, nous disposons des résultats d'une équipe israélienne de recherche qui a testé des systèmes comparables sur une ferme industrielle de 20 ha située en République Dominicaine. Les résultats consignés dans le tableau 3 montrent un gain sensible de rendement.

Phase	Durée (jours)	Poids moy. départ (g)	Poids moy. transfert (g)	Survie (%)	Rendement extrapolé (T/ha/an)
Prégrossissement	≈ 60	0,002	1	85	-
Grossissement 1	≈ 80	1	5,9	75	-
Grossissement 2	145	5,9	30	69	3,7

Tableau 3: Résultats obtenus dans l'emploi du schéma d'élevage en discontinu en 3 phases sur une ferme de 20 ha en République Dominicaine.

#### b) Objectif technique.

Les contraintes de temps et d'espace (4 bassins de 2 500 m<sup>2</sup> disponibles seulement) limitent les possibilités de test de différents schémas séquentiels. En fonction des résultats obtenus dans l'étude de l'effet de la densité (chapitre 1.2.4) et des premiers essais de remises en élevage, nous sélectionnerons un schéma optimal que nous testerons dans les conditions d'un élevage pilote. Il s'agira probablement d'un schéma à 3 phases donc sans remise en élevage.

Toutes les modifications utiles issues de l'expérience accumulée au cours des expérimentations précédentes seront appliquées dans cet élevage pilote pour rechercher d'emblée le meilleur rendement possible.

Le rendement visé est de 2,5 à 3,5 T/ha/an.

#### c) Matériel.

Les tests seront effectués sur 2 bassins de 2 500 m<sup>2</sup> afin d'être facilement extrapolables aux fermes de production.

## II.2 ELEVAGE EN LOTS SELECTIONNES.

#### a) Objet.

Le paramètre-clé en élevage séquentiel est la densité car elle régule la croissance de l'ensemble de la population. Dans un élevage en lots sélectionnés, elle joue toujours un rôle important mais le paramètre-clé est la structure de la population. Plusieurs expérimentations menées en 1988 ont montré que toute population mixte de *Macrobrachium rosenbergii* tend vers une structure sociale précise, fortement hiérarchisée, dans laquelle les différents morphotypes de mâles, "pincés bleues", "pincés oranges" et "pincés claires", se répartissent suivant une proportion d'équilibre de 1-4-5 respectivement. L'ensemble de cette "pyramide sociale" est ordonné par des relations de dominance très marquées, exercées par les gros individus mâles à pincés bleues.

Toute modification de cette proportion des mâles, notamment lors des pêches sélectives qui écrètent la fraction dominante entraîne une série de mues rapides accompagnées d'un changement de morphotypes pour rétablir la proportion d'équilibre initiale. Cette réaction, appelée "croissance compensatoire", qui se traduit par une croissance globale de l'ensemble de la population, est d'autant plus forte que le déséquilibre est important.

Or, le principal défaut des pêches sélectives est leur manque relatif d'efficacité. Ainsi, on considère qu'une pêche qui ne capture que 60 % des individus récoltables est acceptable. Pour pallier ce défaut les aquaculteurs effectuent presque systématiquement une double pêche ce qui, dans l'exemple cité, conduit à une efficacité combinée de 84 %. Dans tous les cas, il reste des individus dominants qui vont continuer à freiner la croissance des animaux de taille inférieure.

La seule manière d'obtenir une efficacité de 100 % est de vidanger le bassin et de trier mécaniquement la population en 2 groupes: le lot de tête et le lot de queue. Ce tri a 3 effets:

- éliminer tout phénomène de dominance pour le lot de queue. La croissance de l'ensemble des individus de ce groupe est donc fortement stimulée car il faut recréer entièrement la structure sociale, ce qui induit une forte croissance globale.
- gagner du temps dans l'exploitation complète du lot de tête ce qui diminue la durée du cycle d'élevage: débarrassés d'une bonne partie de la compétition alimentaire avec des individus beaucoup plus petits qu'eux, les animaux dominants et sub-dominants qui composent essentiellement le lot de tête, pourront être exploités plus efficacement et plus rapidement qu'au sein d'une exploitation mélangée où le lot de queue tarde à atteindre la taille commerciale.
- obtenir des sous-populations plus homogènes en élevage. Ceci facilite la gestion (meilleure adaptation de la ration alimentaire journalière par exemple) et la commercialisation: production plus homogène, séparation "de fait" des sexes si le moment et la taille de tri sont bien choisis.

#### b) Objectif technique.

L'objectif est de déterminer le meilleur schéma de production qui offre le meilleur compromis entre la taille moyenne de commercialisation et la durée d'élevage.

Les expérimentations menées sur des tris à 1 g et à 5 g et complétées par le suivi des lots triés jusqu'à la détermination du sexe et des principaux morphotypes (cf. 1.2.5), permettront d'identifier le schéma de production le plus intéressant. Il faudra alors le tester en bassin à l'échelle d'une vraie production commerciale (cf. tableau 7).

### c) Matériel.

Deux à trois bassins de 500 m<sup>2</sup> devraient pouvoir être utilisés pour tester la phase finale du grossissement. En attendant d'expérimenter ce schéma dans des conditions de contrôle rigoureuses, un suivi attentif des bassins privés utilisant des schémas similaires a déjà été mené depuis plusieurs années notamment sur la ferme de la SAOR (37 ha), en Guyane et sur celle de Sabana Grande (49 ha) à Puerto Rico. Il faut noter 2 particularités:

- le tri est effectué à la senne (et non en cage à barreaux),
- les 2 phases du grossissement se déroulent en système continu.

Le rendement global varie actuellement autour de 2 T/ha/an (cf. tableau 4: Système continu en trois phases avec tri).

## II.3 SYSTEME DE PRODUCTION D'UNE CLASSE "BOUQUET".

### a) Objet.

Au cours de la recherche des marchés les plus intéressants pour l'exportation, il est apparu 2 facteurs de valorisation potentielle de la chevrette guyanaise:

- la pénétration d'un marché nouveau et la fidélisation de la clientèle après un premier achat dit "de curiosité" est facilitée quand le producteur peut présenter une gamme de produits et non un produit unique, en jouant sur les critères de taille (petites, moyennes et grosses) et de présentation (en cuit, frais ou congelé).
- la petite chevrette de Guyane ressemble beaucoup à la crevette rose "bouquet" (*Palaemon serratus*), très appréciée dans toute l'Europe et chère (jusqu'à 250 F/kg). Cette ressemblance est naturelle puisque ces 2 crevettes appartiennent à la même famille, celle des Palaemonidés). Un essai de commercialisation en métropole a donné de bons résultats avec un produit cuit.

Ces deux observations montrent l'intérêt de chercher à développer une production commerciale de petites chevrettes. Un tel schéma n'existe pas à ce jour car toutes les fermes qui pratiquent cet élevage dans le monde visent une taille d'au moins 25 g: Cette exploitation correspond aux potentialités de croissance de cet animal qui s'expriment mieux entre 10 et 40 g de poids moyen qu'avant 10 g.

Il s'agit donc de définir un schéma d'élevage original en tenant compte de 2 contraintes essentielles:

- le poids moyen final étant faible (8 à 12 g), il faut augmenter fortement la densité d'élevage.
- il faut compenser le surcoût entraîné par le grand nombre d'individus au kilo par un rendement beaucoup plus élevé.

Il faut noter que ce programme très "ciblé" a été préparé à la demande de la plus grande ferme de Guyane. Par ailleurs, en raison du caractère novateur de cette approche, des risques qu'elle comporte et du potentiel commercial qu'elle permet d'envisager, le concours de l'Agence Nationale pour la Valorisation de la Recherche a été obtenu.

## b) Objectif technique.

Le schéma de production à mettre au point doit permettre d'obtenir un rendement d'au moins 4 T/ha/an, calculé comme le seuil de rentabilité dans les conditions guyanaises de production et dans les conditions du marché actuel.

Cet objectif de production passe par une maîtrise parfaite de la population pendant la phase de démarrage de la croissance. Par rapport aux connaissances actuelles sur cet élevage, c'est sur cette phase de démarrage que les progrès les plus significatifs sont à faire. Ils doivent porter sur:

1. La maîtrise de la survie et de la croissance pendant la phase de démarrage (prégrossissement) par un apport alimentaire adapté à la taille et aux besoins nutritionnels des jeunes chevrettes (voir 1.1.2.). L'utilisation d'un aliment adéquat est essentiel dans la phase finale du prégrossissement pendant laquelle il est nécessaire de conserver une bonne croissance malgré une forte biomasse. Seul un aliment bien adapté peut alors assurer les besoins alimentaires des chevrettes sans risque de cannibalisme ou de blocage de croissance.
2. L'optimisation des capacités de croissance et donc de rendement par une gestion adaptée de la population.

Ces interventions sur la population peuvent se situer à 2 niveaux:

- au niveau du transfert de la phase de prégrossissement à la phase de production: l'utilisation d'un dispositif de tri passif permettrait de trier précocement les juvéniles pour obtenir des sous-populations plus homogènes en taille et en croissance. L'âge, la taille de sélection et la technique de tri doivent être précisés avec les conséquences sur le rendement pour chaque option expérimentée.
- au niveau de la pêche: à une vidange finale unique, méthode habituelle de récolte, on peut ajouter des pêches partielles avec un filet à mailles sélectives ce qui permettrait, d'une part, de favoriser la croissance en diminuant régulièrement la biomasse et d'autre part, de répartir la production sur plusieurs semaines, permettant ainsi un traitement et une commercialisation du produit plus aisés.

Au terme du programme devrait être défini un schéma d'élevage optimal pour l'obtention de chevrettes de taille "bouquet" de 8 à 12 g, schéma comportant:

- la séquence d'élevage définie en temps, en densité, en résultat,
- la technique d'alimentation et les ratios utilisés pour chaque stade,
- les manipulations qu'il est possible d'effectuer pour améliorer le rendement ou fiabiliser la production.

A la demande de l'ANVAR, l'étude technique sera complétée par un dossier économique succinct précisant les coûts de chacun des éléments du schéma d'élevage.

## c) Matériel.

Le programme sera mis en oeuvre sur plusieurs bassins de 500 m<sup>2</sup> afin de tester les différentes techniques envisagées.



## CONCLUSION

Les 4 tableaux suivants présentent l'évolution schématique de la population en élevage selon les principaux systèmes de production existants ou en cours d'expérimentation. Tous les schémas d'élevage recherchent le meilleur compromis entre 3 éléments essentiels:

- la densité,
- la structure de la population,
- la durée d'élevage

D'autre part, pour agir sur la population et donc organiser les structures successives les plus favorables au rendement final, l'exploitant dispose de 2 outils principaux d'intervention:

- le transfert (partiel par pêche ou total par vidange),
- la sélection (par le tri ou la pêche à la senne sélective).

A partir de ces 5 éléments qui déterminent l'évolution de tout élevage, de nombreuses combinaisons peuvent être imaginées.

Le premier travail de la recherche est l'expérimentation dans des conditions de contrôle et de suivi rigoureuses de tous les schémas les plus productifs. L'analyse des résultats permet d'identifier les avantages et les inconvénients de chacun. La comparaison avec les résultats obtenus par les entreprises travaillant à l'échelle de productions commerciales permet de mieux dégager les schémas les plus fiables et les plus rentables. Le critère d'appréciation le plus important n'est plus seulement la valeur globale du rendement. Deux autres critères doivent être également pris en compte:

- la répartition de la production dans les classes commercialisables,
- la fiabilité de la production finale grâce à un contrôle plus précis (au moment des transferts) et plus régulier.

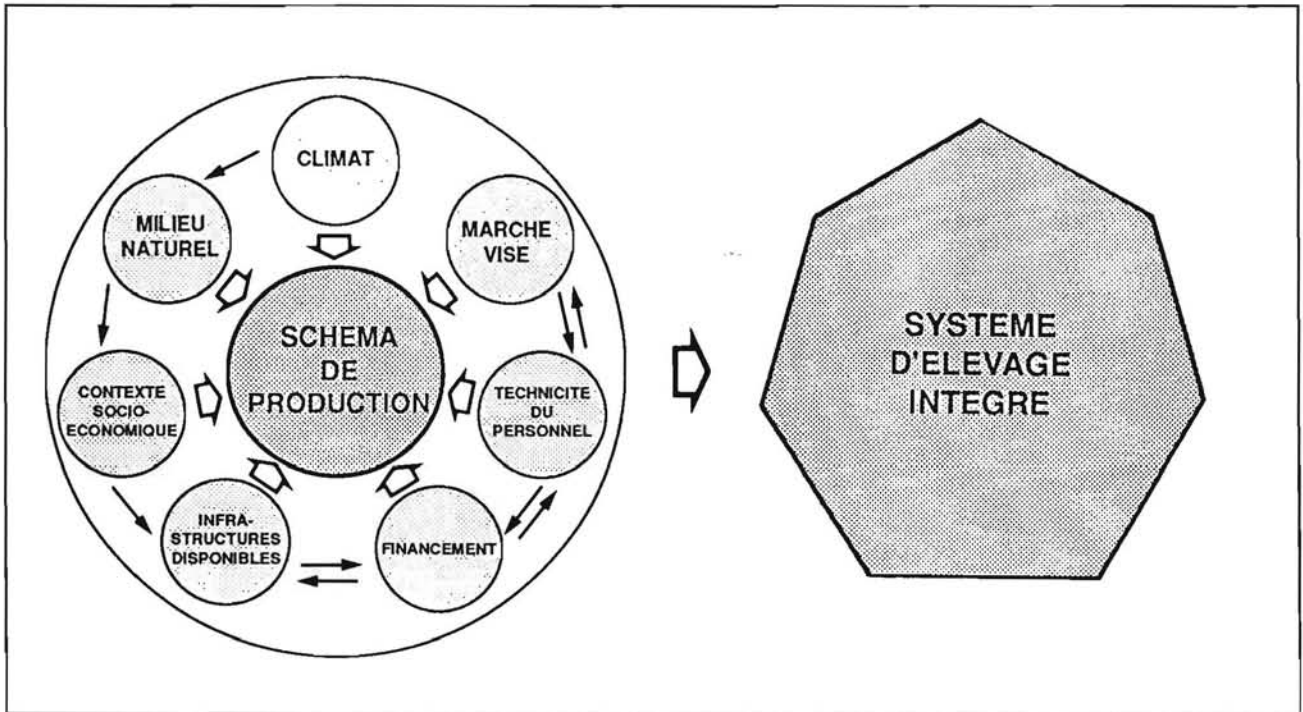
La mise au point des meilleurs schémas de production ne s'arrête pas là car ils ne peuvent être évalués "dans l'absolu" ou en référence à un seul site d'expérimentation donné, comme la station de Kourou par exemple.

En effet, tous les systèmes d'élevage sont sensibles aux conditions de l'environnement au sens large (climat, caractéristiques naturelles du sol et de l'eau, contexte socio-économique, niveau de technicité du personnel disponible) et aux objectifs visés (marché local ou exportation, catégories de tailles préférentielles, formes de conditionnement, etc...).

Le second travail de la recherche est donc d'intégrer dans l'analyse et l'appréciation finale tous ces éléments complémentaires du strict schéma de production. Cette approche permet alors de concevoir tout un système d'élevage (et pas seulement un schéma de production) en fonction des contraintes de chaque région, de chaque contexte (choix de la diversification agricole ou du développement industriel) ou du marché choisi.

Ainsi, par exemple, les systèmes continus ne sont pas adaptés en zones sub-tropicales où l'existence d'une saison froide favorise une gestion discontinue de l'élevage.

On peut illustrer cette manière de voir par le dessin ci-dessous qui montre que la définition d'un système d'élevage est un tout.



*Figure 1: Place du schéma de production dans l'ensemble du système d'élevage.*

Le choix du meilleur système d'élevage commence donc par un travail complexe d'analyse de tous les éléments qui peuvent influencer sur l'élevage. L'ensemble des contraintes identifiées permet alors de choisir le meilleur "moteur" du système: le schéma de production.

Sa définition précise est donc le fruit de toute une réflexion qui permet également d'optimiser les coûts prévisibles à priori, au lieu de corriger les erreurs de conception de l'élevage à posteriori.

C'est dans cette perspective d'une utilisation dans tout contexte géographique et humain de la ceinture tropicale que l'ensemble du programme expérimental mené en Guyane a été conçu et qu'il prend toute sa valeur.

SYSTEME D'ELEVAGE	PL	PREGROSSISSEMENT	GROSSISSEMENT 1	GROSSISSEMENT 2	OBSERVATIONS
CONTINU SIMPLE	●			<p>production cumulée</p>	<b>1. AVANTAGES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• simple et pratique</li> <li>• production régulière et homogène</li> <li>• gestion légère</li> <li>• biomasse toujours à l'optimum</li> </ul>
CONTINU 2 PHASES	●			<p>répartition dans le temps des productions correspondant aux restockages successifs</p>	<b>2. INCONVENIENTS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• cheptel difficile à évaluer et à contrôler</li> <li>• survie aléatoire en continu simple</li> <li>• efficacité de pêche jamais parfaite</li> <li>• envasement progressif du bassin</li> </ul>
CONTINU 3 PHASES AVEC TRI	●		<p>senne sélective + vidange</p> <p>senne sélective</p>	<p>N - 1 Restockage</p> <p>N</p> <p>N + 1</p> <p>structure-type de la population en phase de production</p>	<b>3. RENDEMENTS</b> <p>2 à 2,5 T/ha/an (Antilles-Guyane-P.Rico)</p> <p><b>Avantage spécifique du continu 3 phases:</b> meilleur contrôle de la phase finale (survie, densité) et donc de la production.</p>
<p>Le continu en 3 phases n'utilise qu'un seul des avantages du tri: la croissance compensatoire pour les animaux restant après le passage de la senne sélective (mais pas d'effet ni sur le sex-ratio, ni sur la structure future de la population). L'homogénéité relative des pêches commerciales provient du mélange progressif des restockages.</p>					

Tableau 4 SCHEMAS D'ELEVAGE : Les systèmes continus

SYSTEME D'ELEVAGE	PL	PREGROSSISSEMENT	GROSSISSEMENT 1	GROSSISSEMENT 2		OBSERVATIONS
				EXPLOITATION PRECOCE	EXPLOITATION TARDIVE	
DISCONTINU SEQUENTIEL (SANS TRI)						<p><b>1. AVANTAGES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bon contrôle du cheptel (croissance, survie et biomasse, surtout en 3 phases)</li> <li>• gestion plus adéquate des 2 sexes</li> <li>• fiabilité des rendements</li> <li>• assecs fréquents (pas d'envasement)</li> </ul> <p><b>2. INCONVENIENTS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• contrainte possible de remise en élevage si 2 phases</li> <li>• croissance compensatoire moins utilisée</li> <li>• production hétérogène</li> <li>• conception adaptée des bassins</li> <li>• technicité assez évoluée</li> </ul> <p><b>3. RENDEMENTS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 T/ha/an avec saison froide (Tahiti)</li> <li>• 3 à 3,7 T/ha/an sans saison froide (Brésil, Rep. Dominicaine)</li> </ul>
2 PHASES	●					
3 PHASES	●					

*NB: les schémas représentent la structure-type de la population étudiée.*

**Tableau 5 SCHEMAS D'ELEVAGE : Le système séquentiel**

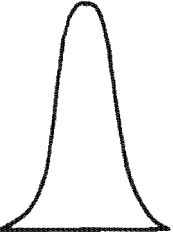
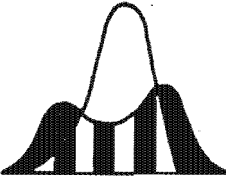
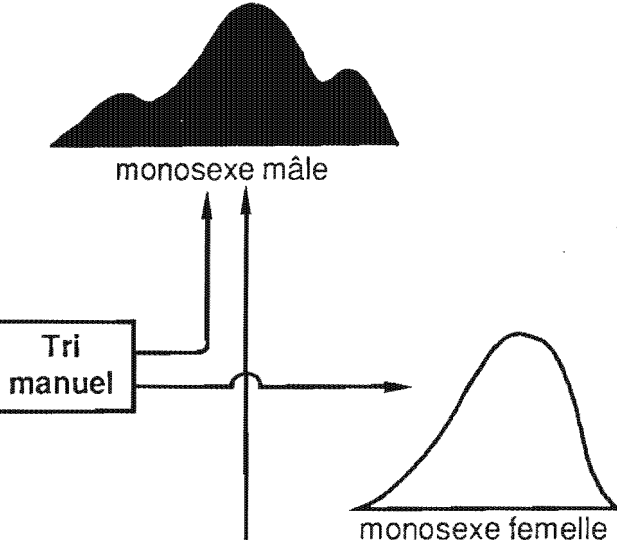
SYSTEME D'ELEVAGE	PL	PREGROSSISSEMENT	GROSSISSEMENT 1	GROSSISSEMENT 2		OBSERVATIONS
				EXPLOITATION PRECOCE	EXPLOITATION TARDIVE	
ELEVAGE MONOSEXE	●					<p><b>Expérimentation en cours</b></p> <p><b>1. AVANTAGES ATTENDUS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• production homogène (femelles)</li> <li>• gestion bien adaptée à chaque sexe</li> <li>• possibilité de re-trier les mâles pour une exploitation plus rapide</li> <li>• rendements très élevés pour monosex mâle.</li> </ul> <p><b>2. INCONVENIENTS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tri manuel inadapté pour l'exploitation commerciale</li> <li>• technicité élevée pour la gestion de géniteurs si succès de l'inversion sexuelle</li> </ul>
				<p>TRI MANUEL</p> <p>INVERSION SEXUELLE</p> <p>♂</p> <p>♀</p>	<p><i>NB: les schémas représentent la structure-type de la population étudiée.</i></p>	

Tableau 6 SCHEMAS D'ELEVAGE : Les élevages monosexes

SYSTEME D'ELEVAGE	PL	REGROSSISSEMENT	GROSSISSEMENT 1	GROSSISSEMENT 2 EXPLOITATION PRECOCE	OBSERVATIONS
DISCONTINU EN LOTS (AVEC TRI)				<i>NB: les schémas représentent la structure-type de la population étudiée.</i> ?	<b>Expérimentation en cours</b> <b>EFFETS ATTENDUS :</b> • pas de modification du sex-ratio • stimuler la croissance du lot de queue • production + homogène
2 PHASES	●			?	
3 PHASES	●				<b>Expérimentation en cours</b> <b>1. AVANTAGES ATTENDUS</b> • stimulation du lot de queue • fort rendement du lot de tête • gestion quasi séparée des sexes d'où meilleure homogénéité de chaque sous-population <b>2. INCONVENIENTS</b> • complexité et technicité élevées du système • technique de tri à grande échelle à mettre au point

**Tableau 7** SCHEMAS D'ELEVAGE : Les systèmes discontinus en lots homogènes

DEUXIEME PARTIE:  
COMPTE-RENDUS D'EXPERIENCES  
N° 1 à 5.

## COMPTE-RENDU D'EXPERIENCE N°1

### ACQUISITION D'UN OUTIL SIMPLE POUR SUIVRE L'EVOLUTION DE LA STRUCTURE D'UNE POPULATION DE CHEVRETTES EN ELEVAGE: L'ANALYSE DES MORPHOTYPES.

#### 1. INTRODUCTION

Contrairement à la croissance homogène des populations de crevettes de mer en élevage (Pénéides), la croissance des chevrettes est régie par des phénomènes de dominance qui conduisent à une structure complexe de la population. Il est indispensable de connaître avec précision cette structure et son évolution, afin de gérer de manière optimale le cheptel avec des techniques d'élevage adaptées.

#### 2. DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES

La structuration de la population est bien connue grâce aux travaux des équipes américaines et israéliennes réalisés pendant la phase de domestication de l'espèce (Universités d'Hawaï, du Texas, de Caroline du Sud, du Mississippi et de Jerusalem). Cette partie en résume les points les plus importants.

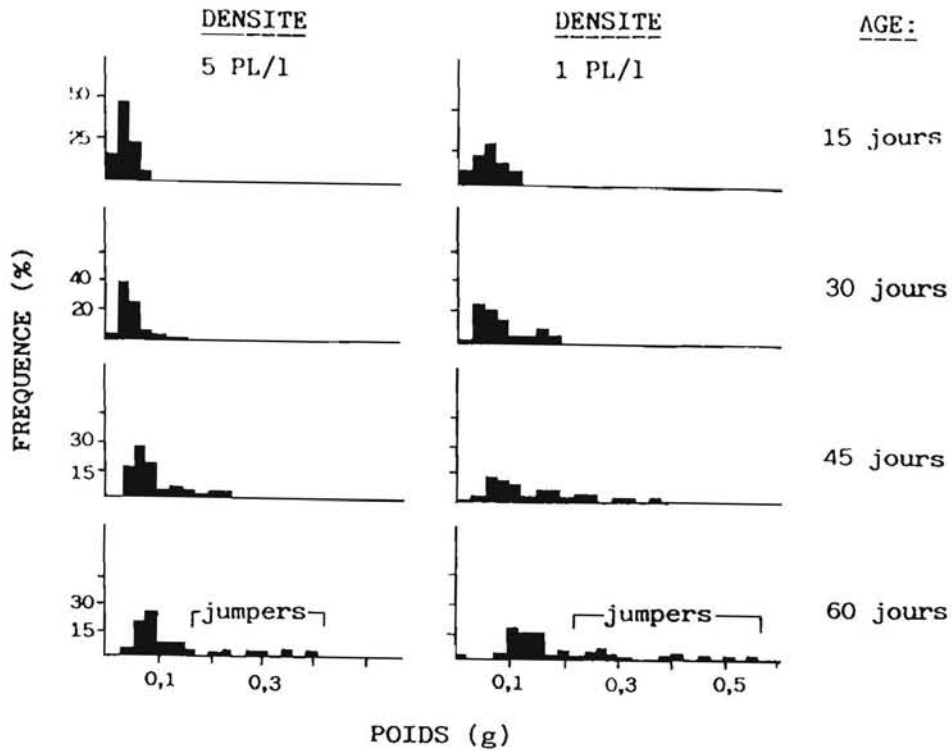
##### 2.1 CROISSANCE DES JUVENILES

A la métamorphose en fin d'élevage larvaire, les post-larves forment une population assez homogène. La courbe de distribution des poids est unimodale et sa variance est faible. Avec le temps, on observe un aplatissement de la courbe (donc une dispersion des tailles) et une asymétrie positive croissante de celle-ci. Cette asymétrie correspond à l'apparition d'individus mâles et femelles à croissance rapide, les "jumpers" (Fig. 1). Ainsi en deux mois, certains individus peuvent être d'un poids 10 fois supérieur à celui d'autres individus du même âge. Ce phénomène est appelé "croissance individuelle hétérogène" (Malecha et al., 1981, Ra'anan, 1982).

Cette croissance hétérogène (HIG en anglais: Heterogeneous Individual Growth) s'exprime d'autant mieux que les conditions d'élevage sont favorables. Plus la densité est forte, plus la croissance moyenne est faible et plus la courbe de distribution est resserrée (Fig. 1).

Les "jumpers" ont la capacité d'inhiber la croissance du reste de la population. Cependant, lorsque l'on les élimine sélectivement, la croissance du reste de la population est relancée. Ce phénomène est appelé "croissance compensatoire" (Ra'anan, 1982). Par la suite, l'asymétrie se régénère graduellement, traduisant la reformation d'un lot d'individus dominants.





**Figure 1:** Evolution des histogrammes de fréquence de poids pour différentes densités de stockage (d'après Ra'anan et Cohen, 1983).

## 2.2 CROISSANCE DES ADULTES

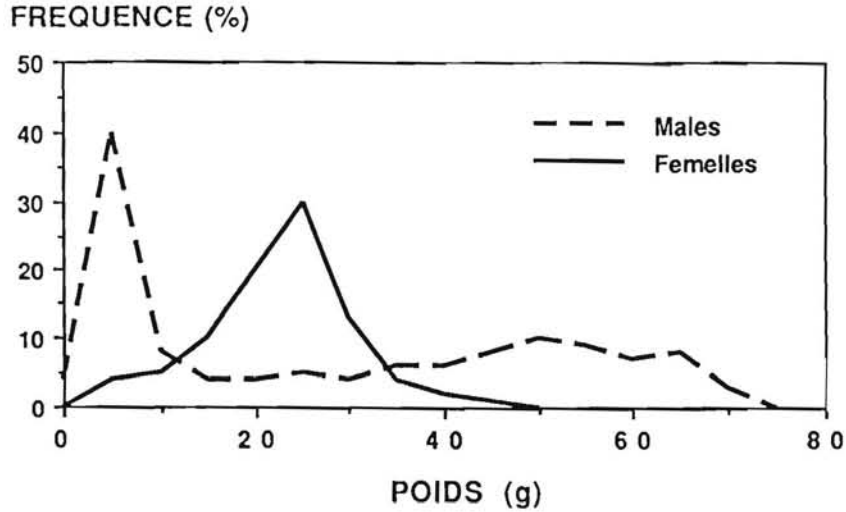
Avant la maturation sexuelle, les mâles et les femelles ont une croissance comparable. Ils sont ainsi représentés en égales proportions parmi les "jumpers" (Cohen et al., 1981). A partir de la maturation, soit vers 60 mm, on observe 2 phénomènes:

- la croissance des mâles et des femelles est différente. Les mâles ont une croissance individuelle hétérogène très marquée alors que celle des femelles reste assez homogène.
- un dimorphisme sexuel net apparaît.

### 2.2.1 Croissance des femelles

Les plus grosses femelles (jumpers) sont les premières à atteindre la maturation sexuelle. Elles investissent de l'énergie dans la reproduction (ovogénèse, oxygénation des oeufs...) au détriment de leur croissance. Elles sont ainsi rapidement rattrapées en taille par les autres femelles. La courbe de répartition devient alors plus homogène (pic unimodal central de la figure 2) et se conserve dans le temps.

Quelle que soit la densité, la croissance des femelles est plus lente et plus régulière que celle des mâles.

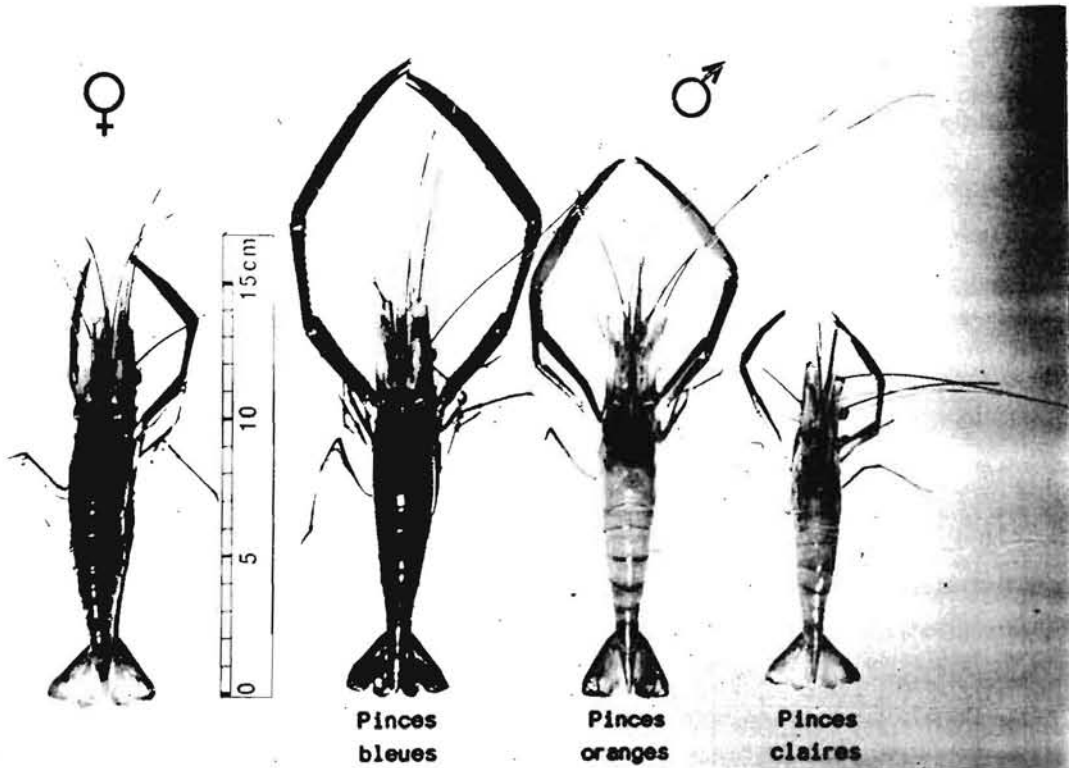


**Figure 2:** Courbes de distribution des poids dans une monocohorte après 6 mois de grossissement en bassin (d'après Ra'anan et Cohen, 1985).

### 2.2.2 Croissance des mâles

Dans une population adulte, les mâles montrent une distribution plurimodale répartie sur une vaste gamme de tailles (Fig. 2 et 3).

Trois types morphologiques de mâles, ou morphotypes, peuvent être identifiés par leur taille relative dans la population, la couleur des pinces P2 et le rapport *longueur des pinces/longueur du corps* (Brody et al., 1980; Cohen et al., 1981).



**Figure 3:** Femelle et mâles des trois morphotypes. Individus du même âge choisis dans une population adulte.

Dans la sous-population mâle adulte, on distingue (Fig. 3):

- 50 % de petits mâles à pinces claires,
- 40 % de mâles à pinces oranges,
- 10 % de gros mâles à pinces bleues.

Ces trois morphotypes dont les proportions relatives sont constantes quelles que soient les conditions d'élevage, correspondent à des rôles sociaux différents associés à la reproduction:

**- Petits mâles à pinces claires**

Ces petits mâles ont des pinces grêles, incolores ou rosées, toujours plus petites que le corps.

Ils n'ont pas de comportement territorial. Petits et très mobiles, ils évitent la compétition par la fuite ou en se réfugiant dans la colonne d'eau. Les petits mâles sont potentiellement reproducteurs mais dans les conditions naturelles, l'essentiel de la reproduction est assuré par les mâles dominants à pinces bleues.

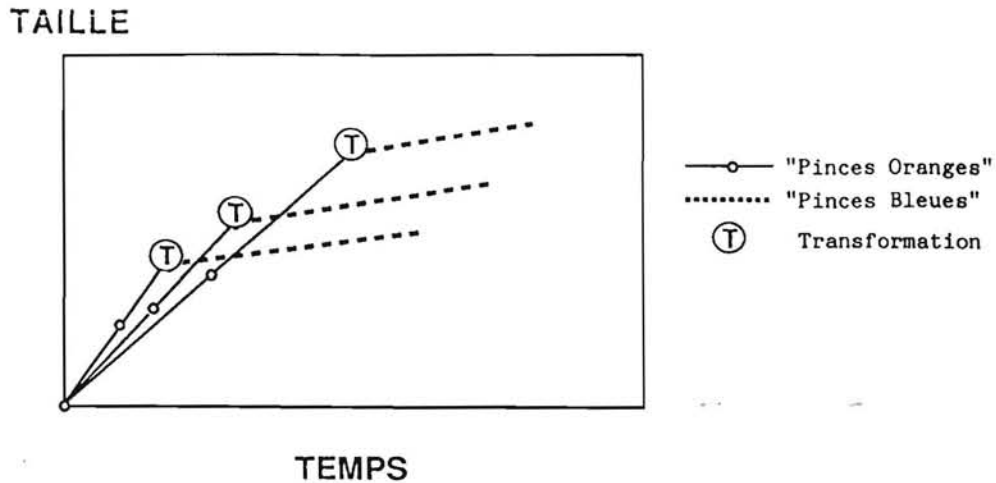
Dominés par le reste des mâles, ayant moins accès aux ressources, leur croissance est faible. Ils gardent cependant de fortes capacités de croissance puisque quand l'inhibition des mâles dominants disparaît (élimination par pêche sélective par exemple), ils font preuve d'une croissance compensatoire et passent à leur tour, "pinces oranges".

**- Mâles à pinces oranges**

Ils ont des pinces orange-vif mesurant environ 1 à 1,5 fois la longueur de leur corps. Ils sont sub-dominants, c'est à dire qu'ils sont dominés par les mâles à pinces bleues et qu'ils dominent les "pinces claires". Ils n'ont pas de comportement territorial et sont mobiles. Il ne participent pas à la reproduction et n'en possèdent pas les caractères comportementaux.

Leur système reproducteur est réduit alors que leur système digestif est très développé (Sagi et Ra'anan, 1988). Le stade "pinces oranges" correspond à une phase de croissance très rapide, aucune énergie n'étant consacrée à la reproduction.

Un mâle "pinces oranges" peut devenir "pinces bleues" s'il réussit à occuper le territoire d'un autre "pinces bleues" plus petit ou affaibli. Ses chances d'occuper un territoire dépendent donc de sa taille. Autrement dit, les premiers mâles qui deviennent "pinces bleues" ont une taille inférieure à ceux qui le deviendront par la suite (Fig. 4). Ce schéma de croissance et de maturation est nommé "leap frogging" ("saute-mouton").



**Figure 4:** Schéma de croissance des mâles en "leap frogging" (d'après Ra'anán et Cohen, 1985).

#### - Grands mâles à pincés bleus

Ces gros mâles sont dominants, agressifs et sexuellement actifs. Ils ont un comportement territorial très marqué. Ils se situent au sommet de la structure sociale. C'est le stade terminal et irréversible du développement des mâles. Ils possèdent de longues et puissantes pincés bleus, mesurant 1,5 à 2 fois la longueur du corps, qui les aident à délimiter leur territoire.

Les femelles prêtes à s'accoupler recherchent ces mâles qui les protègent pendant la période vulnérable de mue qui précède l'accouplement et ponte. Huit à dix femelles peuvent ainsi être associées à chaque mâle à pincés bleus.

Ces mâles utilisent leur énergie dans la reproduction et la protection des femelles, dans le développement et la régénération éventuelle de leurs longues pincés et dans la défense leur territoire. Leur croissance est très ralentie et la fréquence de mue diminuée. Leur système digestif est peu développé. La carapace de ces animaux se couvre souvent d'algues épibiontes qui leur donnent une teinte verdâtre.

Ainsi, dans une population sexuellement mature, les proportions des 3 morphotypes de mâles se stabilisent autour d'un point d'équilibre déterminé par des facteurs sociaux, liés à la reproduction et à l'accès aux ressources. Le schéma de croissance normal pour un mâle est donc:

pincés claires ---> pincés oranges ---> pincés bleus

### 3. MISE AU POINT D'UN OUTIL SIMPLE POUR LE SUIVI DE LA STRUCTURE DE LA POPULATION.

Pour connaître la structure de la population en élevage, l'aquaculteur pratique un échantillonnage et trace l'histogramme des fréquences de taille des animaux capturés. Si cet histogramme global donne la dispersion de la population, le poids moyen et la représentation de chaque classe de taille, la structure fine reste par contre inconnue: répartition des sexes, proportion des différents morphotypes, composition des classes commerciales ...

Une méthode simple a été mise au point à la station de Kourou. Elle consiste à relever la taille, le sexe et le morphotype au moment de l'échantillonnage puis à inclure ces données sur un histogramme détaillé. Le suivi dans le temps de ces histogrammes détaillés permet de mieux comprendre l'évolution de la structure de la population et de prévoir celle de la production.

### 3.1 MATERIEL ET METHODES

La méthode est appliquée à titre d'exemple sur un bassin de 2500 m<sup>2</sup> de la station expérimentale de Kourou. Ce bassin initialement stocké à 9,7 juvéniles par m<sup>2</sup>, est agé de 203 jours au moment de la première pêche.

L'échantillonnage est fait en prélevant en divers points du bassin, une quantité significative d'animaux à l'aide d'un filet statistique à petite maille (6 mm). Les animaux sont sexés, mesurés individuellement et les morphotypes sont déterminés (Fig. 5).

Les mesures sont regroupées par classes de tailles de 5 mm et l'effectif de chaque classe permet de tracer l'historgramme avant pêche (figure 6).

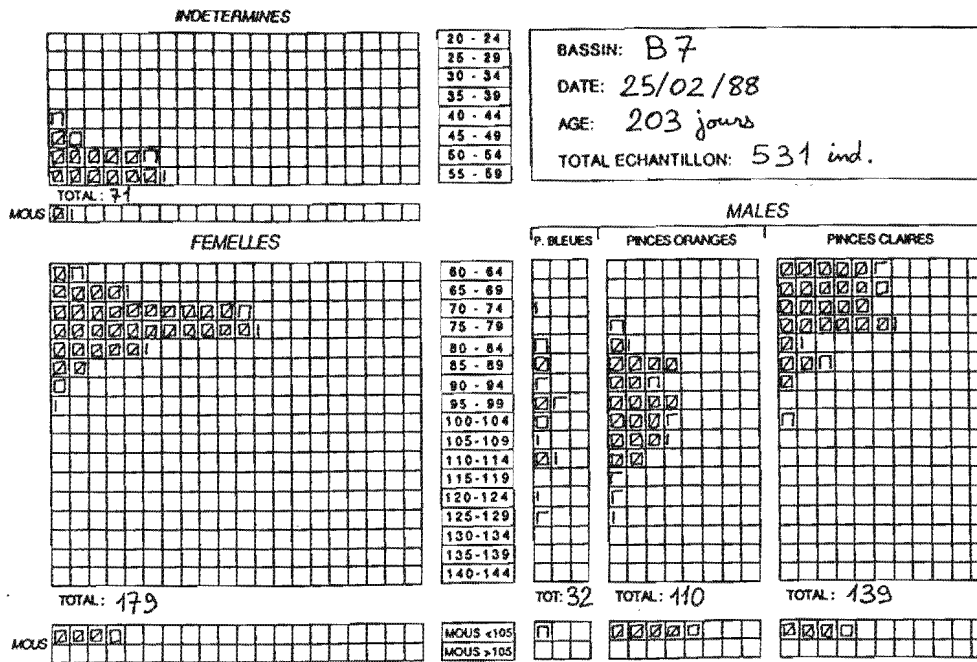


Figure 5: Grille de saisie utilisée pour réaliser les histogrammes détaillés.

La pêche commerciale se fait par passage d'un filet à maille 25 mm pour sélectionner les animaux de 40 g de poids moyen. Les animaux capturés sont également échantillonnés afin de connaître la composition précise de la production en termes de sexes et de morphotypes. Cette méthode est appliquée à chaque pêche commerciale, tous les quinze jours.

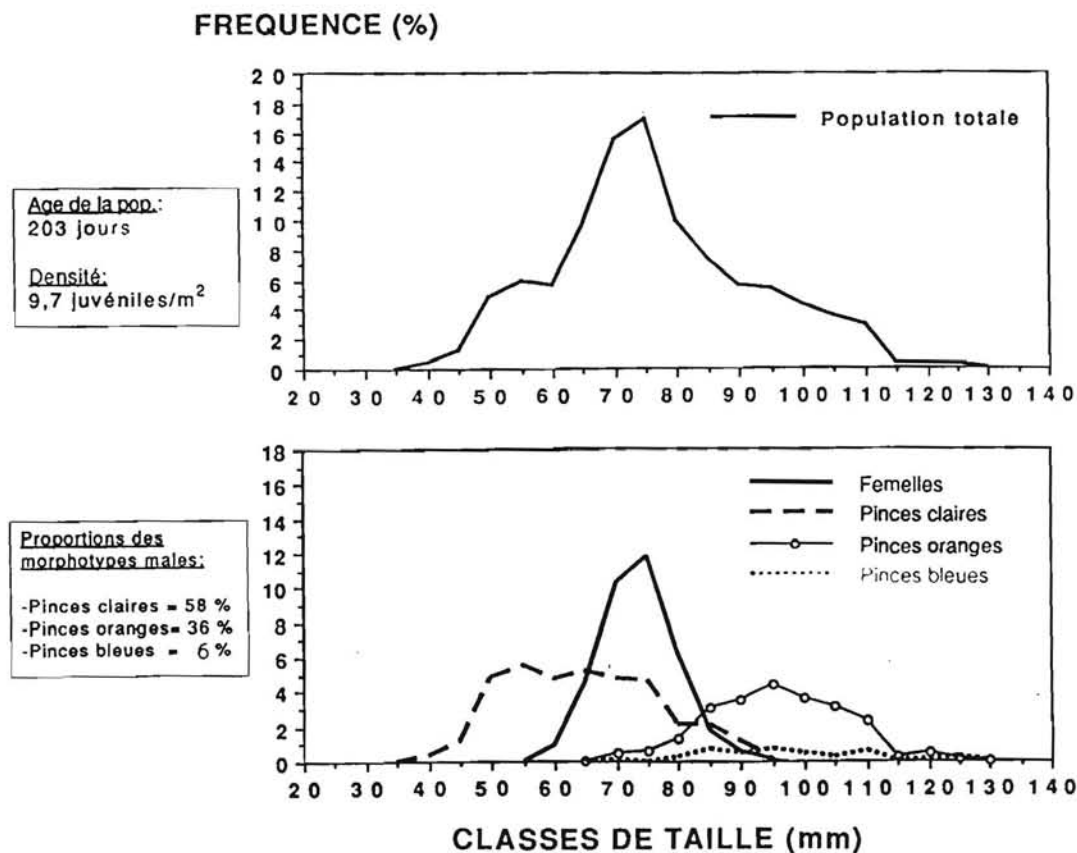
Nous allons montrer l'utilisation pratique de cet outil d'analyse au travers de 3 exemples d'application dans la gestion courante d'un bassin d'élevage.

### 3.2 RESULTATS ET DISCUSSION

#### a) Histogramme avant pêche.

La figure 6 présente les deux types d'histogrammes réalisables avant pêche, l'histogramme global et l'histogramme détaillé. Sur l'histogramme global, la population à la forme d'une courbe plurimodale. L'histogramme détaillé met en évidence 3 sous-populations:

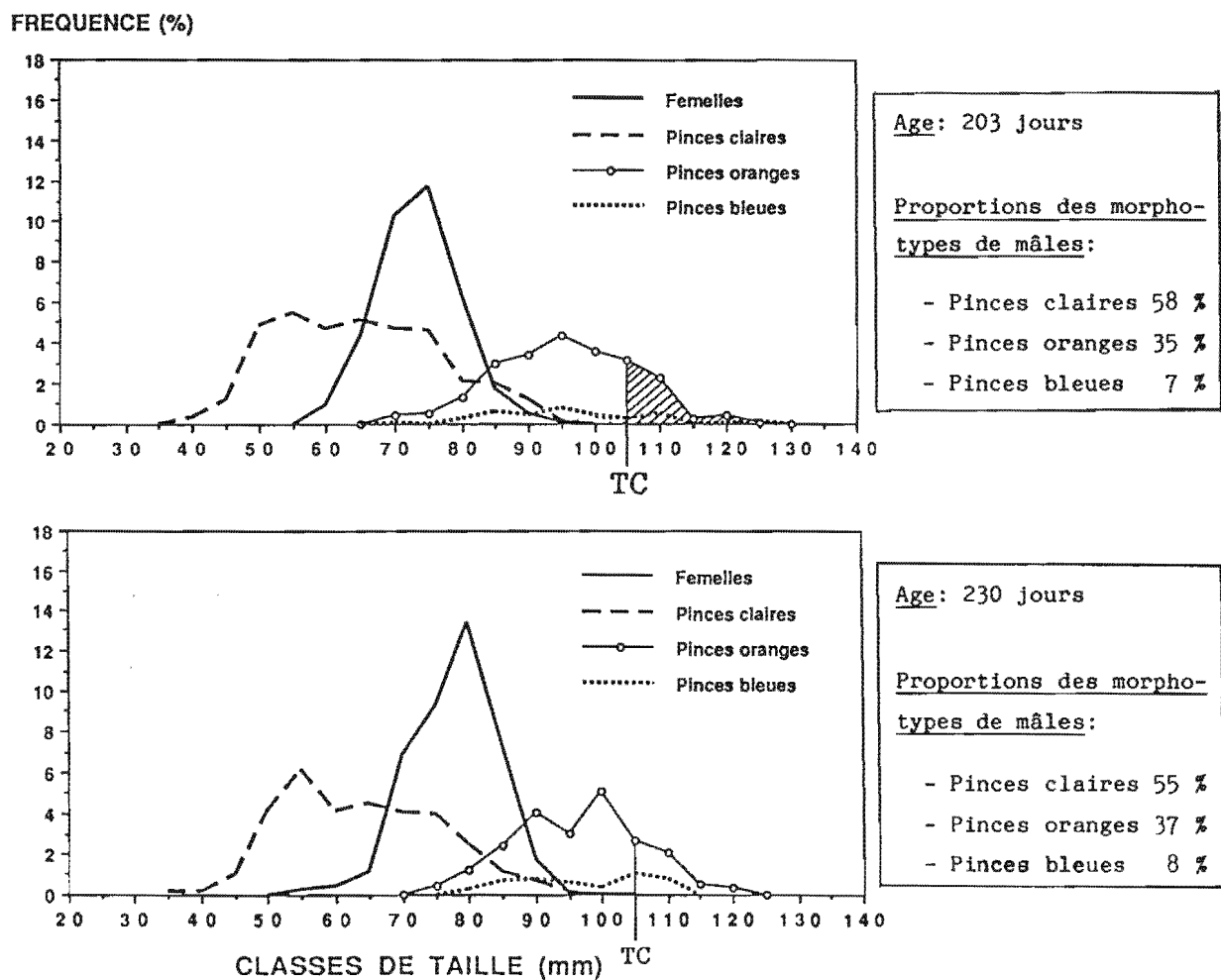
- une sous population répartie entre 40 et 95 mm composée des petits mâles dominés à pinces claires,
- une sous-population de femelles faiblement dispersée, sous forme d'une courbe unimodale centrée sur 75 mm,
- une sous-population de mâles dominants et subdominants, "pinces bleues" et "pinces oranges", étalée entre 70 et 130 mm.



*Figure 6: Comparaison des 2 types d'histogrammes réalisables avant pêche.*

Cette répartition correspond tout à fait aux données bibliographiques, tout comme les proportions des différents morphotypes (Fig. 7). L'image de la population ainsi obtenue est beaucoup plus précise que celle de l'histogramme global. En répétant cette méthode dans le temps, l'évolution de chaque sous-population pourra être suivie en détail.

b) Comparaison des histogrammes avant-pêche à 1 mois d'intervalle.



*Figure 7: Comparaison des histogrammes détaillés avant pêche à 1 mois d'intervalle (TC = Taille commercialisable)*

Ces deux figures permettent d'étudier l'évolution des sous populations entre deux pêches:

Mâles:

La pêche au 203<sup>ème</sup> jour prélève dans la population la fraction des mâles à pincés oranges et à pincés bleues de taille supérieure à 105 mm (partie hachurée).

Un mois plus tard, on constate à nouveau la présence d'animaux récoltables. Il y a donc eu remplacement des animaux capturés et retour aux proportions d'équilibre 5-4-1 des morphotypes mâles. Le retour à cet équilibre traduit les transferts "pincés claires" --> "orange" --> "bleues". Ainsi, les courbes des sous-populations de mâles dominés et dominants, s'aplatissent dans le temps plutôt qu'elles ne se déplacent (voir l'histogramme du même bassin 4 mois plus tard à la figure 8). A terme il y a cependant une évolution des proportions des différents morphotypes en raison de l'épuisement progressif de la sous-population dominée.

L'histogramme détaillé met donc en évidence la croissance compensatoire qui se produit après pêche d'une partie des animaux dominants.

#### Femelles:

Elles ont globalement grandi en un mois puisque le pic est centré sur une classe de taille supérieure (80-85 mm au lieu de 75-80 mm). Ce type d'histogramme permet de visualiser la croissance des femelles et donc de prévoir leur entrée dans la production.

#### c) Analyse de la pêche commerciale:

L'histogramme détaillé des pêches commerciales permet de suivre l'évolution de la composition de la pêche (tailles, sexes, morphotypes), renseignements utiles pour l'analyse des systèmes d'élevage et de la prédiction de la production.

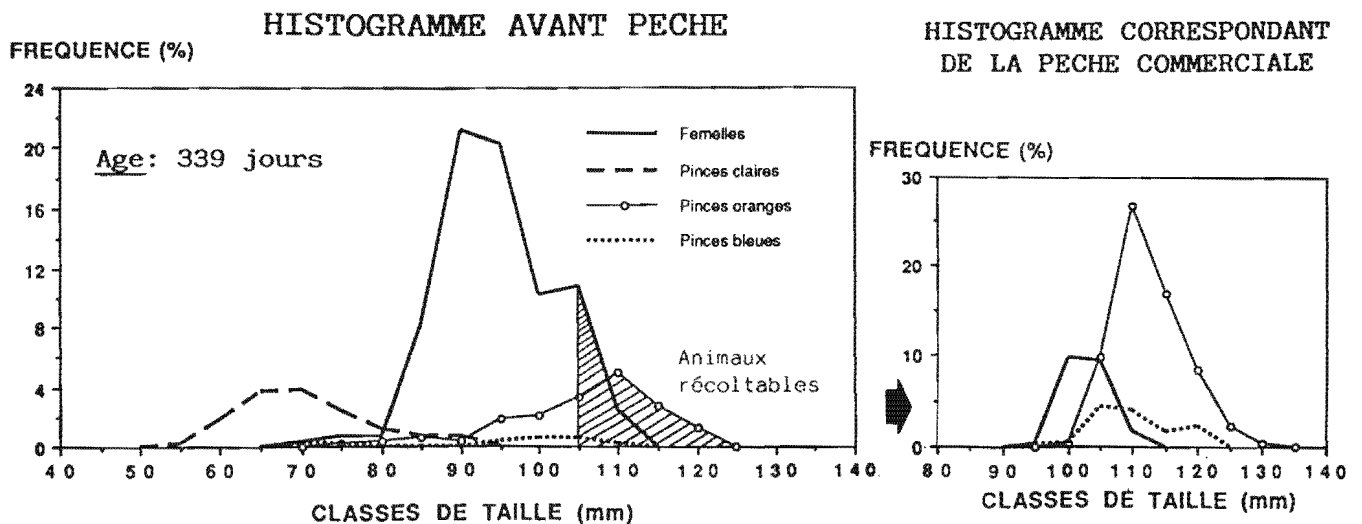


Figure 8: Mise en évidence de l'entrée en production des femelles.



#### 4. CONCLUSION

Pour l'aquaculteur, l'histogramme détaillé prenant en compte les sexes et les morphotypes est un outil de diagnostic beaucoup plus précis que l'histogramme global:

en cas de problème particulier dans un bassin, il permet de prendre la décision la plus adaptée: pêche, restockage, transfert d'animaux... L'histogramme détaillé constitue donc une véritable radiographie de la population.

en système d'élevage continu, le pic de la sous-population de femelles est un bon repère pour suivre l'évolution de chaque cohorte.

enfin, son utilisation régulière permet à l'aquaculteur de prévoir la composition de sa production et donc d'optimiser les conditions de commercialisation.

Pour la recherche, l'histogramme détaillé est le seul outil pour suivre la structuration fine de la population. Il permet également l'analyse de la composition de la production en fonction des différents schémas d'élevage. C'est enfin également un outil de prévision pour la restructuration d'une population en lots séparés: choix du moment optimal d'un tri et prévision de la composition des lots.

## BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- Brody, T., Cohen, D., Barnes, A. Spector, A., 1980. Yield characteristics of the prawn *Macrobrachium rosenbergii* in monoculture. *Aquaculture*. 21,375-385.
- Cohen, D., Ra'anan, Z. Brody, T., 1981. Population profile development and morphotypic differentiation in the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). *Proc. World Maricul. Soc.* 12,231-243.
- Malecha, S.R., Bigger, D., Brand, T., Levitt, A., Masuno, S. Weber, G., 1981. Genetic and environmental sources of growth pattern variation in the cultured freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. Paper presented at the World Mariculture Society Meeting, Venice, Italy, 21-25 Sept 1981, 20 pp,
- Ra'anan, Z. 1982. The ontogeny of social structure in the giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). Ph. D. thesis, Life Sciences Institute, Hebrew University of Jerusalem, Israel. 109 pp,
- Ra'anan, Z. Cohen, D., 1985. The ontogeny of social structure and population dynamics in the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. In: A. Wenner and F.R.Scham, eds., *Crustacean Issues 2: Crustacean growth*, 277-341, A.A.Balkema Publishers,
- Sagi, A. Z., Ra'anan, 1988. Morphotypic differentiation of males of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*: Changes in the midgut glands and the reproductive system. *Journal of Crustacean Biology*. 8,1,,43-47.

## COMPTE RENDU D'EXPERIENCE N° 2

### SUIVI DE LA PRODUCTION D'UNE POPULATION MONOCORTE EXPLOITEE PAR PECHE SELECTIVE JUSQU'A SON EPUISEMENT.

#### 1. OBJECTIF

Lors de sa croissance, une population de *Macrobrachium* se différencie en plusieurs morphotypes. Leur apparition est due à une organisation sociale intense par le biais de phénomènes de dominance à caractère essentiellement sexuel.

Cette hiérarchisation est liée à une forte hétérogénéité de croissance qui se répercute sur le niveau, l'allure et la composition de la production. L'objet de cet essai est de suivre la production d'une population soumise aux conditions d'exploitation suivante:

- pêche sélective au filet de 25 mm récoltant des individus de 40 g de poids moyen.
- expression totale de la cohorte jusqu'à l'épuisement du stock.

L'étude de cette production se fait sous deux aspects:

- aspect quantitatif en terme de biomasse produite.
- aspect qualitatif en terme de composition de cette biomasse (sexe et morphotype).

Ceci nous permettra, d'une part de suivre la mise en place des morphotypes dans la population, et d'autre part, de voir comment leur évolution influence le niveau et la composition de la récolte sélective.

L'étude de ces éléments doit nous permettre de dégager la meilleure façon d'exploiter une population de *Macrobrachium* en cycle discontinu. De plus, ils nous aideront à comprendre le fonctionnement du système d'élevage continu utilisé classiquement depuis plusieurs années aux Antilles-Guyane.

#### 2. MATERIEL ET METHODE

Cette étude a été menée sur deux essais effectués successivement de juillet 1986 à février février 1989 à la station de Kourou, la première manipulation ayant été interrompue accidentiellement par une rupture de digue.

1er essai: Juillet 1986-Octobre 1987, bassin B6.

Bien qu'arrêté avant la fin normale de l'élevage et n'ayant pas bénéficié d'un suivi des morphotypes dans la population et la récolte, cet essai a permis de retirer des informations quantitatives sur l'allure de la production.

2ème essai: Novembre 1987-Février 1989, bassin B7.

Cet essai servira de base à la réflexion car il a bénéficié tout au long de son déroulement d'un suivi complet et régulier jusqu'à l'épuisement final du stock introduit dans le bassin. Dans cet essai l'élaboration d'histogrammes de taille a été couplée à la détermination des morphotypes (voir C.R. d'expérience n° 1).

Dans ces 2 essais effectués en bassin de 2 500 m<sup>3</sup>, le renouvellement se fait à partir d'une station de pompage sur le fleuve Kourou à raison de 5 % du volume par jour en moyenne. Un brasseur-oxygénateur type Aire-O<sup>2</sup> de 2,5 cv fonctionne de 0 h à 6 h du matin et en fonction des relevés physico-chimiques. L'aliment est distribué manuellement à partir du bord du bassin, 1 fois par jour à la tombée de la nuit et ce, 6 jours par semaine.

Le suivi physico-chimique (oxygène, température, pH) est effectué matin et soir; les résultats sont consignés dans le tableau 1.

Mois	pH		O <sub>2</sub> (mg /l)		T (°C)		Alc(mg/l)	
	B6	B7	B6	B7	B6	B7	B6	B7
1	9,2	-	7,4	-	28,9	-	15	-
2	10	-	8,3	-	29,1	-	20	-
3	10	8,4	8	5,9	29,3	29,8	20	80
4	9,6	8,7	7,4	7,1	29,6	28,4	20	52
5	9,6	8,7	6,8	6,9	29	27,6	18	6,2
6	9,1	8,2	6,2	6,6	27,5	27,7	14	12,3
7	9,7	8,4	6,8	6,6	27,5	27,6	15	6,4
8	9,8	9,2	7,6	6,1	27,4	28,9	15	5,6
9	9,4	7,5	7,3	5,0	28,2	28,4	10	5,6
10	8,8	6,1	6,8	4,3	28,7	27,8	10	4,5
11	7,8	7,4	6,7	6,5	28,4	27,5	9	4,4
12	7,9	8,6	6,6	6,6	28,8	29	11	5,6
13	8,3	8,9	7,3	6,6	28,3	29,4	10	3,5
14	8,2	8,1	6,4	6,3	28,8	29,4	10	4,8
15	7,5	8,7	6,2	6,2	29,3	29,4	10	8
16	-	7,9	-	6,1	-	27,5	-	4
17	-	7,1	-	6,3	-	26,6	-	-
18	-	7,8	-	6,1	-	25,5	-	-

Tableau 1: Moyenne mensuelle des relevés physico-chimiques effectués durant les 2 essais de grossissement monocohorte.

On ne peut déceler sur B7 aucun accident physico-chimique contrairement à ce qu'on avait enregistré sur le pH en début d'élevage du B6. Ceci peut être expliqué:

- par la modération avec laquelle on a employé le CaCO<sub>3</sub> et son remplacement partiel par le CaSO<sub>4</sub> dans B7 (Tab.2).
- par l'absence de fertilisation organique (Tab.2).
- par une gestion plus rigoureuse du renouvellement et des aérateurs.

Le suivi du cheptel est fait bimensuellement à partir du 3ème mois d'élevage par des échantillonnages à la senne statistique de 6 mm. Lors de chacun d'entre eux, un histogramme de taille et un poids moyen sont effectués.

Les autres éléments spécifiques à chaque essai sont consignés dans le tableau 2.

<b>Libellé</b>	<b>B 6</b>	<b>B 7</b>
<b>AMENDEMENTS</b>		
- <i>Assec</i>	0,7 T/ha/an (CaCO <sub>3</sub> )	0,5T/ha(CaCO <sub>3</sub> )+0,5T/ha(CaSO <sub>4</sub> )
- <i>Aspersions</i>		
1 - 6 mois	1 T/ha (CaCO <sub>3</sub> )	0,5T/ha(CaCO <sub>3</sub> )+1,2T/ha(CaSO <sub>4</sub> )
7 - 12 mois	1,1 T/ha (CaCO <sub>3</sub> )	0,75 T/ha (CaCO <sub>3</sub> )
13 - 18 mois	Néant	Néant
<b>FERTILISATION</b>	2,6 T/ha de fiente de poule réparties sur les 2 premiers mois.	Néant
<b>ENSEMENCEMENT</b>	9 PL/m <sup>2</sup> en juillet 1986	9,7 juv/m <sup>2</sup> de pml 3,4 g en décembre 1987
<b>TRI A LA RECOLTE</b>	Manuel 115 mm	Manuel 110 mm pour les mâles Manuel 105 mm pour les femelles

Tableau 2: Principales différences entre les 2 essais de grossissement monocohorte.

### 3. RESULTATS

#### 3.1. Croissance

La différence entre les 2 courbes de croissance visible sur la figure 1, provient essentiellement du retard en croissance pris par les juvéniles lors du prégrossissement précédant le transfert dans le bassin B7 (3,4 g à 94 jours contre 8,2 g à 110 jours dans le B6). Par la suite, les 2 courbes sont globalement parallèles. Après l'apparition des premières pêches partielles, la courbe s'infléchit dans les 2 cas à cause de l'écroulement dû à la récolte.

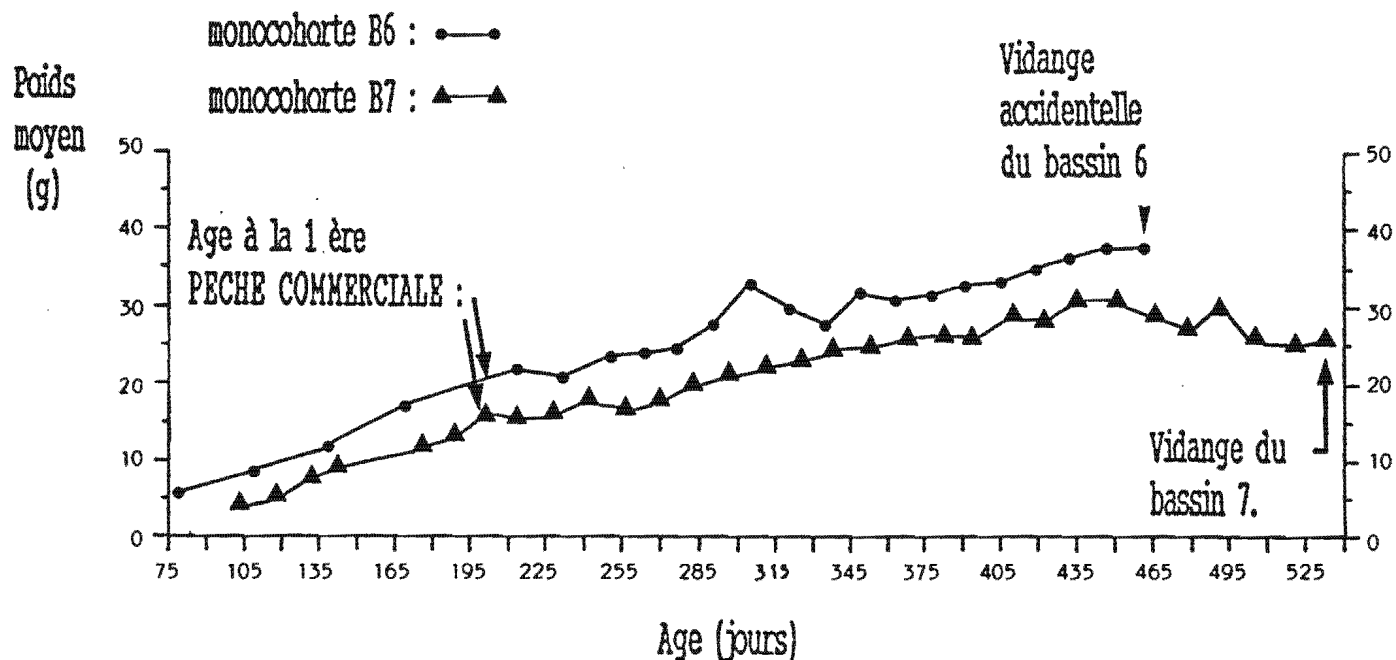


Figure 1: Croissance comparée des 2 populations monocoheres soumises à une pêche sélective prélevant des individus de 40 g de poids moyen.

### 3.2. Production (Fig.2)

3.2.1. En terme quantitatif, les informations à retenir de ces deux essais sont les suivantes:

- la durée de la cohorte depuis l'ensemencement des post-larves jusqu'à l'épuisement du stock est de 18 mois. A ce stade, il reste dans le bassin moins de 2 % de l'ensemencement initial.

- Dans les deux bassins, la première pêche est intervenue à 200 jours environ. Dans le cas du B7, l'allure de la courbe indique que la récolte aurait pu intervenir plus tôt.

- Le poids moyen de pêche est très homogène dans le temps (36 g à 43,6 g; moyenne 39,4 g) même lors de l'entrée en production des femelles (tri à 105 mm contre 110 mm pour les mâles).

- La production mensuelle est relativement homogène du 7<sup>ème</sup> au 16<sup>ème</sup> mois.

- L'allure de la courbe de production est bimodale si on lisse les 2 premiers mois de production. Les modes correspondent au 11<sup>ème</sup> et 16<sup>ème</sup> mois.

3.2.2. En terme qualitatif, le suivi des morphotypes et du sexe dans la récolte a permis de montrer que le premier pic était essentiellement constitué de mâles et le deuxième de femelles (Fig.2).

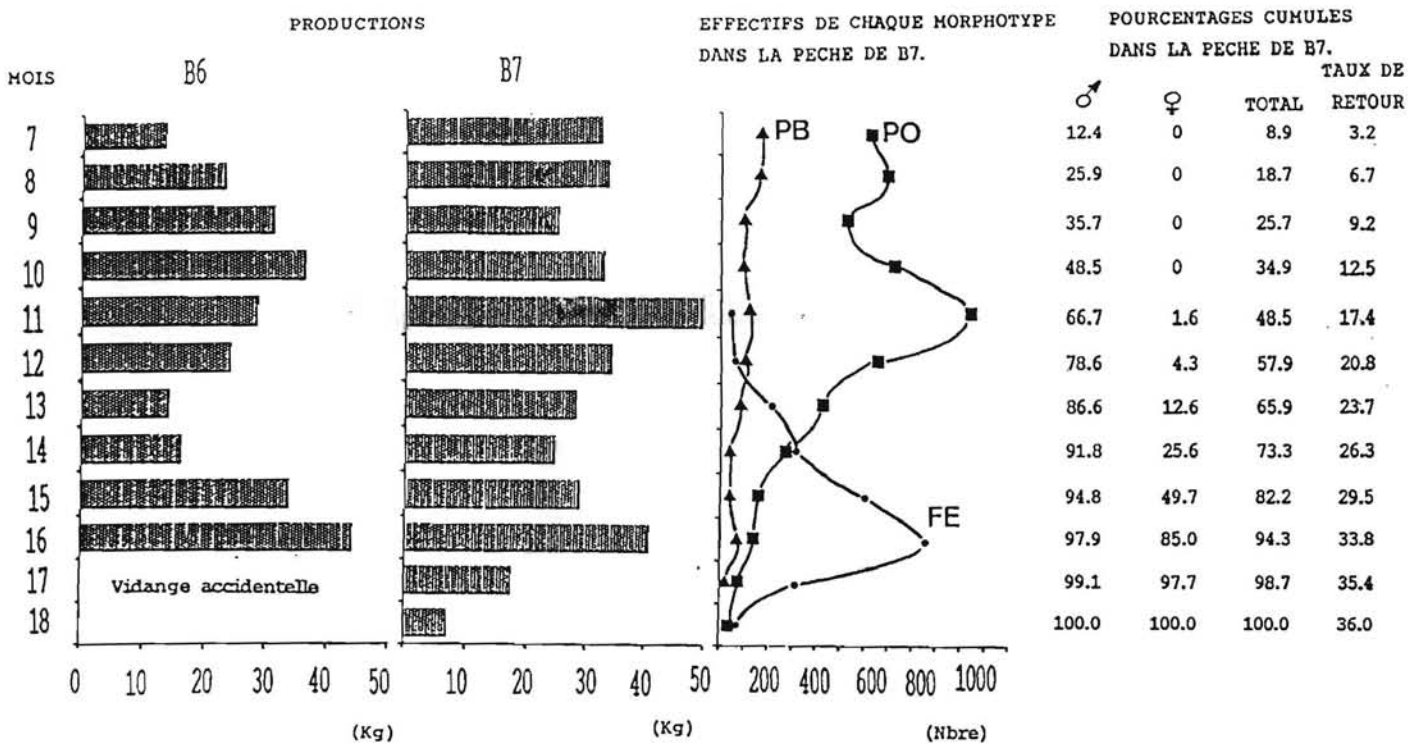


Figure 2: Evolution dans le temps de la production par pêche sélective de 2 monocohortes exploitées jusqu'à leur épuisement.

#### Chez les mâles:

- 1- 91,8 % des mâles sont pêchés au bout de 14 mois.
- 2- 5 mâles sur 6 sont pêchés sous leur forme "pincés oranges" et aucun "pincés claires" n'a été récolté à la maille de 25 mm.
- 3- Dans la population en bassin, les rapports entre les 3 morphotypes de mâles sont globalement respectés. On obtient en moyenne:
  - . 8 % de mâles à pincés bleues.
  - . 41 % de mâles à pincés oranges.
  - . 51 % de mâles à pincés claires.

Ces chiffres se rapprochent des données relevées dans la bibliographie: PB/PO/PC = 1/4/5 (Cohen et al, 1981; Brody et al, 1980).

La pêche prélevant uniquement des pincés bleues et des pincés oranges, ceci indique clairement la transformation PC  $\longrightarrow$  PO  $\longrightarrow$  PB à la suite de la récolte sélective qui tend à rééquilibrer les pourcentages de chaque morphotype.

De même, conformément à l'ensemble de la bibliographie, ces résultats confirment que les mâles constituent la sous-population à croissance la plus rapide.

#### Chez les femelles:

- 1- 93,4 % des femelles <sup>pêchées</sup> sont <sup>pêchées</sup> entre le 13ème et le 17ème mois.
- 2- Leur croissance est lente (entrée en production à 11 mois) mais très homogène: le coefficient de variation sur la longueur (écart

type/moyenne) est de 7 % à ce moment là, contre 12 à 25 % dans une population mixte.

Ces chiffres sont à rapprocher de ceux donnés par Ra'anan et Cohen en 1984: le coefficient de variation sur le poids est de 27 % pour les femelles contre 71 % pour les mâles. Ceci explique que la durée de production soit plus faible (6-7 mois) que celle des mâles (12 mois).

- 3- Avant l'intervention des pêches partielles, le sex ratio est d'environ 1,9 soit 35 % de femelles. Dans la récolte globale, les femelles représentent 27,5% du total: la différence peut provenir de leur croissance lente, la mortalité mensuelle résiduelle s'appliquant sur un temps plus long.

Ces chiffres sont en totale contradiction avec la bibliographie qui enregistre généralement une majorité de femelles: 60 % (Smith et al., 1982; Smith et al., 1978; Karplus et al., 1986); ou 54 % (D'Abramo et al., 1986; Smith et al., 1981). Les interprétations apportées par Karplus en 1986, et par Smith et Sandifer en 1978, sont les suivantes:

- 1- conditions d'environnement qui favorisent le développement des femelles.
- 2- différence de sex-ratio au stockage.
- 3- mortalité sélective des mâles.

Nos chiffres restent donc à confirmer dans d'autres essais analogues.

### 3.3. Résultats d'élevage

Le tableau 3 résume les principaux résultats.

<i>Libellé</i>	<i>B 6</i>	<i>B 7</i>
<i>Durée totale</i>	<i>465 j</i>	<i>548 j</i>
<i>Biomasse initiale</i>	<i>0,2 kg</i>	<i>83,3 kg</i>
<i>Taux de conversion</i>	<i>3,8</i>	<i>6,9</i>
<i>Survie</i>	<i>27,8 %</i>	<i>40,1 %</i>
<i>Taux de retour</i>	<i>27,8 %</i>	<i>35,8 %</i>
<i>Pêches partielles</i>	<i>19</i>	<i>25</i>
<i>Prod.P/partielles</i>	<i>276,0 kg</i>	<i>347,8 kg</i>
<i>Prod. vidange</i>	<i>-</i>	<i>9,3 kg</i>
<i>Prod.nette globale</i>	<i>275,8 kg</i>	<i>273,8 kg</i>
<i>Rendement</i>	<i>0,87 T/ha/an</i>	<i>0,88 T/ha/an</i>

Tableau 3: Principaux résultats d'élevage enregistrés en grossissement monocohorte long.



La différence entre le taux de retour (nombre d'animaux récoltés à la maille sélective/nombre d'animaux introduits) et le taux de survie provient de:

- reliquat à la vidange (1,7 % de l'ensemencement initial): il est constitué essentiellement de petits mâles à pinces claires.
- prélèvement en cours de cycle de femelles grainées pour l'écloserie (0,5 % de l'ensemencement initial).
- individus non commercialisables (2,2 % de l'ensemencement initial): il s'agit de petits mâles à pinces bleues couverts d'épibiontes, d'individus nécrosés ou d'erreurs de tri.

Le taux de conversion est extrêmement mauvais car nous désirions que l'alimentation ne soit pas un facteur limitant de la production. De plus l'adéquation de la ration est difficile en fin d'élevage à cause de la longueur de cycle qui introduit un biais croissant sur l'estimation de l'effectif.

Le rendement est lui aussi mauvais car on voulait exploiter la cohorte jusqu'à son épuisement, ce qui a provoqué une sous-utilisation de la surface en fin d'élevage.

#### 4. DISCUSSION

Les résultats montrent bien que le système discontinu sous cette forme est un schéma d'élevage inadapté au *Macrobrachium*. Il demande à être optimisé en utilisant les informations apportées principalement par l'étude de la production et du cheptel.

Les faiblesses mises en évidence sont les suivantes:

- expression complète de la cohorte induisant un cycle de production extrêmement long incompatible avec des critères de rentabilité.
- taux d'exploitation de la population initiale très faible malgré la longueur du cycle (taux de retour: 36 %).
- difficulté de gestion de la ration alimentaire à cause de l'intervention de pêches partielles et surtout à cause de la durée du cycle qui rend difficile l'estimation de l'effectif en bassin, nécessaire pour l'adéquation de l'alimentation.
- sous-utilisation de la surface en fin d'élevage (sous-densité).

En terme de schéma d'élevage, le bénéfice maximum serait obtenu par une interruption du cycle à un âge de 14 mois car à ce stade:

- le taux de retour est de 26,3 % pour un taux final de 36 %.
- 91,8 % des mâles et 25,6 % des femelles ont été récoltés.
- les femelles représentent 65 % de la population restante et sont en majorité commercialisables dans la classe 30-40 ind/kg.
- les 35 % de mâles restant représentent environ 6 % de l'ensemencement initial.

Compte tenu des caractéristiques de la population décrites au chapitre 3-2-2 et dans le compte-rendu d'expérience n° 1, l'optimisation de ce schéma d'élevage demande de:

- 1- raccourcir le cycle de production afin d'optimiser l'utilisation de la surface et de l'aliment.
- 2- favoriser la croissance compensatoire, moteur de la croissance chez les mâles en procédant à des levées de dominance ayant le maximum d'effet sur la population subrécoltable.
- 3- commercialiser les femelles à un poids moyen inférieur.

Au raccourcissement du cycle, il faudra donc associer impérativement une diminution du poids moyen de pêche afin:

- de permettre un écrémage le plus précoce possible des individus dominants apparus pendant la phase de croissance sans pêche.
- de prélever un maximum d'individus à chaque pêche sélective pour utiliser au mieux le phénomène de la croissance compensatoire chez les mâles qui devraient constituer la majorité de la production dans un cycle court.
- de commencer l'exploitation des femelles en fin de cycle pour diminuer le stock inexploité à la vidange.

En fonction de l'allure et de la composition de la population à la vidange, il conviendra de juger de l'opportunité d'une forme de remise en élevage de ce stock inexploité.

Ainsi, l'allure de la courbe de production, les caractéristiques connues de chaque sexe, notamment en matière de croissance et de distribution de taille, semblent indiquer que l'optimisation de ces schémas pour le *Macrobrachium* passe par une gestion différentielle des deux sexes.

Il existe 3 voies pour parvenir à ces fins:

- la première est celle décrite plus haut qui permet à l'exploitation des mâles et des femelles séparément grâce à leurs entrées en production différées. Elle sera testée à court terme en 1989.
- la deuxième consiste à constituer des lots plus homogènes dès le départ du grossissement en effectuant un tri précoce (par exemple en fin de prégrossissement). Ceci est conditionné par la mise au point d'un système de tri efficace et par la détermination d'une taille à laquelle la séparation aboutit à des lots où le sex ratio est déséquilibré en faveur de l'un des 2 sexes. La croissance et la répartition des tailles dans chaque sexe permet d'envisager cette formule à moyen terme (1990).
- la dernière voie serait d'obtenir dès la sortie d'écloserie des populations de post-larves monosexes en effectuant des interventions chirurgicales sur les parents. Cette investigation est menée au COP à Tahiti.

## 5. CONCLUSION

Cette expérimentation constitue une bonne référence de défilement d'une population de *Macrobrachium* en condition guyanaise. Lors de son exploitation pour une pêche sélective régulière à un poids moyen de 40 g, la production obtenue a une allure bimodale. Les deux modes, coïncidant chacun au pic de pêche de chaque sexe, traduisent une croissance différente:

- celle des mâles, régie par des phénomènes d'interactions sociales, est rapide mais dépend de levée d'inhibition par les récoltes sélectives,
- celle des femelles, moins dépendante des interactions sociales, est plus homogène mais plus lente ce qui provoque un allongement du cycle quand on les exploite à 40 g.

L'optimisation de ce système d'élevage passe donc obligatoirement par une réduction de la durée du cycle de production et une diminution du poids moyen de pêche afin d'aboutir à une gestion différentielle des deux sexes.

Ceci constituera le prochain volet de nos expérimentations sur les schémas d'élevage qui essaiera de déterminer des normes optimales de grossissement dans le cadre qui s'est dégagé de cet essai.

## BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- Brody, T., Cohen, D., Barnes, A. Spector, A., 1980. Yield characteristics of the prawn *Macrobrachium rosenbergii* in monoculture. *Aquaculture*. 21,375-385.
- Cohen, D., Ra'anan, Z. Brody, T., 1981. Population profile development and morphotypic differentiation in the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). *Proc. World Maricul. Soc.* 12,231-243.
- D'Abramo, L.R., H.R., Robinette, J.M., Heinen, Z., Ra'anan D., Cohen, 1986. Polyculture of the freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) with a mixed-size population of channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture*. 59,71-80.
- Karplus, I., G., Hulata, G.W., Wohlfarth A., Halevy, 1986. The effect of density of *Macrobrachium rosenbergii* raised in earthen ponds on their population structure and weight distribution. *Aquaculture*. 52,307-320.
- Ra'anan, Z. Cohen, D., 1984. The effect of group interactions on the development of size distribution in *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) juvenile populations. *Bioll. Bull.* 166,22-31.
- Smith, T.I.J., Sandifer, P.A. Smith, M.H., 1978. Population structure of Malaysian prawns, *Macrobrachium rosenbergii* (de Man), reared in earthen ponds in South Carolina, 1974-1976. Presented at the World Mariculture Society Meeting, 1978, pp:21-37.
- Smith, T.I.J., Sandifer, P.A., Jenkins, W.E. Stokes, A.D., 1981. Effect of population structure and density at stocking on production and commercial feasibility of prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) farming in temperate climates. *J. World Maricul. Soc.* 12,1,233-250.
- Smith, T.I.J., Sandifer, P.A., Jenkins, W.E., Stokes, A.D. Murray, G., 1982. Pond rearing trials with Malaysian prawns, *Macrobrachium rosenbergii*, by private growers in South Carolina, 1981. *J. World Maricul. Soc.* 13,41,55-213.

## COMPTE RENDU D'EXPERIENCE N° 3

### ELEVAGE MONOSEXE FEMELLE

#### 1. OBJECTIF

Dans une population mixte, de fortes interactions sociales affectent la croissance et donc le rendement. Ces interactions sont essentiellement liées au comportement sexuel des animaux et concernent surtout les mâles (Ra'anan et Cohen, 1985). Aussi, il était logique de penser qu'un élevage à sexes séparés devait permettre d'obtenir de meilleures performances de croissance et de production, en réduisant la part d'énergie consacrée dans l'activité sexuelle.

Dans le contexte guyanais, la réalisation d'un élevage monosexé femelle correspondait à des besoins précis:

- obtenir des informations complémentaires des connaissances déjà acquises sur les femelles par l'analyse des morphotypes sur les élevages monocohortes (cf C.R. n° 1 et n° 2).

- disposer d'un standard de croissance propre aux femelles. C'est une référence indispensable dans le programme d'expérimentations de Kourou car elle apporte les bases nécessaires pour de expériences fines n'utilisant que des femelles.

- pouvoir comparer ces résultats de croissance, de survie, de production et de rendement avec ceux des équipes israéliennes et américaines, bien avancées dans ce domaine (Smith et al, 1978; Brody et al, 1980; Sagi et al, 1986; Cohen et al, 1988).

#### 2. MATERIEL ET METHODE

Cette étude a été réalisée sur un seul essai mené entre juin 1988 et mars 1989. Les 3 000 juvéniles femelles ont été triés à la main sur la base des caractères sexuels visibles (gonades en vue dorsale, absence d'orifices génitaux entre les attaches des cinquièmes pattes locomotrices, en vue ventrale). Ce tri a été effectué à l'issue d'une phase de 6 mois de prégrossissement à une densité de 40 ind/m<sup>2</sup>. Les femelles ont été stockées à une densité de 6 ind/m<sup>2</sup>, dans un bassin en terre de 500 m<sup>2</sup>. Le poids moyen au stockage était de 7,03 g.

Le cheptel est nourri durant toute la durée de l'élevage avec deux aliments de composition comparable (29-30 % de protéines, 2,5 % de lipides). La ration alimentaire est ajustée en fonction de la biomasse. La distribution de l'aliment est faite manuellement une fois par jour, le soir, 6 jours par semaine.

Trois paramètres physico-chimiques sont relevés quotidiennement: la température et l'oxygène le matin, le pH le soir. Les variations de l'alcalinité ont également été mesurées régulièrement. Le tableau 1 résume les principales valeurs des paramètres physico-chimiques mesurés durant l'élevage.

La population est échantillonnée deux fois par mois. Les données acquises sur le cheptel sont les suivantes:

- distribution de fréquence des tailles

- poids moyen
- longueur moyenne
- coefficient de variation

Deux autres critères sont également utilisés:

- le coefficient d'asymétrie afin de comparer ses valeurs à celles mentionnées dans des études déjà existantes (Smith et al., 1978; Brody et al., 1980; Cohen et al., 1981).

- le coefficient d'aplatissement, pour les mêmes raisons.

Mois	pH	O <sub>2</sub> (mg/l)	T (°C)	Alc (mg/l)
Juin	7,9	7,2	27,8	4,5
Juillet	9,0	7,4	27,5	4,4
Août	8,0	7,0	29,0	5,6
Septembre	8,0	5,9	29,4	3,5
Octobre	7,2	5,0	29,4	4,8
Novembre	7,9	5,0	29,4	8,0
Décembre	7,8	5,3	27,5	4,0
Janvier	6,8	5,2	26,6	-
Février	6,9	5,3	25,5	-
Mars	7,3	4,6	26,5	-

Tableau 1: Moyenne mensuelle des principaux paramètres physico-chimiques suivis durant l'élevage monosexé femelle.

Aucune pêche sélective n'a été réalisée. Les seuls individus retirés ont été les 89 mâles (moins de 3 % de la population) capturés au cours des échantillonnages. Le bassin a été vidangé au bout de 285 jours d'élevage.

Le tableau 2 résume les principales conditions de cet élevage:

Densité initiale	6 femelles/m <sup>2</sup>
Durée	285 jrs
Amendement	1050 kg/ha CaCo <sub>3</sub> - épandage en surface, en 3 apports
Renouvellement	5-10 % /jour, en fonction de la physico-chimie
Brassage	Aire-O <sub>2</sub> : 0.5 ch; séquence 0h - 6h

Tableau 2: Principales conditions de l'élevage monosexé femelle.

### 3. RESULTATS

Le tableau 3 résume les principaux résultats d'élevage.

<i>Durée totale</i>	<i>285 jours</i>
<i>Biomasse initiale</i>	<i>21 kg</i>
<i>Taux de conversion</i>	<i>9,7</i>
<i>Survie</i>	<i>50,4 %</i>
<i>Taux de retour</i>	<i>50,4 %</i>
<i>Pêches partielles</i>	<i>Aucune</i>
<i>Récolte à la vidange</i>	<i>56,8 kg</i>
<i>Prod. nette globale</i>	<i>35,8 kg</i>
<i>Rendement</i>	<i>0,91 T/ha/an</i>

Tableau 3: *Principaux résultats de l'élevage monosexe.*

#### 3.1. La croissance

Elle est faible, nettement inférieure à la courbe de croissance de référence obtenue pour une population mixte (Fig.1). Elle ne montre pas de ralentissement au cours du temps mais laisse apparaître une rupture de pente à partir de 300 jours. De part et d'autre de ce point l'allure de la courbe est linéaire.

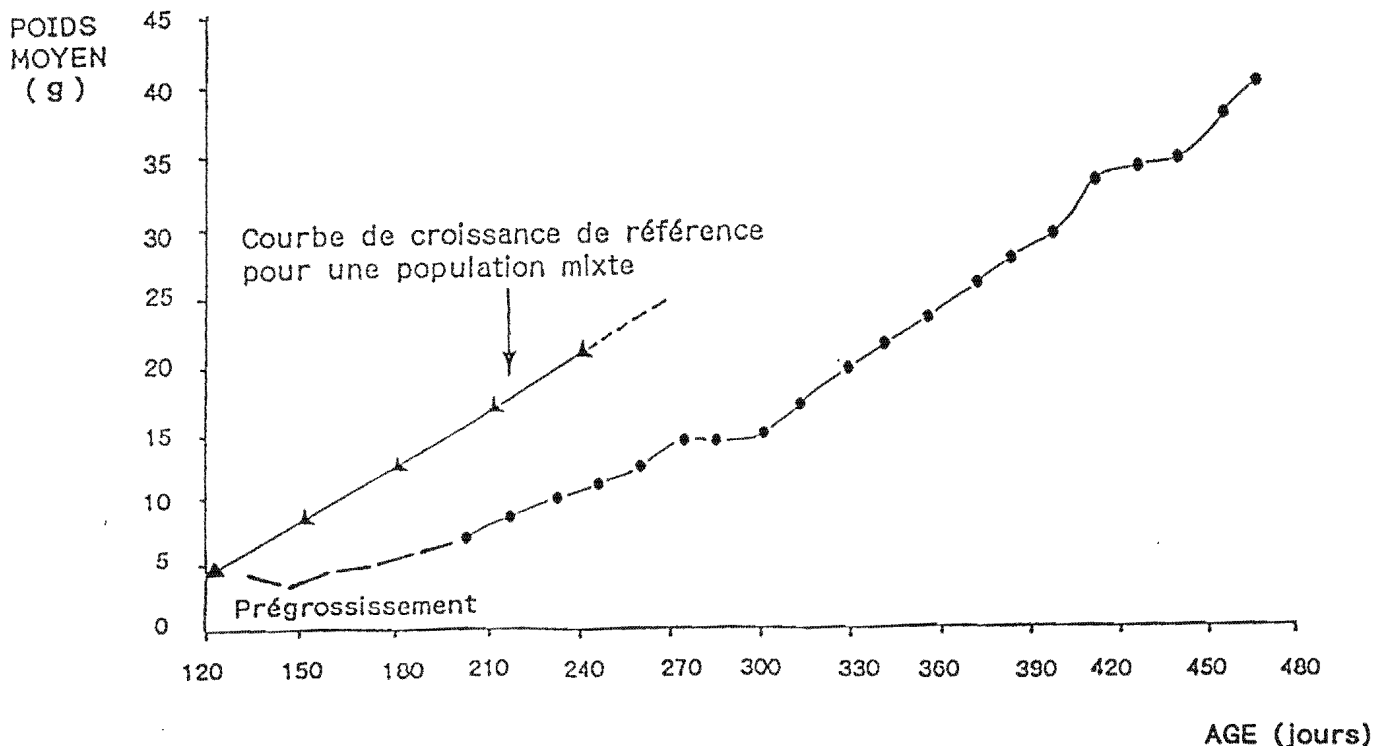


Figure 1: *Courbe de croissance de l'élevage monosexe femelle (densité: 6 ind/m²).*

3.2. La distribution des tailles

L'allure de la distribution des tailles des femelles reste identique tout au long des 9,5 mois d'élevage. Cette distribution est homogène et d'allure sensiblement normale (Fig.2). Le coefficient de variation reste inférieur à 10 %; sa moyenne est de 6,5 %. La croissance des femelles s'exprime sans modification de la dispersion des tailles.

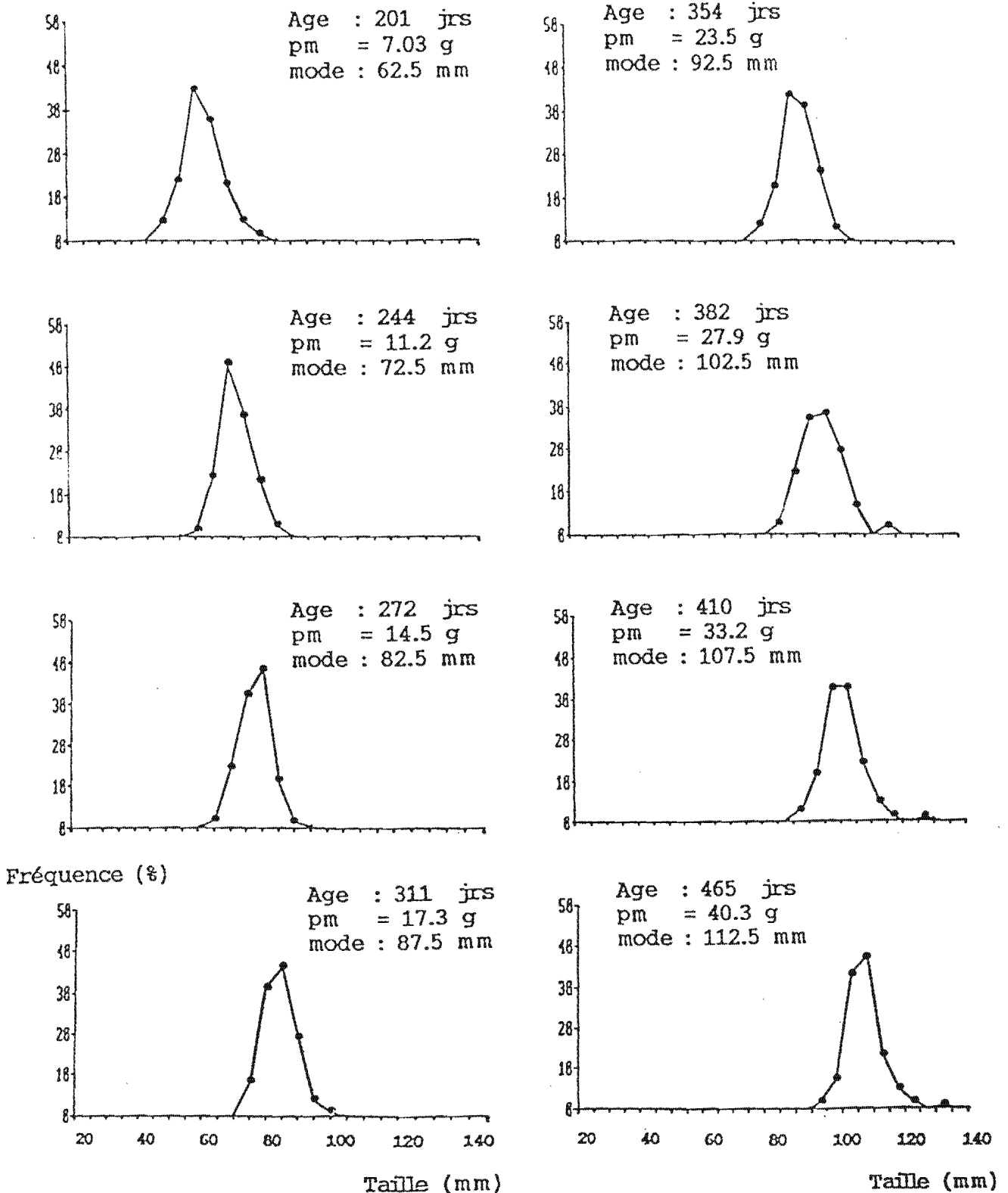


Figure 2: Distribution des tailles des femelles entre 201 et 465 jours d'élevage.



La moyenne des coefficients d'asymétrie est de 0,3, valeur faible et stable dans le temps, ce qui traduit l'homogénéité de la croissance.

La moyenne des coefficients d'aplatissement est de 3,6. Sachant qu'il est de 3 pour une courbe normale, cet indicateur de la concentration des individus autour du mode, indique bien le resserrement de la distribution du lot de femelles. Cette caractéristique des élevages femelles est largement mentionnée dans la bibliographie. (Cohen et al., 1981; Ra'anan et Cohen, 1984; Cohen et al., 1988).

### 3.3. Survie et taux de retour

A l'issue des 285 jours d'élevage, la survie est de 50,4 %. Cette valeur correspond à environ 7 % de mortalité par mois. Le taux de retour est identique au taux de survie puisque tous les animaux sont de taille commerciale.

### 3.4. Production et taux de conversion

La récolte à la vidange a été de 56,8 kg pour 1466 individus, soit un poids moyen de 38,8 g. L'ensemble de cette production s'est fait dans la gamme 20 - 30 ind/kg. L'homogénéité de cette récolte résulte de l'homogénéité de la croissance.

La biomasse finale est forte avec 113,7 g/m<sup>2</sup>, valeur rarement obtenue lors des différentes expérimentations menées à Kourou. Le rendement reste cependant faible avec seulement 0,91 T/ha/an. Ce résultat médiocre est dû principalement à une croissance générale modérée.

Le taux de conversion très élevé - 9,7 - n'est pas significatif puisqu'il correspond à une suralimentation délibérée.

### 3.5. Evolution des morphotypes et proportions des femelles grainées.

A partir du 11<sup>ème</sup> mois d'élevage, il apparaît dans la population des femelles ayant des caractéristiques de mâles pinces bleues et pinces oranges. A cette date, qui correspond au changement de pente sur la courbe de croissance, la proportion de ces femelles à morphotypes de mâles atteint les 2 % de la population. En fin d'élevage, cette fraction de femelles représente 10 % du cheptel.

Les proportions moyennes de femelles grainées et non grainées se sont maintenues au cours de l'élevage à 15 % et 85 %, respectivement.

## 4. DISCUSSION

### 4.1 La croissance

Dans des conditions d'élevage monosex féminin, la croissance des femelles est faible, régulière et homogène. Par ailleurs, l'élevage peut supporter une forte biomasse sans manifester de ralentissement de croissance.

Mises en élevage à un poids moyen de transfert de 7,03 g, les femelles ont un gain pondéral d'environ 3,3 g/mois. Cette croissance est modérée mais plus rapide que dans une population mixte (Fig.3). Cette différence peut s'expliquer par le fait qu'en l'absence de mâles, les femelles consacrent moins d'énergie à l'activité sexuelle, notamment pour toute la phase d'incubation qui n'a plus lieu.

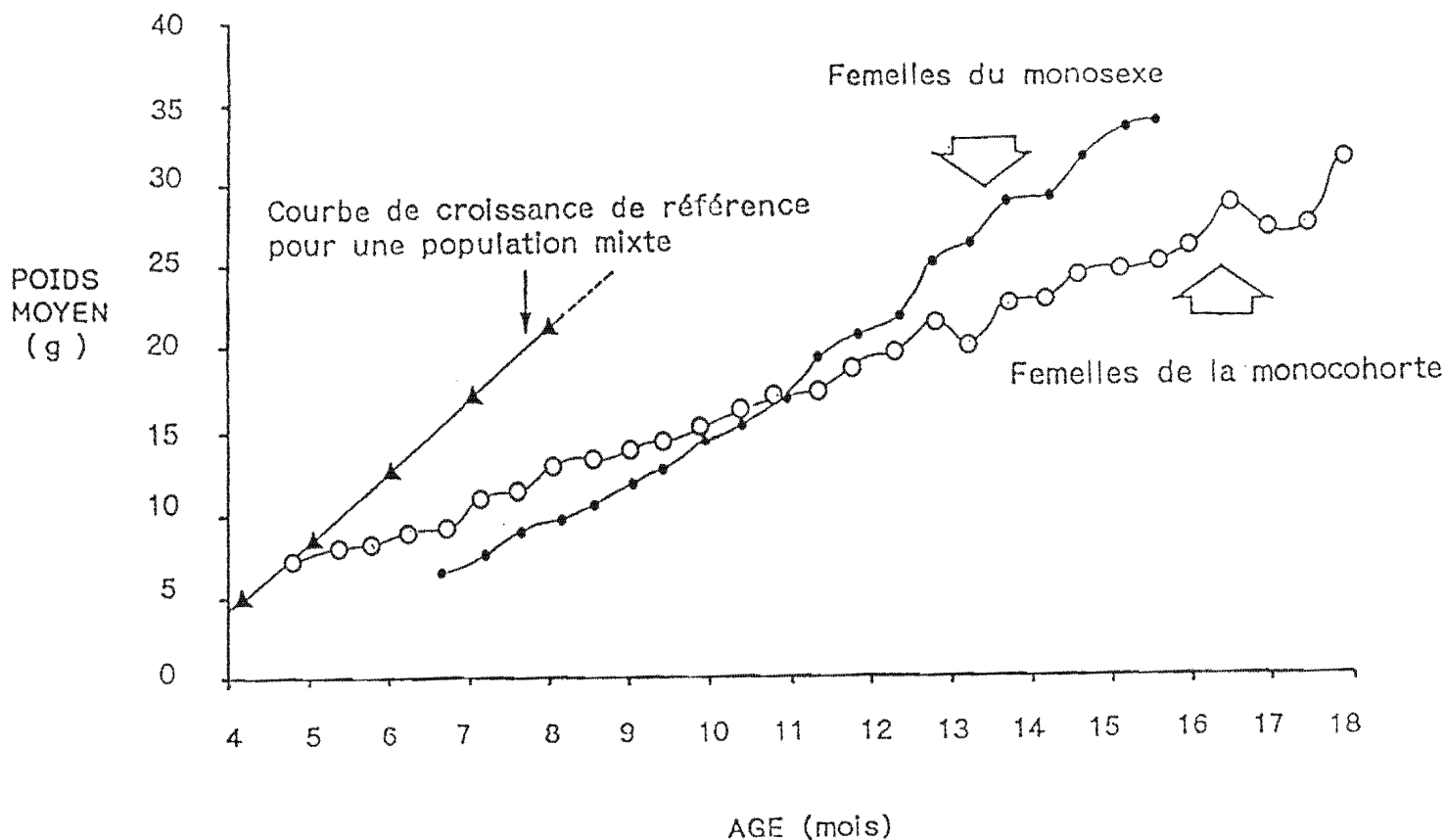


Figure 3: Comparaison de la croissance entre les femelles d'une monocohorte et celles du monosex.

#### 4.2 La distribution des tailles

La croissance d'une population de femelles s'exprime sans dispersion croissante des tailles. La moyenne du coefficient de variation est 6,5 %. Dans l'expérience d'élevage mixte en monocohorte, la moyenne du coefficient de variation calculé sur les femelles seules est pratiquement la même: 6,7 %. Ainsi, quelles que soient les conditions d'élevage - mixte ou monosex - la dispersion des tailles chez les femelles reste identique.

#### 4.3 La biomasse

La biomasse finale obtenue sur cet élevage est élevée: 113 g/m<sup>2</sup>, valeur rarement atteinte à Kourou en grossissement. Ce niveau, dû essentiellement à l'absence de pêches partielles, est généralement associé à un arrêt de croissance, dans le cas de populations mixtes. Aucun blocage n'étant apparu, même au stade final de l'élevage, il semble que ce blocage ne soit lié qu'aux interactions sociales entre les mâles à ce niveau de biomasse.

#### 4.4 Les morphotypes dominants et les femelles grainées

A partir d'une certaine taille (95-105 mm), on observe des femelles possédant de nets caractères de mâles (pincettes oranges ou pincettes bleues (taille et couleur des pincettes, soies, coloration de la carapace)). Ce phénomène pourrait correspondre à une tendance des femelles à dégager des caractéristiques de morphotypes dominants, en l'absence de mâles pour exercer cette fonction. Cette apparition du phénotype mâle chez les femelles coïncide avec la rupture de pente de la courbe de croissance.

Ces modifications morphologiques avaient déjà été observées dans des conditions voisines en fin d'élevage mixte, à un stade de densité faible où la représentation des femelles atteignait 70 % de la population.

La faible représentation des femelles grainées (15 %, par rapport aux 40 % dans une monocohorte) peut être reliée directement à l'absence des mâles. En effet, sans fécondation, les femelles ne restent ovigères que durant 24 à 48 h (Ling, 1969; Sagi et al., 1986; Cohen et al., 1988). Il n'y a donc pas de conservation des ovocytes sur les pléopodes, ce qui libère les femelles des contraintes physiques liées à l'incubation (nettoyage et ventilation des oeufs).

#### 4.5 La production

La production obtenue est remarquable par son homogénéité: la totalité des animaux récoltés, dont le poids moyen avoisine les 40 g, peut être commercialisée dans la gamme des 20-30 ind/kg. En 1986, Sagi avait déjà souligné l'intérêt du schéma d'élevage monosex femelle en tant que système de production garantissant un produit final de taille quasi uniforme, ce qui constitue un avantage commercial évident.

Cependant, le rendement de l'élevage reste très faible (0,91 T/ha/an), même si l'on admet que des pêches partielles l'auraient probablement amélioré. Le taux de retour est tout de même satisfaisant (50,4 %) compte tenu de l'âge de la population.

#### 4.6 Optimisations

Toutes ces données constituent désormais un ensemble de références indispensables pour des expérimentations futures. Les acquis de ce standard d'élevage vont permettre de tester, toujours sur des femelles, l'effet de stimuli particuliers, sans qu'ils soient masqués par les phénomènes liés aux interactions sociales.

Des expérimentations supplémentaires en élevage monosex femelle sont justifiées par la possibilité d'optimisation de ce type d'élevage pour atteindre un meilleur rendement. Pour cela il est nécessaire:

- d'élever la densité. Cette modification sera intéressante à explorer pour tenter de rentabiliser le schéma d'élevage monosex femelle, en compensant la faible croissance par une augmentation de la densité.
- de pêcher régulièrement le bassin. Cette action est bien connue pour stimuler la croissance et augmenter le taux de retour. A titre de comparaison, dans les expérimentations israéliennes sur les monosexes femelle, la première pêche sélective (maille 25 mm) intervient environ 90 jours après le début du grossissement (Cohen et al., 1988). Les pêches sont ensuite pratiquées jusqu'à 150 jours maximum, date de la vidange (Sagi et al., 1986). Les gains significatifs de rendement sont systématiques.
- de raccourcir la durée de l'élevage. L'excellente homogénéité de la population de femelles permet de choisir d'arrêter l'élevage dès que l'ensemble du cheptel est entré dans une gamme commercialisable. On peut viser la gamme 30-40 ind/kg, encore bien rémunératrice, plutôt que la gamme 20-30 ind/kg, comme dans cette expérience.

## 5. CONCLUSION

La simplicité du schéma monosex femelle est un atout intéressant pour l'acquisition de standards d'élevage et l'étude de facteurs particuliers.

En effet, une population monosex femelle se caractérise par une croissance modérée, homogène et régulière. Elle n'est pas influencée par l'augmentation de la biomasse jusqu'à  $113 \text{ g/m}^2$  et peut-être même au-delà.

Par contre, les normes d'élevage (densité, durée, fréquences des pêches, choix de la taille de commercialisation) doivent être soigneusement étudiées pour démontrer un intérêt économique.

L'amélioration du rendement exige trois modifications essentielles:

- une compensation de la croissance par une augmentation de la densité. Cette voie est aisément envisageable, compte tenu de l'absence d'effet négatif de la densité sur la croissance malgré une biomasse considérée déjà comme importante.
- l'introduction des pêches sélectives. Celles-ci stimulent la croissance et devraient permettre d'augmenter le taux de retour pour une durée d'élevage plus courte.
- une récolte à poids moyen plus faible, afin d'obtenir un produit commercialisable dans la gamme 30-40 ind/kg. Cette stratégie est directement associée au raccourcissement du cycle.

## BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- Brody, T., Cohen, D., Barnes, A. Spector, A., 1980. Yield characteristics of the prawn *Macrobrachium rosenbergii* in monoculture. *Aquaculture*. 21,375-385.
- Cohen, D., Ra'anan, Z. Brody, T., 1981. Population profile development and morphotypic differentiation in the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). *Proc. World Maricul. Soc.* 12,231-243.
- Cohen, D., A. Sagi Z. Ra'anan, 1988. The production of *Macrobrachium rosenbergii* in monosex populations. III. Yield characteristics under intensive monoculture conditions in earthen ponds. *The Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgeh*. 40,2,57-63.
- Ling, S.W. 1969. The general biology and development of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). *FAO Fish. Rep.* 57,3,589-606.
- Ra'anan, Z., Cohen, D., Rappaport, U. Zohar, G., 1984. The production of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* in Israel: the effect of added substrates on yields in a monoculture system. *Bamidgeh*. 36,2,35-40.
- Ra'anan, Z. Cohen, D., 1985. The ontogeny of social structure and population dynamics in the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. In: A. Wenner and F.R.Scham, eds., *Crustacean Issues 2: Crustacean growth*, 277-341, A.A.Balkema Publishers.
- Sagi, A., Ra'anan, Z., Cohen, D. Wax, Y., 1986. Production of *Macrobrachium rosenbergii* in monosex populations: yield characteristics under intensive monoculture conditions in cages. *Aquaculture*. 51,265-275.
- Smith, T.I.J., Sandifer, P.A. Smith, M.H., 1978. Population structure of Malaysian prawns, *Macrobrachium rosenbergii* (de Man), reared in earthen ponds in South Carolina, 1974-1976. Presented at the World Mariculture Society Meeting, 1978, pp:21-37.

## COMPTE RENDU D'EXPERIENCE N° 4

### EFFET DE LA QUALITE DE L'ALIMENTATION EN PRÉGROSSISSEMENT A UNE DENSITE D'ETUDE DE 30-50 PL/m<sup>2</sup>

#### 1. OBJECTIFS

Le premier objectif de cette expérimentation était d'obtenir une courbe de croissance optimale en utilisant un granulé haut de gamme importé, pour s'affranchir des variations dans la qualité et la composition de la formule. Cet essai a été effectué à une densité d'étude de 50 PL/m<sup>2</sup> pouvant nous servir à l'élaboration d'une courbe de croissance type mais pouvant aussi nous donner une base de travail pour nos travaux futurs en prégrossissement.

Le 2ème volet concernait l'influence de l'alimentation sur la croissance selon deux axes d'étude:

- qualité de l'alimentation artificielle grâce à la comparaison du granulé haut de gamme à notre granulé de base.
- complémentation alimentaire grâce à l'enrichissement de la productivité naturelle benthique par la présence d'un gazon spontané sur le fond.

#### 2. MATERIEL ET METHODE

Les essais ont été menés à la station de Kourou dans des bassins en terre compactée n'ayant pas reçu de fertilisation préalable. Le renouvellement d'eau est effectué à partir d'une station de pompage sur le fleuve Kourou à raison de 5 % de volume par jour en moyenne. Un brasseur-oxygénateur type Aire-O<sup>2</sup> est installé dans chaque bassin et fonctionne de 0 h à 6 h du matin. La puissance utilisée est de 10 cv/ha (soit 0,5 cv pour les bassins de 500 m<sup>2</sup> et 2,5 cv pour les bassins de 2 500 m<sup>2</sup>). L'aliment est distribué manuellement à partir du bord du bassin, une fois par jour à la tombée de la nuit et ce, 6 jours par semaine. La grille alimentaire utilisée est donnée dans le tableau 1.

Poids moyen (g)	Taux de nutrition (% de la biomasse)
0 - 0,5	20 - 15
0,5 - 1	15 - 10
1 - 3	10 - 5
3 - 5	5 - 4

Tableau 1: Grille alimentaire utilisée en prégrossissement.

Le suivi physico-chimique (oxygène, température, pH) est effectué matin et soir; les résultats sont consignés dans le tableau 2.

	pH fond soir			O <sub>2</sub> fond matin (mg/l)			Temp. fond matin (° C)			
	Mois1	Mois2	Mois3	Mois1	Mois2	Mois3	Mois1	Mois2	Mois3	
B2	Min	7.1	6.6	6.7	5.3	5	4.6	28.5	26	25.5
	Max	8.1	9.4	8.9	6.7	7.5	6.5	29.5	28.5	27
	Hoy	7.6	8.4	7.4	6.3	6.3	5.7	29	27.5	26.5
B3	Min	7.5	6.6	6.5	6.1	5.7	4.8	28	26	25.5
	Max	8.9	9	8.3	7	7.8	6.4	30	28	27.5
	Hoy	7.9	8.1	7.2	6.5	6.6	5.5	29	27.4	26.6
B4	Min	7.4	7.2	6.6	5.8	6.1	5	28	26	25.5
	Max	8.7	8.9	8.9	6.9	7.9	6.6	30	28	27.5
	Hoy	8	8.3	7.4	6.5	7	5.7	28.9	27.1	26.6
B6	Min	6.4	6.8	7.2	4.7	4.9	4.5	27	26.5	28.5
	Max	7	9.5	9.3	6.9	7.2	7.2	30	29.5	29.5
	Hoy	6.7	7.8	8.6	5.3	5.8	6.1	28.8	28.7	29.2

Tableau 2: Relevés physico-chimiques effectués sur les bassins de prégrossissement.

Le suivi du cheptel est fait bimensuellement à partir du 2ème mois d'élevage par des échantillonnages à la senne statistique de 6 mm. Lors de chacun d'entre eux, un histogramme de taille et un poids moyen sont effectués.

Les autres éléments spécifiques à chaque bassin sont consignés dans le tableau 3.

	B2	B3	B4	B6
Surface	500 m <sup>2</sup>	500 m <sup>2</sup>	500 m <sup>2</sup>	2 500 m <sup>2</sup>
Amendement	non	non	non	CaCO <sub>3</sub> :1T/ha en assec 0,25 T/ha en aspersion
Fond du bassin	vierge	vierge	vierge	gazon naturel spontané
Aliment artificiel	SICAVIG miettes puis granulé	NIPPAY miettes C4 C5, puis granulé	NIPPAY miettes C4 C5, puis granulé	SICAVIG granulé

Tableau 3: Principales caractéristiques du protocole expérimental.

L'analyse des deux aliments utilisés donne les résultats suivants (même composition des miettes et du granulé):

	SICAVIG (%)	NIPPAI (%)
<i>Protéines brutes</i>	29,5	54,7
<i>Matières grasses</i>	2,25	9,65
<i>Humidité</i>	14,2	1,2
<i>Calcium</i>	4	3,6
<i>Autres</i>	1,5	2,8

Tableau 4: *Analyse proximale des aliments artificiels utilisés lors de l'expérimentation.*

### 3. RESULTATS

L'ensemble des résultats sont synthétisés dans les tableaux 5 et 6 et dans la figure 1.

<i>Age B2, B3 et B4</i>	<i>B2 Pm (g) SICAVIG</i>	<i>B3 Pm (g) NIPPAI</i>	<i>B4 Pm (g) NIPPAI</i>	<i>B6 Pm (g) SICAVIG/GAZON</i>	<i>Age B6</i>
28 jrs	0.42	0.38	0.30	-	-
42 jrs	0.71	0.82	0.78	1.47	44 jrs
55 jrs	1.18	1.46	1.40	2.56	58 jrs
70 jrs	1.72	2.40	2.14	3.60	71 jrs
77 jrs	2.48	3.18	3.00	4.29	86 jrs
				4.98	94 jrs
				5.80	106 jrs

Tableau 5: *Evolution du poids moyen en prégrossissement selon 3 schémas d'alimentation.*

Sur la figure 1 on peut analyser séparément deux aspects:

- l'aspect alimentation artificielle en utilisant les courbes de B2, B3, B4,
- l'aspect influence de l'engazonnement en tenant compte de la courbe du B6.



### 3.1. Aspect alimentation artificielle

Il apparaît 2 phases:

- une première phase jusqu'à environ 50 jours, pendant laquelle on ne peut pas noter de différence entre Nippai et Sicavig,
- une deuxième phase de 50 à 80 jours, pendant laquelle la courbe de croissance sur Nippai se détache par rapport à celle sur Sicavig (pm final 25 % supérieur). Compte tenu de la teneur protéique et de sa haute qualité, cette différence est décevante.

On peut donc retenir de ce volet, qu'une meilleure qualité de granulé n'a pas permis une meilleure croissance en phase de démarrage (0-50 jours). Par la suite l'importance de la qualité de l'alimentation artificielle se fait timidement sentir.

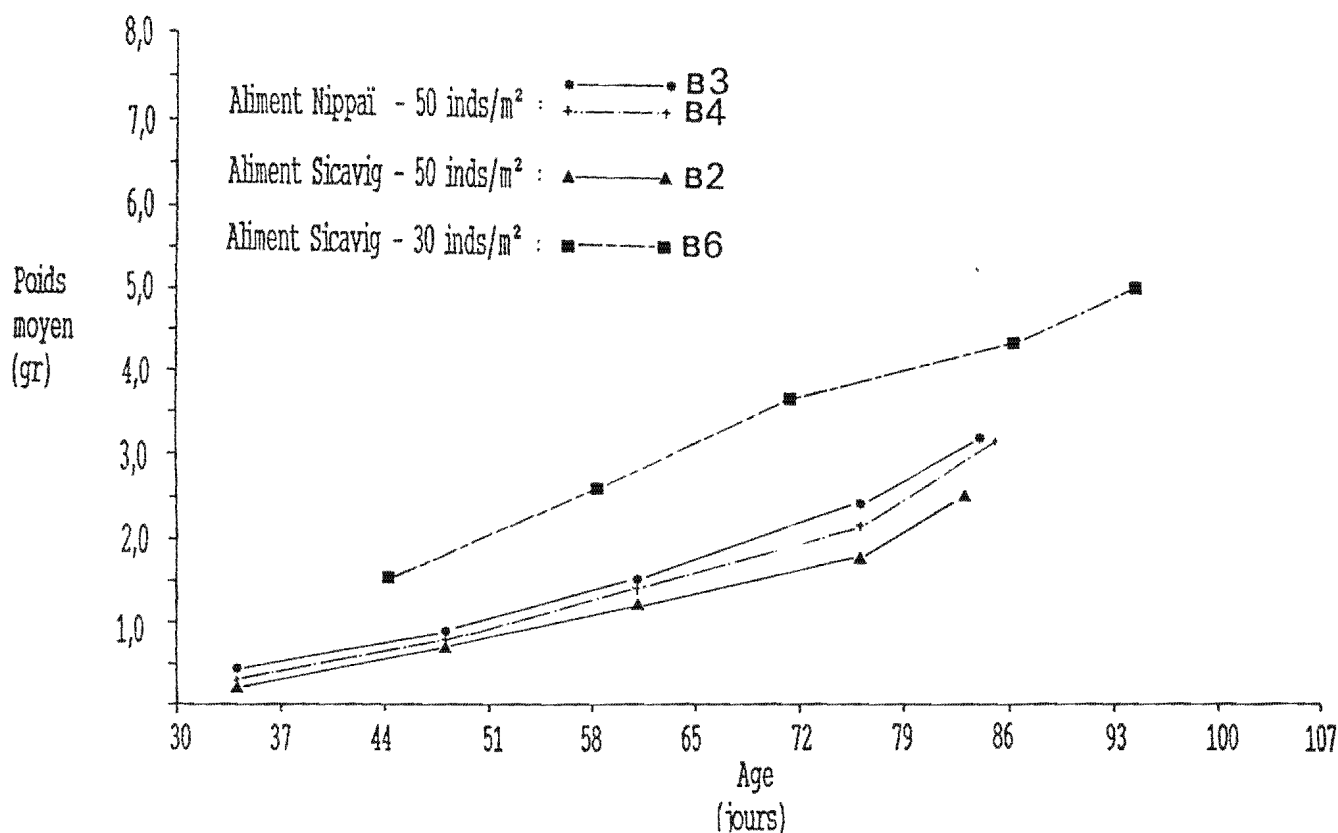


Figure 1: Courbe de croissance en prégrossissement selon 3 schémas d'alimentation.

### 3.2. Influence de l'engazonnement

La densité initiale du B6 est sensiblement inférieure à celle de B2, B3, B4 (30 PL/m<sup>2</sup> contre 50 PL/m<sup>2</sup>). Toutefois dans la phase de démarrage qui nous intéresse, cette différence de densité joue peu, compte tenu de la faible biomasse en début d'élevage.

Sur la première période (0-70 jours) les courbes de croissance font apparaître un gain de croissance considérable dans le bassin engazonné, malgré l'utilisation de granulé ordinaire (Sicavig).

A partir de 70 jours, la biomasse au m<sup>2</sup> est telle qu'elle a pu influencer la croissance. Nous pourrions discuter de cet effet plus loin.

	B2	B3	B4	B6
<b>Alimentation</b>	<i>Sicavig</i>	<i>Nippai</i>	<i>Nippai</i>	<i>Sicavig</i>
<b>Etat du fond</b>	<i>Nu</i>	<i>Nu</i>	<i>Nu</i>	<i>Gazon naturel</i>
<b>Densité initiale</b>	50,9 pl/m <sup>2</sup>	50,7 pl/m <sup>2</sup>	50,8 pl/m <sup>2</sup>	30,1 pl/m <sup>2</sup>
<b>Durée</b>	76 jrs	77 jrs	78 jrs	106 jrs
<b>Taux de conversion</b>	1,88	1,49	1,62	2,64
<b>Survie</b>	79,5 ‰	80,2 ‰	80,1 ‰	68 ‰
<b>Rendement</b>	1,31 g/m <sup>2</sup> /jrs	1,67 g/m <sup>2</sup> /jrs	1,56 g/m <sup>2</sup> /jrs	1,11 g/m <sup>2</sup> /jrs
<b>Biomasse finale</b>	100,4 g/m <sup>2</sup>	129,5 g/m <sup>2</sup>	122,2 g/m <sup>2</sup>	118,7 g/m <sup>2</sup>
<b>Poids moyen final</b>	2,48 g	3,18 g	3,00 g	5,80 g

Tableau 6: Résultats d'élevage en prégrossissement suivant 3 schémas d'alimentation.

#### 4. DISCUSSION

*Macrobrachium rosenbergii* est une espèce à régime alimentaire omnivore (Ling et al, 1969): son activité enzymatique en témoigne (Lee et al, 1980). En conditions d'élevage, l'influence de la productivité naturelle sur la croissance a clairement été mise en évidence par certains auteurs (Stahl, 1979; Stanley et al, 1984; Moore et al, 1983; Balazs et al, 1976; Weidenbach, 1982) mais à l'instar de Corbin (1983), on peut se demander comment développer les éléments de la productivité naturelle qui nous intéresse pour la croissance en bassin.

La croissance observée dans le B6 peut être imputée à la présence d'un gazon naturel tondu à ras avant la mise en eau. Cet enrichissement naturel du fond a pu favoriser la croissance de plusieurs façons, directes ou indirectes.

##### 1) Directes:

- en fournissant des supports aux post larves à l'ensemencement, ce qui aurait pour effet de favoriser l'anabolisme (croissance) par rapport au catabolisme (locomotion).

- en leur fournissant un complément alimentaire sous forme de débris végétaux. En 1980, Fair met en évidence l'existence de cellulase dans l'hépatopancréas du *Macrobrachium*, ce qui indique la possibilité d'assimiler des débris végétaux.

Par ailleurs, en 1983, Miltner note un effet bénéfique de la complémentation alimentaire par de la paille de riz sur la croissance des post-larves. Puis en 1986, Harpaz et Schmalbach, avec des feuilles fraîches

et Moore en 1982, avec du fourrage de maïs, observent le même effet sur des juvéniles et des adultes.

## 2) Indirectes:

- en leur permettant de "brouter" le film bactérien se développant sur le gazon, comme l'ont déjà envisagé Moore et Stanley en 1982, pour le *Macrobrachium* et Goyert en 1977, pour *Procambarus* à propos de sous-produits végétaux fibreux. Ce phénomène a pu être observé "in situ" dans des bassins à poissons fertilisés où les micro-organismes colonisaient toute la surface des débris végétaux apportés (Schroeder, 1978).

- en favorisant l'apparition d'une microfaune benthique non strictement inféodée au gazon (larves d'insectes type chironome, vers oligochètes, petits crustacés type ostracode, ciliés, etc...) intervenant dans l'alimentation des post-larves (Stahl, 1979, Moore et Stanley, 1982; Weidenbach, 1982).

Ainsi dans le cas de cette expérimentation, plusieurs explications peuvent être avancées:

### a) qualité nutritionnelle

L'hypothèse est que la qualité nutritionnelle d'une alimentation naturelle serait supérieure à ce qu'on peut trouver de meilleur en matière d'alimentation artificielle. Le granulé Nippai étant déjà un aliment très performant, la différence enregistrée par rapport à la croissance obtenue dans le B6 montre l'importance d'une complémentation naturelle. Cette explication n'est pas totalement convaincante dans la mesure où s'il s'agissait d'un problème uniquement qualitatif, on aurait tout de même dû noter une différence entre SICAVIG et NIPPAI dans la première phase (0-50 jours). La seule possibilité serait alors que l'alimentation naturelle renferme des éléments favorables à la croissance des post-larves, éléments qui seraient absents des 2 granulés utilisés.

### b) éthologie alimentaire

L'hypothèse est que les post-larves auraient un comportement alimentaire particulier et consommeraient préférentiellement une alimentation naturelle. De ce fait, dans la première phase, elles délaisseraient le granulé et même les miettes au profit de microparticules détritiques de la microfaune et la microflore benthique. Dans ce cas, il serait normal que la qualité de l'aliment artificiel n'ait aucune influence sur la croissance pendant cette phase. La différence importante observée entre B6 d'une part et B2, B3, B4 d'autre part, plaide pour cette hypothèse qui reviendrait à dire que dans la phase de démarrage, le granulé interviendrait plutôt comme fertilisant et aurait un rôle tout à fait indirect. Dans cette hypothèse, la différence de croissance apparaissant entre les deux qualités de granulé après 50 jours, s'expliquerait par une modification progressive du comportement alimentaire des juvéniles qui consommeraient alors directement le granulé.

### c) quantité

La troisième hypothèse est que l'aliment ne serait pas disponible et ce pour plusieurs raisons:

- enfouissement de l'aliment dans le sédiment meuble. Cette hypothèse est peu probable car en prégrossissement, il est rare d'être en

présence de boue comme en système continu.

- quantité de particules trop faible au m<sup>2</sup>. En début d'élevage, la ration alimentaire étant faible, il est difficile de répartir de façon homogène l'aliment sur toute la surface. On peut donc se poser la question de savoir si tous les animaux ont accès à une ration suffisante. Une réponse pourra être amenée en augmentant la ration en début d'élevage.

- disponibilité dans le temps et dans l'espace. Elle est idéale dans le cas d'un enrichissement par une couverture végétale du fond: les post-larves ont leur ration alimentaire sur place et en permanence. Elles peuvent ainsi manger en quantité au moment où elles le désirent.

L'effet d'un substrat de terre et de fertilisant organique est démontré en phase de démarrage de croissance (Stahl, 1979) mais l'auteur souligne aussi que l'aliment artificiel distribué amène un gain de croissance significatif. Fair et Fortner, en 1981, ont montré que le granulé était directement consommé et que, à productivité naturelle égale, cette forme induisait la meilleure croissance.

#### En phase de démarrage:

Dans notre cas, il faut tenir compte de la pauvreté biologique du milieu guyanais. La faiblesse de la productivité naturelle entraîne des croissances médiocres dès que la pression trophique dépasse sa capacité de régénération. Cet effet de saturation du système trophique a déjà été montré par Hepher en 1975, sur des bassins de poissons.

#### Dans la 2ème phase de prégrossissement:

L'effet positif de l'aliment Nippai sur la croissance, notamment à partir du cinquantième jour d'élevage, peut être imputé à son fort taux de protéines qui fait effet dès qu'on atteint de fortes biomasses. En 1984, Stanley a ainsi montré qu'à faible biomasse, la productivité naturelle seule donnait la même croissance que des granulés à faible et fort taux de protéines; à biomasse moyenne, les deux granulés induisaient la même croissance, supérieure au témoin sur productivité; enfin, à forte biomasse, le meilleur résultat était obtenu avec la formule à forte teneur protéique.

En ce qui concerne l'effet de l'engazonnement, il est probable que le bénéfice provienne d'une combinaison d'un aspect qualitatif et quantitatif:

- qualitatif, par la richesse et la diversité de ce milieu amenant des éléments comme les vitamines qui se dégradent ou se dissolvent rapidement dans l'eau lorsqu'elles sont incorporées dans le granulé.
- quantitatif, par sa présence constante dans le temps, au moins pendant les trois premières semaines, et uniforme dans l'espace, ce qui met les post-larves dans des conditions idéales d'alimentation.

Le rôle de l'alimentation en phase de démarrage sera donc approfondi en jouant sur deux paramètres:

- la qualité de l'alimentation naturelle, en renouvelant des essais de couverture végétale du fond à base de semis de riz et en essayant de quantifier grossièrement l'apport biologique de cette pratique culturale du fond.

- la répartition spatiale et temporelle de l'alimentation artificielle, en utilisant des distributeurs programmables permettant une meilleure mise à disposition de l'alimentation.

Par ailleurs, la stabilité de la qualité de l'alimentation artificielle sera garantie grâce à l'utilisation systématique de formules haut de gamme.

## 5. CONCLUSION

Les principaux résultats enregistrés sont les suivants:

- dans les 70 premiers jours, la présence d'un gazon tondu à ras favorisant la productivité naturelle benthique, entraîne une croissance une fois et demi plus rapide que dans un élevage sur sol nu au départ.

Ce gain obtenu au démarrage grâce à la présence du gazon peut provenir:

- \* de l'apport nutritionnel spécifique de l'alimentation naturelle, apport qui ne peut être effectué par un aliment artificiel, même de haute qualité.

- \* de la meilleure disponibilité spatiale et temporelle de la source alimentaire, grâce à la présence d'une couverture végétale homogène du fond.

- dans les 50 premiers jours d'élevage, aucun gain relatif de croissance n'a pu être obtenu par l'utilisation d'un granulé haut de gamme.

- après 50 jours et l'émergence d'une biomasse importante, une meilleure qualité de l'alimentation artificielle a une influence positive sur la croissance.

Ces résultats permettent de construire une courbe de croissance optimale pour la phase de prégrossissement. Cette courbe pourra être utilisée comme référence pour les prochaines expérimentations en prégrossissement, en utilisant des densités plus élevées (150 à 250 ind./m<sup>2</sup>).

## BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- Balazs, G.H. Ross, E., 1976. Effect of protein source and level on growth and performance of the captive freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*. 7,299-313.
- Corbin, J.S., Fujimoto, M.M. Iwai, T.Y., 1983. Feeding practices and nutritional considerations for *Macrobrachium rosenbergii* culture in Hawaii. In: J.R. Moore and J.P. McVey (Editors), CRC Handbook of Mariculture, Volume 1, Crustacean Aquaculture. CRC Press, Inc., Boca Raton, FL, pp: 391-412,
- Fair, P.H., Fortner, A.R., Millikin, M.R. Sick, L.V., 1980. Effects of dietary fiber on growth, assimilation and cellulase activity of the prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). *Proc. World Maricul. Soc.* . 11,369-381.
- Fair, P.H. Fortner, A.R., 1981. The role of formula feeds and natural productivity in culture of the prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*. 24,233-243.
- Goyert, J.C. Avault, J.W. Jr., 1977. Agricultural by-products as supplemental feed for crayfish, *Procambarus clarkii*. *Trans. Am. Fish. Soc.*. 106,629-633.
- Harpaz, S. Schmalbach, E.A., 1986. Improved growth and health of the Malaysian prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, by addition of fresh leaves to the artificial diet. *Aquaculture*. 55,81-85.
- Hepher, B. 1975. Supplementary feeding in fish culture. In *Proc. Ninth Inter. Cong. Nutrition, Mexico, 1972*. 3,183-198.
- Lee, P.G., Blake, N.J. Rodrick, G.E., 1980. A quantitative analysis of digestive enzymes for the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Proc. World Maricul. Soc.*. 11,392-402.
- Ling, S.W. 1969. The general biology and development of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). *FAO Fish. Rep.*. 57,3,589-606.

- Miltner, M., Cange, S., Perry, W.G. Avault, J.W., 1983. Rice straw as a feed supplement for *Macrobrachium rosenbergii* in ponds. *Proc. World Maricul. Soc.* 14,170-173.
- Moore, L.B. Stanley, R.W., 1982. Corn silage as feed supplement for grow-out of *Macrobrachium rosenbergii* in ponds. *J. World Maricul. Soc.* 10,86-94.
- Moore, L.B., Stanley, R.W. Malecha, S.R., Not avail.. The effect of pelleted and non-pelleted feed on the growth of juvenile freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. Draft copy, 23 pp.,
- Schroeder, G.L. 1978. Autotrophic and heterotrophic production of micro-organisms in intensely-manured fish ponds, and related fish yields. *Aquaculture*. 14,303-325.
- Stahl, M.S. 1979. The role of natural productivity and applied feeds in the growth of *Macrobrachium rosenbergii*. *Proc. World Maricul. Soc.* 10,92-109.
- Stanley, R.W., Moore, L.B. Malecha, S.R., 1984. Research and development strategies for nutrition and feeding of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *University of Hawaii Sea Grant College Program*. 6,2,1-6.
- Weidenbach, R.P. 1980. Dietary components of freshwater prawns reared in Hawaiian ponds. In: M.B. New (Editor), *Giant Prawn Farming. Developments in Aquaculture and Fisheries Sciences*, 10. Elsevier Publishing Co., Amsterdam. pp: 257-267,

## COMPTE RENDU D'EXPERIENCE N° 5

### MISE AU POINT D'UNE TECHNOLOGIE D'ACCLIMATATION DES POST-LARVES AU MILIEU D'ELEVAGE DU BASSIN.

#### I. INTRODUCTION

L'une des principales faiblesses du système continu est le faible pourcentage d'animaux exploités à la taille commerciale. Ce défaut a pu être partiellement imputé à des mortalités parfois massives enregistrées lors de l'ensemencement des post-larves en bassin (voir compte-rendu d'expérience n° 2, rapport convention IFREMER/Région Guyane, 1987) notamment en saison sèche où les paramètres physico-chimiques du milieu sont plus difficiles à maîtriser.

L'objectif de cette expérimentation est de mettre au point une méthode d'acclimatation permettant d'améliorer la survie lors du lâcher des post-larves en bassin d'élevage. En effet, les post-larves passent d'un milieu d'écloserie protégé des variations potentielles de tous les facteurs d'élevage et régulé en permanence à l'optimum, à un milieu d'élevage ouvert où les paramètres physico-chimiques fluctuent de manière importante sans possibilité de maîtrise efficace.

Par ailleurs, plusieurs auteurs (Armstrong et al., 1978; Sarver et al., 1979; Hummel, 1986) ont montré que:

- d'une part, la toxicité d'une teneur donnée en ammoniacque est d'autant plus élevée que le pH est fort (à 30° C, la "frontière" critique pour le *Macrobrachium* se situe vers pH 9).
- d'autre part, les post-larves sont beaucoup plus sensibles que les juvéniles aux valeurs élevées de l'ammoniacque et du pH.

D'où l'intérêt d'une structure tampon qui permettrait le passage progressif d'un milieu à l'autre et la programmation du lâcher de post-larves plus robustes au moment le plus favorable.

En 1988, il s'agissait de tester des structures d'élevage et de mettre au point une procédure permettant d'obtenir une survie maximale lors d'une acclimatation de 7 jours pour des densités faibles ( $\leq 3$  PL/L).

En 1989, un second volet est prévu afin:

- d'affiner la technique pour des densités plus élevées, de l'ordre de 10 PL/L
- d'adapter éventuellement la technique aux conditions particulières de la saison des pluies.

#### 2. MATERIEL ET METHODE

##### 2.1. L'enceinte d'élevage

Elle est constituée de bacs en béton (2 bacs de 6 m<sup>3</sup> et 1 de 14 m<sup>3</sup>) d'une profondeur moyenne de 1 m situés sous un abri léger (armature bois, toit en tôle). Les bacs sont équipés d'un système d'air-lift provoquant une circulation de l'eau dans l'enceinte d'élevage et une remise en suspension partielle des particules déposées sur le fond (Fig.1).



Les supports à post-larves utilisés sont des panneaux de grillage plastique à petites mailles (10 mm), suspendus dans la colonne d'eau dans le sens du courant. Les bacs sont équipés d'un trop plein central et d'un filtre de maille 4 mm. Les vidanges des bacs donnent dans une fosse externe munie d'une vanne permettant la récolte du cheptel. Le réseau hydraulique permet, selon les besoins du protocole, de renouveler les bacs, soit avec de l'eau en provenance du fleuve Kourou, soit avec de l'eau verte en provenance d'un bassin d'élevage en terre (B9).

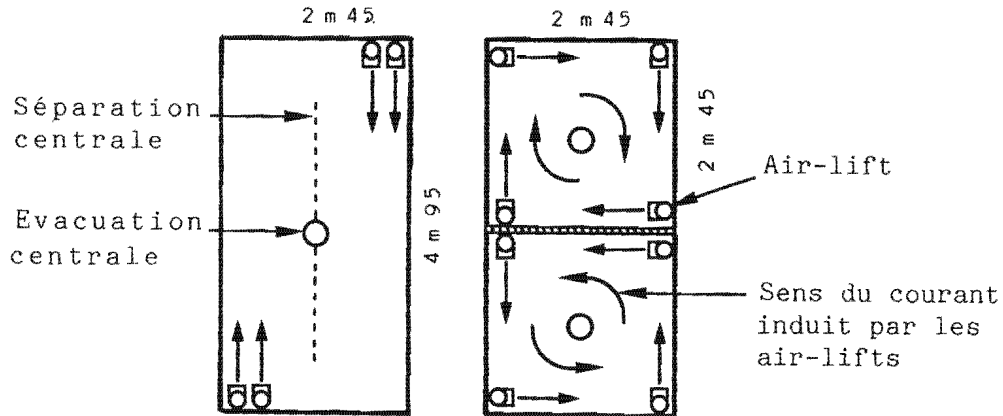


Figure 1: Plan des enceintes d'acclimatation des post-larves et schéma de circulation de l'eau.

## 2.2. La gestion de l'eau

Afin de limiter au maximum le stress dû au changement de milieu lors du transfert des post-larves, le milieu d'accueil est préparé de la façon suivante:

- mélange de 50 % d'eau de fleuve et de 50 % d'eau verte de bassin,
- ajout de gypse ( $\text{CaSO}_4$ ) pour obtenir 50 ppm de  $\text{Ca}^{2+}$
- ajout de sel de mer pour obtenir une salinité de 2 ‰ correspondant à celle de l'eau de transport.

Le tableau 1 présente les principales caractéristiques des différents types d'eau utilisés.

Type d'eau	Eau de transport	Kourou	B9
Température (°C)	27,4	26	30,4
Oxygène (mg/l)	11,8	6	6,2
pH	6,6	7,1	8,3
Conductivité ( $\mu\text{mhos}$ )	4360	-	-
Salinité (‰)	2,7	0	0
TAC (mg/l d'équiv. $\text{CaCO}_3$ )	20	15,6	19,2

Tableau 1: Caractéristiques physico-chimiques moyennes de l'eau de transport des post-larves et des eaux utilisées pour le renouvellement du milieu d'élevage.

Un renouvellement journalier est effectué à 9 h du matin, à raison de 30 % du volume en utilisant de l'eau de fleuve ou de l'eau de bassin en fonction du protocole établi. Le renouvellement a été calculé de telle sorte qu'on obtienne au bout de 7 jours une eau d'élevage similaire à celle du bassin de réception des post-larves acclimatées.

### 2.3. Gestion de l'élevage

Aucun siphonnage des fécès, restes alimentaires et particules décantées n'est effectué au cours de l'élevage. Des relevés des principaux paramètres physico-chimiques sont effectués tous les jours après renouvellement. Les valeurs moyennes sont consignées dans le tableau 2.

Jours	1	2	3	4	5	6	7	Moyenne
Température (° C)	28,1	27,4	27,0	27,2	27,0	27,1	26,8	22,0
Oxygène (mg/l)	6,9	7,4	7,5	7,4	7,1	7,1	7,4	7,3
pH	7,7	7,3	7,1	7,5	7,7	7,7	7,6	7,5
Conductivité (µmhos)	3740	2660	1910	1420	1325	1010	750	1831
Salinité (‰)	2,0	1,5	1,1	0,8	0,6	0,4	0,2	0,9

Tableau 2: Valeurs journalières moyennes des principaux paramètres physico-chimiques de l'eau durant l'acclimatation des post-larves.

La présence d'air-lifts permet une bonne homogénéité du milieu. La conductivité et la salinité décroissent régulièrement au cours du temps en raison du renouvellement. En effet, l'eau neuve, qu'elle provienne directement du fleuve ou du bassin est faiblement minéralisée (Tab.1).

Les post-larves sont alimentées une fois par jour, le soir à raison de 15 à 20 % de la biomasse, 7 jours sur 7. L'aliment utilisé est du Nippai en miettes (C4) dont l'analyse proximale est la suivante:

- humidité : 1,2 %
- protéines : 54,7 %
- lipides : 9,7 %
- calcium : 3,6 %

La récolte est effectuée en une seule fois au bout de 6 à 10 jours d'élevage (généralement 7).

La technique de pêche est identique à celle utilisée en éclosion:

- baisse du niveau
- pêche à l'épuisette en raclant les parois et le fond
- récupération du reliquat dans un concentrateur type "éclosion crustacé" placé à la vidange.

Le comptage se fait par la méthode volumétrique en utilisant une épuisette graduée et étalonnée sur plusieurs échantillons répartis au cours de la vidange. Le résultat essentiel étant la survie finale, le poids moyen n'a pas été suivi.

### 3. RESULTATS

L'ensemble des résultats est synthétisé dans le tableau 3.

#### 3.1. Survie finale

Lorsqu'on utilise un renouvellement avec de l'eau du fleuve, les résultats sont excellents: 99 % de survie en moyenne (essais 1, 2, 3, 7, 8, 9).

Dans les plus petits bacs (2,5 m<sup>3</sup>), non équipés de supports, les survies sont de 100 % (essais 2 et 3). L'absence de supports pour ces essais n'a pas eu d'influence. Ceci peut s'expliquer par le fait que si dans les essais 2, 3, 7 et 8, l'on comptabilise la surface potentielle de fixation pour les post-larves (parois et supports), les densités sont du même ordre de grandeur (600 PL/m<sup>2</sup>).

Par ailleurs, en utilisant le même protocole mais un renouvellement avec de l'eau verte de bassin, on enregistre de mauvais résultats (essais 4, 5 et 6). Les relevés des paramètres physico-chimiques ne font apparaître aucune différence entre ces essais et les précédents. La seule différence entre ces trois essais et les précédents concerne l'origine du renouvellement (eau verte). Or on observe que la densité phytoplanctonique du bac est d'autant plus élevée que l'ensoleillement est important. En effet, l'emplacement des bacs sous la structure légère et l'absence de paroi, induisent un ensoleillement faible pour le A4, moyen pour le A5 et important pour le A6. Une relation de proportionnalité semble s'établir entre cet ensoleillement et la mortalité en cours d'élevage.

Un essai a donc été mené avec le même protocole dans le bac le plus ensoleillé (essai 10) après mise en place d'ombrières. La survie a été multipliée par 2,5 (soit 86,7 % dans ce second essai) sans pour autant atteindre les valeurs obtenues avec renouvellement par de l'eau de fleuve.

#### 3.2. Estimation de la survie des post-larves acclimatées après transfert en bassin.

la survie des post-larves acclimatées en sas après leur transfert en bassin est estimée par la méthode des cages de survie (cf C.R. n° 2, rapport convention IFREMER-Région Guyane 1987). On note:

- une grande homogénéité des résultats
- une valeur moyenne de 81 %

Cette valeur est à rapprocher des moyennes observées sans acclimatation pour les ensemencements effectués au cours de la saison sèche précédente:

- estimation de la survie moyenne en bassins, en 1987: 40 %.
- estimation de la survie moyenne en bassins, en 1988, après acclimatation des post-larves: 81 %.

N° essai	Date vidange	Volume (m <sup>3</sup> )	Densité (pl/l)	Durée (jrs)	Origine Renouveaulement	Survie finale (%)	Survie en cages (%)	Observations
1	13/10/88	14	2,2	6	Kourou	95,3	76,7	-
2	21/10/88	2,5	2,3	7	Kourou	100,0	-	Bacs non équipés de supports
3	21/10/88	2,5	2,3	7	Kourou	100,0	-	Bacs non équipés de supports
4	24/10/88	6	3,3	10	B9/Kourou	90,8	83,0	Influence probable de l'ensoleillement
5	24/10/88	6	3,3	10	B9/Kourou	66,1	83,0	
6	24/10/88	14	2,7	10	B9/Kourou	34,8	83,0	
7	17/11/88	6	2,9	7	Kourou	100,0	80,3	-
8	17/11/88	6	2,9	7	Kourou	100,0	80,3	-
9	17/11/88	14	2,9	7	Kourou	100,0	80,3	-
10	30/11/88	14	1,1	7	B9	86,7	81,0	Bacs équipés d'ombrières

Tableau 3: Principales caractéristiques et résultats de survie pour les essais d'acclimatation de post-larves en saison sèche 1988-89.

## 4. DISCUSSION

### 4.1 La densité

Le comportement caractéristique (tendance à la fixation) des post-larves nous a conduit à systématiser l'utilisation de supports verticaux. Toutefois, pour cette expérience dont l'objectif initial était le rodage de l'enceinte et de la technique, on a travaillé à des densités relativement faibles, nécessitant peu de surface de fixation. Pour le prochain volet, on augmentera la densité en équipant les bacs avec des supports plus nombreux et mieux adaptés. Cette voie a déjà été largement explorée; les références sont nombreuses: Smith et Sandifer, 1975; Sandifer et Smith, 1977; Aquacop, 1985.

### 4.2 La durée

Les différences de durée d'acclimatation (Tab.3) sont dues à l'ajustement du protocole en début d'expérimentation. A 30 % de renouvellement par jour, une acclimatation de sept jours permet de descendre progressivement en salinité jusqu'à zéro. Une durée plus importante compliquerait la mise au point du système car il faudrait alors chercher à garantir également un gain de poids des post-larves.

Il serait cependant utile d'essayer d'allonger la durée du sas (au-delà de 10 jours), sans préjudice, ni sur la survie ni sur la croissance (survie: 94,3 % et pm de 16 mg par post-larves pour une durée de 16 jours; Aquacop, 1985), afin d'offrir une plus grande souplesse d'utilisation pour l'aquaculteur, en permettant notamment des transferts sur plusieurs jours.

### 4.3 La gestion de l'eau.

Pour roder le protocole, il est préférable de disposer d'une eau de qualité relativement stable (fleuve Kourou), plutôt qu'une eau de qualité variable (bassin). Mais une véritable acclimatation implique l'utilisation d'une eau de bassin pour le renouvellement de l'eau des bacs.

L'observation de mortalités significatives liées à l'utilisation de l'eau verte et à l'ensoleillement, a montré la nécessité de précautions particulières. Sachant que l'on peut utiliser les deux sources d'eau et les mélanger, il reste à mettre au point une séquence optimale de renouvellement, en utilisant différentes proportions successives des deux sources d'eau au cours des sept jours d'acclimatation, afin de garantir une survie maximale lors du transfert en bassin.

En cas d'allongement de la durée d'acclimatation, il sera probablement nécessaire d'élever le taux de renouvellement afin de garantir une bonne qualité d'eau, malgré l'augmentation de la biomasse.

### 4.4 L'exposition.

L'ensoleillement semble avoir une influence significative sur la survie finale, mais les paramètres suivis ne permettent pas de dégager une explication précise.

### 4.5 Survie au transfert.

Même en tenant compte d'une erreur de précision dans l'estimation de la survie par la méthode des cages, on peut noter un net progrès de la survie au transfert entre un ensemencement direct et un transfert de post-

larves acclimatées (81 % contre 40 % sans acclimatation).

#### 4.6 Améliorations dans la gestion du sas.

Le siphonnage régulier des dépôts, quelle que soit leur nature (restes alimentaires, argiles, cadavres, etc...) est une intervention utile qui, non seulement doit permettre de constater une mortalité éventuelle des animaux, mais surtout faciliter l'estimation de sa répartition au cours du temps.

La mesure du poids moyen, en début et en fin d'élevage sera effectuée systématiquement, afin de connaître le gain pondéral moyen et de pouvoir l'améliorer par des séquences alimentaires différentes (distribution automatique en continu, par exemple) ou des aliments plus performants.

Il serait utile de mesurer la teneur en ammoniacque afin de préciser la marge de sécurité vis-à-vis de cet élément toxique. Cette mesure permettrait aussi de mieux ajuster le renouvellement généralement plus important dans ce type d'enceinte (50 % chez Sandifer et Smith, 1977; 150 % pour Aquacop, 1985)

### 5. CONCLUSION

Les résultats montrent que les structures utilisées permettent d'obtenir une survie proche de 100 % au bout d'une semaine d'acclimatation des post-larves. On a pu vérifier que l'utilisation de ces post-larves acclimatées permet d'obtenir une meilleure survie lors du transfert en bassin.

En saison sèche, le protocole mis au point est valable pour des densités de 1,1 à 3,3 PL/L. Ces résultats correspondent au premier objectif que l'on s'était fixé: disposer d'une enceinte et d'un protocole d'acclimatation des post-larves en saison sèche, période la plus délicate pour l'ensemencement des post-larves en bassin.

Le 2<sup>ème</sup> volet de ce programme, qui fera l'objet d'une fiche dans le compte-rendu 1989, vise à optimiser l'ensemble de la méthode d'acclimatation afin d'augmenter la densité jusqu'à environ 10 PL/l et de pouvoir utiliser cette technologie à n'importe quelle période de l'année.

## BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- Aquacop 1985. Stockage de post-larves de *Macrobrachium rosenbergii* en sortie d'écloserie. Rapport interne, DRV/AQ/TAH. 85.202, 7 pp.
- Armstrong, D.A., Chippendale, D., Knight, A.W. Colt, J.E., 1978. Interaction of ionized and un-ionized ammonia on short-term survival and growth of prawn larvae, *Macrobrachium rosenbergii*. *Bioll. Bull.* 154,15-31.
- Hummel, C.G. 1986. The effect of high pH on the mortality of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) postlarvae in green and clear water. M. Sc. Thesis, University of Puerto Rico, Mayaguez, 37 pp.
- Sandifer, P.A. T.I.J., Smith, 1977. Intensive rearing of postlarval Malaysian prawns, *Macrobrachium rosenbergii*, in a closed cycle nursery system. *Proc. World Maricul. Soc.* 8,225-235.
- Sarver, D., Malecha, S. Onizuka, D., 1982. Possible sources in stocking mortality in post-larval *Macrobrachium rosenbergii*. In: M.B. New (Editor), Giant Prawn Farming. Developments in Aquaculture and Fisheries Sciences, 10. Elsevier Publishing Co., Amsterdam. pp: 99-113.
- Smith, T.I.J. P.A. Sandifer, 1975. Increased production of tank-reared *Macrobrachium rosenbergii* through use of artificial substrates. *Proceedings of the World Mariculture Society*. 6,55-56.

