

# L'élevage de la crevette tropicale d'eau douce

Jean-Michel GRIESSINGER  
Denis LACROIX et Philippe GONDOUIN



ISBN 2-905434-31-7  
© Ifremer, 1991

Cet ouvrage fait le point des travaux  
de recherche et de développement  
effectués sur l'élevage de la crevette tropicale d'eau douce  
par le Cnexo puis l'Ifremer, de 1973 à 1990,  
dans les départements et territoires d'Outre-Mer.

Il a été réalisé avec la participation financière du

**CONSEIL RÉGIONAL DE LA GUYANE**

et la coopération technique du

**CRESTIG**

Réseau guyanais de culture  
scientifique et industriel

Service de la Documentation  
et des Publications (S.D.P.)  
**IFREMER - Centre de Brest**  
**BP 70 - 29280 PLOUZANÉ**  
**Tél. 98 22 40 13 - Télex 940 627 F**

ISBN 2-905434-31-7

© Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer, 1991

# PRÉFACE

Les travaux consacrés à la crevette tropicale d'eau douce représentent vingt années de recherche et de développement à l'Ifremer. Comment rassembler, sous une forme attrayante, les connaissances et les expériences ainsi accumulées pour les faire connaître, si ce n'est par le biais d'un livre de synthèse ?

Depuis les premières tentatives de maîtrise de l'élevage larvaire menées au Centre océanologique du Pacifique dès 1973, jusqu'au transfert complet des techniques d'écloserie et de grossissement aux éleveurs de la plupart des départements et territoires d'Outre-Mer, la connaissance de ce crustacé n'a cessé de progresser. Cet effort place aujourd'hui la France parmi les pays détenteurs d'une compétence confirmée sur cet élevage, non seulement au plan scientifique et technologique, mais aussi au plan de la production.

Cette expérience du transfert de l'ensemble de la zootechnie d'un crustacé dans des contextes socio-économiques variés permet aux auteurs de s'adresser à un vaste public : éleveurs et techniciens, scientifiques, enseignants, ainsi que tous les acteurs du développement de l'aquaculture, responsables politiques, administratifs ou financiers, experts d'organisations internationales, producteurs, etc. Cet ouvrage vient également au bon moment car l'aquaculture des crustacés tropicaux est en plein essor : cet élevage représentait 3 % de la production mondiale des crustacés il y a 10 ans, il en représente maintenant plus du quart (26 % en 1990).

Parmi ces crustacés, la chevette a un fort potentiel car, d'une part, elle constitue un des rares crustacés d'eau douce de forte valeur marchande et, d'autre part, les essais de commercialisation de cette espèce, aux Etats-Unis comme en France, ont montré un excellent accueil du public pour ce crustacé original et "diététique", à condition qu'il se prête bien à une valorisation culinaire.

Il faut souligner enfin que ce livre prend en compte toute la dimension internationale du développement de cet élevage, tant au plan scientifique et technique qu'au plan commercial, grâce à une enquête précise dans tous les grands pays producteurs. Cette approche correspond aussi à notre souci de faire rayonner l'acquis scientifique de l'Ifremer, surtout quand cet acquis est complété par une longue expérience du développement sur le terrain.

Je formule le vœu que ce livre, fruit du travail de plusieurs équipes pendant de nombreuses années, réponde au mieux à l'attente des différents publics auxquels il a l'ambition de s'adresser.

Monsieur Pierre PAPON  
président directeur général  
de l'IFREMER



---

# Table des matières

---

## INTRODUCTION

### Première Partie : Production et Commercialisation

<b>Production mondiale</b> .....	9
1. Production de "crevettes".....	9
2. Production de <i>Macrobrachium</i> .....	10
<b>Pays producteurs</b> .....	15
1. Thaïlande.....	15
2. Bangladesh.....	17
3. Taïwan.....	19
4. Brésil.....	21
5. Mexique.....	23
6. Vietnam.....	25
7. République Dominicaine.....	25
8. Hawaï.....	26
9. Japon.....	27
10. Porto Rico.....	30
11. L'île Maurice.....	33
12. Israël.....	34
<b>Départements et Territoires d'Outre-Mer</b> .....	36
1. Polynésie (Tahiti).....	38
2. Martinique.....	41
3. Guadeloupe.....	45
4. Guyane.....	47
5. La Réunion.....	51
6. Nouvelle-Calédonie.....	53
7. Bilan.....	55
<b>Plans de développement</b> .....	57
1. Etude de faisabilité et élaboration du programme.....	59
2. Mise en place d'une unité intégrée.....	63
3. Développement de l'élevage à l'échelle régionale.....	66
4. Conclusion.....	69

## Sommaire

<b>Commercialisation</b> .....	72
1. Pourquoi valoriser ?.....	72
2. Comment valoriser ?.....	77

## Deuxième Partie : Techniques de production

<b>Particularités de la population de chevrettes</b> .....	87
1. Croissance hétérogène.....	87
2. Croissance compensatoire.....	88
<b>Elevage en mode continu</b> .....	89
1. Système continu simple.....	89
2. Système continu multiphase.....	95
<b>Elevage en mode discontinu</b> .....	101
1. Système discontinu simple.....	103
2. Système discontinu avec prégrossissement.....	104
3. Système discontinu séquentiel.....	108
<b>Evolution des techniques d'élevage</b> .....	114
1. Sélection selon la taille.....	115
2. Elevage de populations monosexes.....	122
3. Contrôle génétique de la maturation sexuelle.....	125
<b>Choix du système d'élevage</b> .....	127
1. Critères liés à la biologie.....	127
2. Critères liés aux infrastructures de l'exploitation.....	128
3. Critères socio-économiques.....	128
4. Analyse économique.....	128

## Troisième Partie : Guide pratique

### Création de l'entreprise

---

<b>L'entreprise aquacole</b> .....	134
1. L'entreprise s'insère dans le domaine agricole.....	134
2. Un interlocuteur naturel.....	134
3. Les formes d'aides publiques.....	135
4. Un partenaire obligé : le banquier.....	137
5. Types d'entreprises.....	139

## Sommaire

<b>Analyse du projet</b> .....	143
1. Besoins financiers.....	143
2. Comptes d'exploitation prévisionnels.....	147
3. Plan de financement.....	149
4. Critères de rentabilité du projet.....	152
<b>Choix du site et normes de construction</b> .....	155
1. Choix du site.....	155
2. Aménagement du site.....	157
3. Equipements d'exploitation.....	165
<b>Matières premières</b>	
<hr/>	
<b>Production de postlarves</b> .....	167
1. Types d'écloseries.....	167
2. Systèmes d'élevage larvaire.....	169
3. Choix du système d'élevage.....	173
4. Exemples.....	173
<b>Fabrication de l'aliment</b> .....	177
1. Fabrication industrielle.....	179
2. Fabrication artisanale.....	185
<b>Le milieu</b>	
<hr/>	
<b>Rôle du sol et choix des amendements</b> .....	191
1. Rôle du sol.....	191
2. Les amendements.....	196
<b>Suivi de la qualité d'eau</b> .....	203
1. pH.....	204
2. Oxygène dissous.....	205
3. Température.....	210
4. Dureté et l'alcalinité.....	211
5. Turbidité.....	213
<b>Contrôle du phytoplancton</b> .....	216
1. Rôle du phytoplancton dans le bassin.....	217
2. Pourquoi le contrôler ?.....	217
3. Comment contrôler le phytoplancton ?.....	218

## Sommaire

<b>Aération artificielle</b> .....	226
1. Pourquoi aérer ?.....	227
2. Principe de l'aération.....	228
3. Principaux systèmes d'aération.....	228
4. Recommandations d'utilisation.....	229
4. Conclusion.....	231
<b>Contrôle des prédateurs</b> .....	232
1. Les poissons.....	233
2. Les insectes aquatiques.....	237
3. Les oiseaux.....	237
4. Prédateurs divers.....	239

## Le cheptel

---

<b>De l'écloserie au bassin</b> .....	241
1. Stockage.....	241
2. Expédition.....	242
3. Ensemencement.....	244
<b>Suivi du cheptel</b> .....	250
1. Evaluation de la croissance.....	251
2. Composition de la population.....	255
3. Evaluation du nombre d'animaux et de la biomasse.....	260
4. Tables de relation taille-poids.....	265
5. Fiches de suivi d'élevage.....	267
<b>Calcul et distribution de la ration alimentaire</b> .....	269
1. Calcul de la ration.....	269
2. Distribution de l'aliment.....	275
3. Contrôle de la qualité du granulé.....	277
<b>Pathologie</b>	
1. Mortalité massive brutale.....	279
2. Mortalité progressive.....	280
3. Blessures.....	281
4. Aspect et comportement anormaux.....	283
<b>Filets et techniques de pêche</b> .....	284
1. Filets.....	284
2. Techniques de pêche.....	287
3. Stockage des filets.....	294

<b>Traitement du produit</b> .....	295
1. La chair de la chevrette .....	295
2. Traitement .....	298
3. Produit frais .....	299
4. Produit congelé .....	303

### Quatrième Partie : Biologie de la chevrette

<b>Fiche signalétique</b> .....	309
1. Classification .....	309
2. Distribution naturelle .....	309
3. Cycle biologique .....	311
4. Anatomie de la chevrette .....	313
<b>Physiologie</b> .....	314
1. Respiration .....	314
2. Croissance .....	316
3. Reproduction .....	320
4. Osmorégulation .....	322
5. Limites physiologiques .....	324
<b>Alimentation et nutrition</b> .....	326
1. Régime alimentaire .....	326
2. Définition des besoins .....	329
3. Aliment composé .....	331
<b>Structure de la population</b> .....	334
1. Croissance des juvéniles .....	335
2. Croissance des adultes .....	335
3. Origine et nature de la dominance .....	338

### Annexes

<b>Bibliographie</b> .....	343
<b>Glossaire</b> .....	349
<b>Index</b> .....	355
<b>Adresses utiles</b> .....	361

Quinze années d'expérience sur l'**élevage de la crevette d'eau douce tropicale**, à Tahiti, aux Antilles et en Guyane, comme dans les principaux pays qui pratiquent cet élevage, sont rassemblées et synthétisées dans cet ouvrage.

- Où en est le **marché mondial** ? Cet élevage est déjà une réalité économique dans le monde tropical, comme sur les marchés américain ou européen.
- L'exploitation du cheptel est complexe, mais des **schémas de production** peuvent être adaptés aux conditions locales d'élevage et de marché.
- Ce **guide pratique** donne toutes les informations nécessaires pour monter un projet et le mettre en œuvre dans de bonnes conditions.
- Pour élever la crevette, il faut mieux la connaître. On trouve ici les éléments essentiels de la **biologie** de cette espèce.

L'ouvrage a été rédigé par l'équipe du laboratoire d'aquaculture de la station Ifremer de Guyane en 1989 et 1990. Ce guide, première synthèse en langue française, est unique en son genre. Il équilibre rigueur scientifique et esprit de vulgarisation pour s'adresser aussi bien aux scientifiques et techniciens qu'aux éleveurs ou aux décideurs du développement.

---

*This book represents a two year study by a team of French biologists to collect, summarise and present the experience and knowledge gained in the rearing of the giant freshwater prawn, not only in the French overseas territories but also in the main countries which are developing this culture. This document comprises four parts :*

- *The first describes the **world market**. The prawn rearing is already an economic reality in the tropical world, the United States and in Europe.*
- *The second on shows that, although the culture techniques are quite complex, **production systems** can be adapted to local conditions and markets.*
- *The third part is a **practical guide**, both for investors and farmers, giving all necessary data to start-up and monitor a project in the best conditions.*
- *The final part summarises the main elements of the **biology of this species**, in order that people interested in its development may have a better understanding of its life history.*

*The authors were based at the aquaculture laboratory of the Ifremer station of French Guiana from 1989 to 1990 and had 15 years previous experience of this culture in Tahiti and the Caribbean. Regarding this initial complete French synthesis on this species in a special care has been given to balance accurate scientific reporting with the objective of reaching a wider audience.*

## **Auteurs**

---

**Jean-Michel Griessinger**

**Denis Lacroix**

**Philippe Gondouin**

**Jean-Claude Falguière**

**Thierry Pollet**

**Gilles Mer**

Laboratoire Ressources aquacoles de la station Ifremer de Guyane,  
BP 477, 97331 Cayenne Cedex, Guyane française.

## **Collaborateurs français**

---

**Edouard Bédier** : *Physiologie*. Centre océanologique du Pacifique,  
Ifremer, BP 7004, Taravao, Tahiti.

**Gérard Biais** : *Données sur La Réunion*. Ifremer, BP 60,  
97822 Le Port Cedex, La Réunion

**Denis Coatanéa** : *Aération artificielle*. Station expérimentale d'aquaculture  
Ifremer, chemin de Maguelone, 34250 Palavas.

**Gérard Cuzon** : *Fabrication et conservation de l'aliment.*  
*Calcul et distribution de la ration. Alimentation et nutrition.*  
COP, Tahiti.

**Alain Diter et  
Jean-Marie  
Peignon** : *Contrôle génétique du sexe. Contrôle génétique de  
la maturation sexuelle.* COP, Tahiti.

**Philippe Ferlin** : *Assistance internationale pour les projets de développe-  
ment.* Ifremer, Paris.

**Hervé Le Menn  
et  
Jocelyn Louise** : *Actualisation des données sur la Martinique.*  
Sica aquacole, ZI Place d'Armes, 97232 Le Lamentin.

**Philippe  
Lemercier** : *Analyse du projet.* France-Aquaculture, BP 70,  
29280 Plouzané.

**Eric Linden**  
et **Ludovic**  
**de Parseval** : *Actualisation des données sur la Guadeloupe.*  
Sica aquacole, Les Plaines, 97116 Pointe-Noire.

**Pierre Roffino** : *Données sur Aquapac et Comparaison économique des modes d'élevage.* COP, Tahiti.

**Jean-François** : *Choix du site et normes de construction.*  
**Virmaux** France-Aquaculture, COP, Tahiti.

**Maurice Weppe** : *Pathologie.* COP, Tahiti.

## ***Collaborateurs pour les pays étrangers***

---

**Asie** **Michael B. New.** FAO Aquaculture division.  
Via delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italie

**Bangladesh** **Patricia Judes-Papon.** La Valade, 17120 Semussac.  
France.

**Philippe Serene.** Aquaservice, Port Saint Clair, quai de  
Quilles, 34200 Sete, France.

**Brésil** **Elias Alves Cordeiro.** Aquicultura Do Rio Preto S/A, Av.  
Pres. Caste Branco, 6866/902, Candeias, 54420  
Jaboatao, PE.

**Jacques-Eric Thomas.** FIPERJ, Praça 15 de Novembro,  
2- 3° andar, CEP 20.010, Rio de Janeiro, RJ.

**Hawaï** **Leonard Young,** State of Hawaiï, department of Land  
and Natural Resources, Aquaculture Development  
Program, 355 Merchant Street, Room 359, Honolulu, HI  
96813.

**Ile Maurice** **Rogene K. Thompson et Hervé Douce.** Camaron  
Production Co., Le vallon, Ferney S.E., Mahebourg.

**Jean-Marie Huron.** Camaron Hatchery Co. Ltd, Mon  
Trésor, Mon Désert S.E., Plaine Magnien.

**Israël** **Sheenan Harpaz.** Fish and Aquaculture Research Unit.  
The Volcani Center. P.O. Box 6, Bet-Dagan 50250.



- Japon**                    **Claudio Justo Chavez.** Department of Fisheries, Faculty of Agriculture. University of Tokyo, Bunkyo, Tokyo.
- Mexique**                **José-Luis Arreguin et Marcelo Costero.** Universidad Autonoma de Guadalajara, Laboratorio de Ciencias Marinas, Apartado Postal N°3, Barra de Navidad, Jal. 48987.
- Porto Rico**            **Dallas E. Alston et Michael McGee.** Department of Marine Sciences, University of Puerto Rico, Mayaguez, PR 00709.
- République  
Dominicaine**        **Guadalupe Ruiz de Mueses.** Div. de Acuacultura. Departamento de Recursos Pesqueros. Secretaria de Estado de Agricultura. Santo Domingo, D.N.
- Dennis Weidner,** “Latin American Shrimp Culture”, United States Department of Commerce, NMFS/NOAA, Silver Spring, Maryland 20910, USA.
- Taiwan**                **I-Chui Liao et Nai-Hsien Chao.** Taiwan Fisheries Research Institute. 199 Hou-lh Road, Keelung 20220.
- Thaïlande**            **Bung-orn Saisithi.** Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives. Rajadamnern Avenue, Bangkok.

## ***Photos et illustrations***

---

La plupart des photos sont de **Denis Lacroix**.

Les autres photographes sont :

<b>AQUACOP</b>	COP, ferme d'Aquapac
<b>Gérard Biais</b>	Ferme de Saint-Paul à la Réunion
<b>Pierre Buirette</b>	Morphotypes
<b>Gérard Cuzon</b>	Etapes de fabrication de l'aliment
<b>Claudio Chavez Justo</b>	Ecloserie japonaise
<b>Jean-Claude Falguière</b>	Pipes de prise d'eau, moine, Aquapac, pathologie (algues filamenteuses)
<b>Philippe Gondouin</b>	Vente en hypermarché, conditionnement chevrettes asiatiques
<b>Eric Linden</b>	Cages de tri
<b>Gilles Mer</b>	Armoire de congélation, prise de paramètres physicochimiques, détail mangeoires
<b>Rosangela Mesquita</b>	Distributeur d'aliment tracté
<b>Jean-Marie Peignon</b>	Bassins de Nouvelle-Calédonie
<b>Rogene Thompson</b>	Ferme de l'île Maurice

Tous les dessins, graphes et tableaux sont de **Philippe Gondouin**

---

# Introduction

---

## **Cet élevage a 25 ans**

La production aquacole mondiale de *Macrobrachium* en 1990 est estimée à 25 000 tonnes. Comparée à la production mondiale aquacole de crevettes de mer (Pénéides), de l'ordre de 550 000 tonnes pour cette même année, le résultat apparaît très faible si on se réfère au niveau identique des connaissances accumulées sur ces deux crevettes depuis 25 ans. Ces acquis ont été dans les deux cas le résultat des travaux de recherche des équipes scientifiques et des élevages qui se sont très rapidement développés dès la fin des années 60.

Pour la chevrette, *Macrobrachium rosenbergii*, quelques dates et quelques noms jalonnent cette démarche de recherche et de développement. Dans la première moitié des années 60, à Penang en Malaisie, Shao-wen Ling boucle le cycle biologique de l'espèce en captivité c'est à dire qu'il réussit l'élevage larvaire et obtient des postlarves. A partir de 1965 à Hawaï, Takuji Fujimura met au point à partir de quelques adultes reçus de Penang, les premières techniques de production de postlarves en éclosérie "eau verte" et d'élevage en bassins de terre, le système de grossissement en continu.

Pendant la période 1965-75, Fujimura, reconnu comme "le père de la chevrette", envoie à partir de son laboratoire d'Anuenue à Honolulu, des postlarves et des géniteurs vers plusieurs régions qui veulent pratiquer l'élevage ou démarrer des programmes de recherche sur cette espèce : l'île Maurice, Tahiti, les Etats-Unis, l'Amérique latine, les Antilles, Israël, etc. En 1974, un congrès réunit à Charleston, les principaux chercheurs étrangers qui travaillent sur cette espèce. L'intérêt de cet élevage est alors reconnu ce qui constitue une forte incitation à la poursuite des programmes de recherche et de lancement des projets de développement.

A partir de 1976 à Tahiti, l'équipe du Centre océanologique (Cnexo puis Ifremer), Aquacop, maîtrise à son tour la production des postlarves (technique intensive en eau claire) et dispose des connaissances nécessaires pour la fabrication d'aliments de grossissement.

Dans le même temps, l'équipe de Spencer Malecha de l'Université d'Hawaï et l'équipe de Dan Cohen de l'université de Jérusalem, démarraient les programmes les plus importants sur cette espèce qui dureront jusqu'à la fin des années 80. L'équipe de Malecha étudie les origines génétiques et comportementales de la structuration de la population de chevrettes et imagine des systèmes d'élevage adaptés à ces phénomènes. L'équipe de Dan Cohen décrit la mise en place de la

## **Introduction**

structure de la population et optimise les techniques de prégrossissement, imposé en Israël par l'existence d'une saison froide.

Vers la fin des années 70 et le début des années 80, des programmes importants voient le jour aux Antilles, au Honduras, en Floride, en Guyane, au Brésil, en Jamaïque et à Porto Rico. Dans les pays du Sud-Est Asiatique, les projets sont nombreux notamment à Taiwan et en Thaïlande.

### **Un contexte de développement difficile**

L'ensemble de ces efforts, déployés à l'échelle internationale sur la chevette et très résumés ici dans leur chronologie, ne s'est pas traduit en termes de production de la même façon que ceux, du même ordre, déployés sur les Pénéides. Les raisons tiennent à la fois à la capacité de l'offre et à l'importance de la demande. La capacité de l'offre est limitée par deux facteurs.

- Le premier concerne les surfaces d'élevage : les terrains favorables à l'implantation des fermes sont le plus souvent des terrains agricoles déjà mis en valeur. Pour être convertis à l'aquaculture, ils doivent donc être rendus préalablement disponibles, par exemple lorsqu'une spéculation aquacole n'est plus compétitive. D'autre part, cette insertion au milieu des activités agricoles est pour chaque projet une contrainte déterminante pour sa taille et conduit à une dispersion des activités.
- Le second concerne les rendements obtenus avec la chevette. Ils sont limités par les effets de dominance et d'inhibition au sein de la sous-population mâle qui conduisent à restreindre les densités. D'autre part, du fait de leur taille, les entreprises ont rarement des techniciens spécialisés et sont peu attentives à l'évolution des techniques et aux acquis nouveaux qui leur permettraient d'augmenter leur production.

Quant à la demande, il n'y en a pas de spécifique sur les grands marchés consommateurs (Etats-Unis et Europe) où la chevette n'est pas connue. En effet, avant les apports de l'aquaculture et pendant la période des années 60-70, la production mondiale est limitée par le caractère artisanal de la pêche. De plus, les quelques productions suffisamment importantes pour être commercialisées sur le marché international proviennent d'Inde et du Bangladesh, où la chaîne du froid est très peu fiable. Aussi la qualité de chevette qui atteint les marchés consommateurs est très médiocre. Dans le même temps, la pêche industrielle de Pénéides se développe, associée à un conditionnement congelé de qualité, à bord des chalutiers où dans des usines à terre. La chevette arrivant sur le même créneau des crevettes congelées tropicales est alors naturellement considérée comme un produit bas de gamme, substitut bon marché des crevettes Pénéides.

A l'inverse de ce positionnement sur les grands marchés consommateurs, la chevrette est connue et très appréciée sur certains marchés régionaux, là où elle vit à l'état naturel (espèce *M. rosenbergii* ou autres espèces voisines) : Caraïbes, zone tropicale du continent américain, îles de l'océan Pacifique et de l'océan Indien, Afrique de l'Ouest. Elle a alors un nom particulier qui lui confère une identité précise et elle fait partie de la gastronomie régionale.

Quand les travaux de Fujimura ont commencé à être connus, à partir de 1970, certaines de ces régions où un marché local existait, ont manifesté un fort intérêt pour cette activité. Elle pouvait s'intégrer dans le contexte d'économies agricoles à la recherche de diversification et de développement, pour la création d'entreprises productrices et créatrices d'emplois. Cet intérêt, et plus particulièrement celui de la Polynésie française à partir de 1971, est à l'origine de l'inscription de cet élevage dans le programme "Aquaculture tropicale" de l'Ifremer.

### Le programme français de recherche-développement

Les travaux de recherche ont démarré à Tahiti, au COP en 1972. L'approche de la mise au point des procédés d'élevage a été pluridisciplinaire, l'équipe **Aquacop** étant composée de zootechniciens, de nutritionnistes, d'écochimistes, de pathologistes et d'ingénieurs. Les travaux se sont ensuite étendus en Martinique, en Guadeloupe, puis en Guyane où ils ont pris la forme du soutien au développement par l'assistance technique aux promoteurs et aux éleveurs, et par l'encadrement ou le conseil des structures professionnelles. En Guyane, en 1986, l'Ifremer a construit une station d'expérimentation à Kourou pour réussir l'adaptation des techniques de production au contexte local très particulier.

Dans sa démarche de recherche, de développement et de transfert, qui est l'une de ses missions principales, l'Ifremer a créé deux filiales de production : une ferme de démonstration de 10 hectares à Tahiti en 1980, **Aquapac S.A.** et une éclosérie de capacité de 25 millions de postlarves en Guyane en 1982, **Guyane Aquaculture S.A.**

En accompagnant les professionnels des DOM-TOM dans la mise en place de cette activité nouvelle (72 aquaculteurs sont dénombrés en 1990) et en s'engageant lui-même dans la production, l'Ifremer a été confronté à toutes les difficultés de la filière d'ordre technique, économique et commercial. Elles ont été analysées et des solutions ont été apportées pour atteindre la maîtrise des élevages, une rentabilité satisfaisante sur les marchés locaux et pour vendre la chevrette d'élevage sur le marché français à un prix comparable à celui des autres crevettes, grâce à la mise en valeur d'une image justifiée de produit haut de gamme.

Ces acquis successifs permettent de dire aujourd'hui que les incertitudes liées aux différentes étapes de cet élevage sont levées et que l'étude

## **Introduction**

de tout projet nouveau peut s'appuyer dorénavant sur des données réelles et sur des méthodes qui ont été testées dans une finalité économique.

Malgré ces résultats, l'avenir de cette spéculation dans le contexte économique des DOM-TOM où les coûts de production sont élevés, reste incertain :

- les entreprises existantes sont endettées et les rendements sont encore insuffisants pour corriger cet état ; certains cherchent des élevages de substitution ;
- il n'y a plus de création de fermes par manque de promoteurs décidant d'investir dans cette activité et en raison de la méfiance des financiers locaux.

C'est dans cette situation fortement contrastée, entre, d'une part, une connaissance acquise et éprouvée sur l'ensemble de la filière et, d'autre part, un développement en stagnation et même dans certains cas en régression, que ce document a été élaboré.

## **Objectif de l'ouvrage**

L'ensemble de ce travail de synthèse vise un double objectif.

- Ce document veut d'abord préserver ce qui a été appris au moment où le programme de "recherche - développement - transfert" de l'Ifremer sur cette espèce arrive à son terme. Il veut également le rendre disponible dans une forme qui met en valeur l'expérience vécue. L'expérience de terrain est rarement transmise ; elle est la plupart du temps gardée et protégée. Elle doit ici servir au progrès et à la pérennité de l'élevage.
- Il veut donner à des promoteurs potentiels des informations objectives et hiérarchisées comme aide à leur prise de décision. L'élevage de la chevette est une option sérieuse pour la diversification des cultures et un des éléments des plans d'aménagement ou de restructuration de l'agriculture dans les régions tropicales.

Dans la perspective d'une banalisation de la crevette pénéide par une forte augmentation de la production aquacole mondiale (elle devrait doubler d'ici l'an 2000, c'est-à-dire avoisiner le million de tonnes), la chevette reste un produit original pour lequel une demande spécifique existe.

### Comment ce livre a-t-il été écrit ?

Ce livre est le fruit d'un travail d'équipe de deux années pour rassembler, synthétiser et présenter de manière claire et complète l'expérience et les connaissances acquises sur l'élevage de cette espèce, non seulement dans l'ensemble des DOM-TOM mais également dans les principaux pays pratiquant cet élevage. Aussi, une vaste enquête a été lancée en 1989 pour recueillir le plus grand nombre possible d'informations actualisées.

L'équipe de rédaction a été celle du laboratoire des ressources aquacoles de la station Ifremer de Guyane, entre 1989 et 1990. Elle bénéficiait déjà d'une quinzaine d'années d'expérience dans tous les aspects de cet élevage à Tahiti, aux Antilles et en Guyane. Plusieurs chercheurs et ingénieurs d'autres centres Ifremer ont apporté leur contribution dans leur spécialité.

Pour que le contenu et la forme du document réponde bien au double souci d'un accès facile et d'un caractère pratique, ce document a subi plusieurs lectures critiques par des techniciens de terrain de la région Antilles-Guyane au fur et à mesure de sa rédaction.

### Plan du livre

Ce document est bâti en quatre parties.

- La première partie décrit le **marché mondial**. Elle montre que l'élevage de la chevrette est déjà une réalité économique à travers le monde tropical mais que pour bien la vendre, il faut la faire connaître des consommateurs.
- La deuxième partie montre que l'exploitation du cheptel est complexe et qu'elle doit tenir compte de l'organisation sociale de la population. Il n'existe pas de modèle unique de gestion de la population et les **schémas de production** doivent être adaptés aux conditions locales d'élevage et de marché.
- La troisième partie est un **guide pratique** qui s'adresse au promoteur comme à l'éleveur et qui donne toutes les informations nécessaires pour monter un projet et le mettre en œuvre dans de bonnes conditions.
- La quatrième partie rassemble les principaux éléments de la **biologie** de cette espèce afin que ceux qui ont choisi de la produire puissent mieux la connaître.

## ***Introduction***

### **Présentation**

Pour l'ensemble de l'ouvrage, une présentation pratique et synthétique a été adoptée.

- Dessins, schémas et planches de photos décrivent les notions et procédures courantes de cet élevage. De nombreuses photos illustrent la variété des formes de cet élevage dans le monde.
- Un glossaire définit en mots simples, les principaux termes et notions utilisés couramment dans cet élevage.
- Un index des sujets traités facilite la recherche de points particuliers.
- Une bibliographie rassemble les principaux livres et publications réalisés sur la chevrette, du simple ouvrage de vulgarisation à la thèse scientifique.
- Une liste d'adresses utiles en métropole, dans chaque DOM-TOM et à l'étranger : fournisseurs de matériel, centres de recherche et de documentation, revues, organismes chargés du développement.



# Première Partie

## Production et commercialisation

Cette première partie fait un point actualisé sur la production mondiale de crevettes d'eau douce en identifiant pêche et aquaculture. Les principaux pays producteurs d'élevage sont présentés individuellement dans une fiche où sont détaillées les conditions de production et de commercialisation.

Ce tour du monde est complété par la description des programmes de développement du début des années 80 qui ont conduit à l'implantation de cet élevage dans les DOM-TOM. Une analyse de ces plans de développement met ensuite en évidence les points-clefs pour une implantation durable de cette activité.

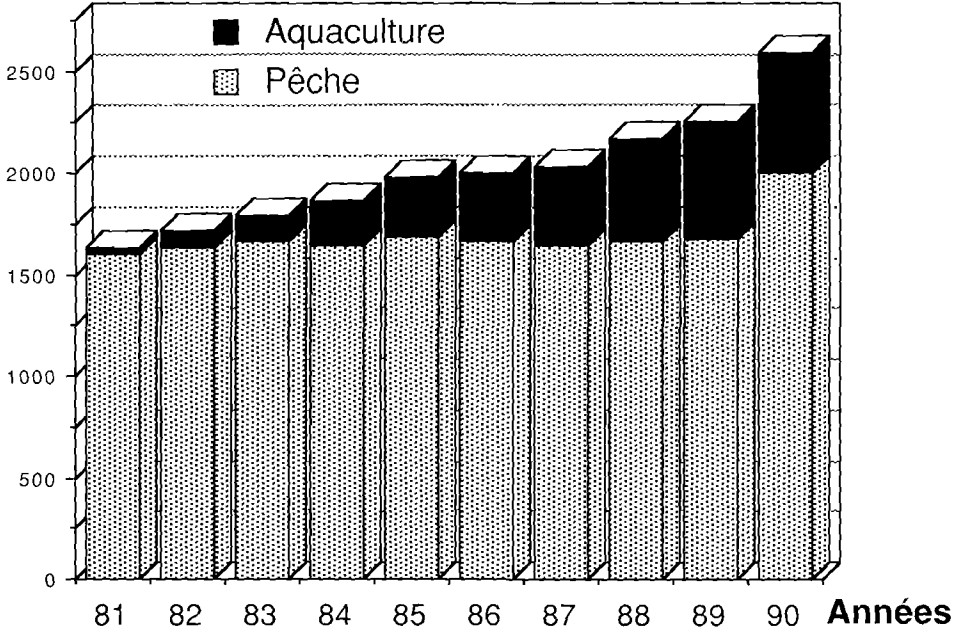
La partie commercialisation montre que le marché international de la chevrette est marginal par rapport à celui des crevettes de mer. Aussi, la chevrette doit être valorisée comme un produit nouveau et de grande qualité. Cette valorisation déjà traditionnelle dans la plupart des départements et territoires d'outre-mer français, peut être étendue à des marchés nouveaux comme la France en utilisant un marketing adapté qui met en avant les qualités spécifiques de l'animal.

Ces notions sont développées dans cinq fiches.

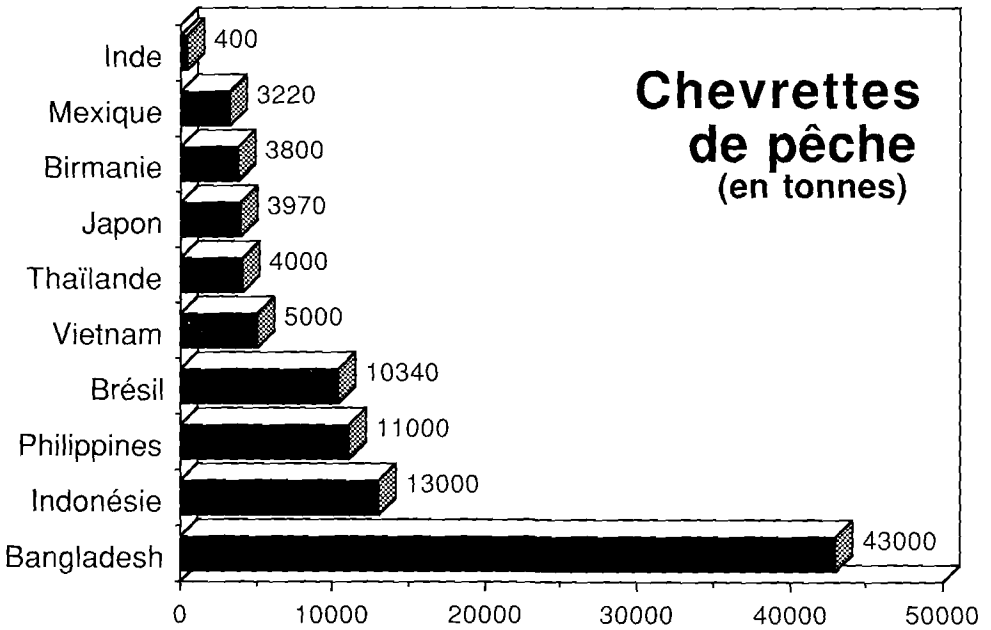
<input type="checkbox"/>	<b>Production mondiale</b> .....	9
<input type="checkbox"/>	<b>Pays producteurs</b> .....	15
<input type="checkbox"/>	<b>Départements et Territoires d'Outre-Mer</b> .....	36
<input type="checkbox"/>	<b>Plans de développement</b> .....	57
<input type="checkbox"/>	<b>Commercialisation</b> .....	72

**Production et commercialisation**

**Production  
(x 1000 T)**



*Figure 1.1 : Evolution de la production mondiale de crevettes d'aquaculture (marines et d'eau douce) de 1981 à 1990.*



*Figure 1.2 : Les dix premiers producteurs de crevettes d'eau douce par la pêche.*

# Production mondiale

## 1. Production de "crevettes"

### 2. Production de *Macrobrachium*

#### 2.1. Pêcheries

- *Pays producteurs*
- *Techniques de pêche traditionnelles*

#### 2.2. Elevage

- *Elevage extensif et polyculture*
- *Elevage semi-intensif*
- *Elevage super-intensif*

## 1. Production de "crevettes"

---

En 1989, la production mondiale de crevettes de mer et d'eau douce représentait **2,2 millions de tonnes**, pêche et aquaculture confondues.

La principale région productrice est l'Asie qui représente les 3/4 de la production des crevettes de pêche (essentiellement la Chine, l'Inde, l'Indonésie et la Thaïlande) et 83 % de la production des crevettes d'élevage. Ensuite vient le continent américain (essentiellement Etats-Unis, Mexique, Brésil et Equateur) puis l'Afrique.

La part de l'aquaculture dans la production mondiale de crevettes ne cesse de croître (figure 1.1). Elle représentait 2,1 % en 1981 et atteint 26 % en 1989. Son développement rapide récent est principalement dû à la conjonction de plusieurs facteurs : l'augmentation du pouvoir d'achat et donc de la demande dans les pays industrialisés, la stagnation des pêches mondiales et les progrès des connaissances dans la biologie de nombreuses espèces d'intérêt commercial.

L'élevage des crevettes est donc un secteur en expansion rapide. Cette évolution accompagne celle de la tendance mondiale à développer l'aquaculture au sens large.

### 2. Production de *Macrobrachium*

Il existe environ 125 espèces de crevettes du genre *Macrobrachium*. Elles vivent généralement dans les eaux douces des régions tropicales et subtropicales d'Asie, d'Amérique, d'Océanie et des îles du Pacifique. En 1980, on recensait seulement une douzaine d'espèces faisant l'objet d'une exploitation commerciale dans le monde par la pêche ou l'aquaculture.

**Tableau 1.1 :** *Espèces sauvages de Macrobrachium exploitées commercialement dans le monde.*

Asie	Amérique	Amérique	Pacifique
<i>M. rosenbergii</i>	<i>M. amazonicum</i>	<i>M. vollenhovenii</i>	<i>M. lar</i>
<i>M. lanchesteri</i>	<i>M. americanum</i>		
<i>M. malcolmsonii</i>	<i>M. acanthurus</i>		
<i>M. nipponense</i>	<i>M. carcinus</i>		
<i>M. lanceifrons</i>	<i>M. tenellum</i>		
<i>M. dayanum</i>			

Dans le Sud-Est asiatique, ces crevettes constituent avec le poisson, une part importante de l'apport de protéines animales pour les populations rurales. Les stocks sauvages qui peuplent lacs, rivières et estuaires y sont exploités traditionnellement.

#### 2.1. Pêcheries

- **Pays producteurs**

Les principaux pays pêcheurs sont les pays asiatiques : Bangladesh, Indonésie, Philippines, Vietnam, Thaïlande (figure 1.2). Les espèces pêchées sont principalement *Macrobrachium rosenbergii*, *M. malcolmsonii*, *M. lanchesteri* et *M. lanceifrons*. Il existe également une pêcherie significative au Brésil de l'espèce *M. amazonicum* et au Mexique de *M. acanthurus*. Partout ailleurs (Afrique, Océanie), les stocks sauvages ne supportent pas de pêcheries commerciales de grande taille.

Les quantités indiquées dans la figure 1.2 comprennent des crevettes d'eau douce du genre *Macrobrachium* mais aussi des genres *Exopalaemon* et *Nematopalaemon* de petite taille et très exploitées en Asie mais en part non quantifiable. Des chiffres précis sont toujours difficiles à obtenir : souvent, les statistiques et nomenclatures douanières ne différencient pas les crevettes d'eau douce des crevettes de mer ou, lorsqu'elles le font, ne descendent pas à l'espèce et les présentent par famille ou par genre. Il existe également des productions non recensées (marchés locaux isolés, fraudes, etc.).

## **Production et commercialisation**

### • **Techniques de pêche traditionnelles**

Dans tous ces pays, les engins de pêche sont très similaires.

- **Casiers** : en bois ou en bambou, appâtés de chair de noix de coco, de déchets de poisson ou de viande ;
- **Filets** : éperviers (filets circulaires plombés) et sennes (filets rectangulaires tirés à pied le long des berges peu profondes) ;
- **Barrières chinoises** : barrières de filet ou de bambous tressés, mesurant jusqu'à 700 mètres de long et installées le long des berges des fleuves et rivières soumises à l'influence des marées. A marée basse, les crevettes d'eau douce sont piégées entre la barrière et la berge, ainsi que quantité d'autres espèces (crabes et poissons). Ces barrières peuvent aussi être disposées en V et établies de manière permanente dans des endroits favorables peu profonds.
- **Lignes** (Thaïlande, Inde, Birmanie) munies d'hameçons appâtés de morceaux de noix de coco qui capturent de gros animaux (plus de 60 g).

## **2.2. Elevage**

Le grossissement de juvéniles de crevettes d'eau douce capturés dans le milieu naturel existe traditionnellement dans les pays du sud-est asiatique. Cependant, l'origine de l'élevage contrôlé du *Macrobrachium* se situe au début des années 1960 avec les travaux de Shao-wen Ling conduits à l'Institut des Pêches de Glugor, à Penang en Malaisie. Ces travaux étaient menés dans le cadre d'un programme de développement du sud-est asiatique par la FAO et les Nations-Unies. Entre 1959 et 1969, S-W. Ling étudie et décrit le comportement, la reproduction, le développement larvaire et jette les bases des techniques d'écloserie et de grossissement de *Macrobrachium rosenbergii*. Cette espèce a été choisie comme espèce potentielle d'élevage pour sa large consommation et sa vaste distribution en Asie, pour ses habitudes alimentaires omnivores, sa croissance rapide ainsi que la possibilité de boucler son cycle biologique. Cet élevage offrait également une possibilité de développer les zones rurales éloignées.

L'étape suivante s'est déroulée à Hawaï à partir de 1965, au centre de recherche Anuenue grâce à quelques couples de *M. rosenbergii* importés de Malaisie par Takuji Fujimura. Il développa une technique de production de masse de postlarves ainsi qu'une technique de grossissement en bassin en terre. Dès lors, l'élevage put se propager dans le monde (figure 1.3).

## Production et commercialisation

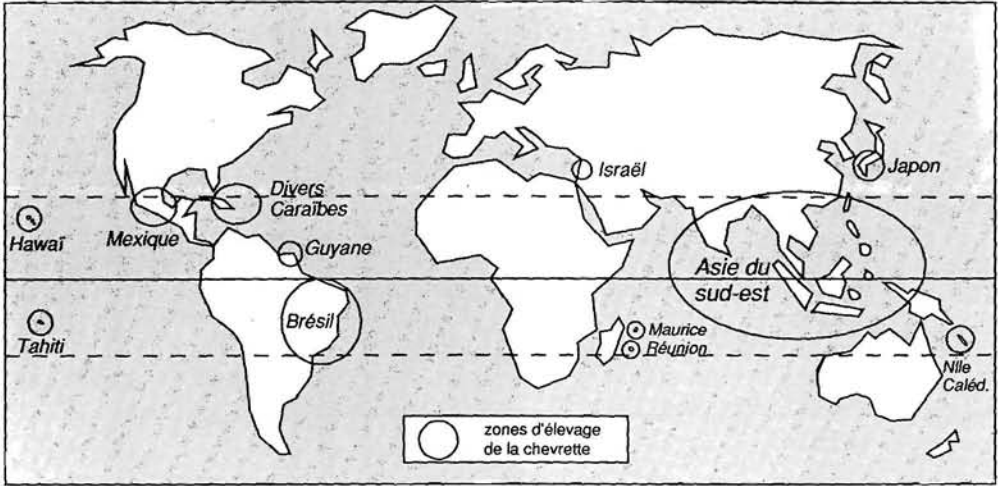


Figure 1.3 : Zones d'élevage de la chevre dans le monde.

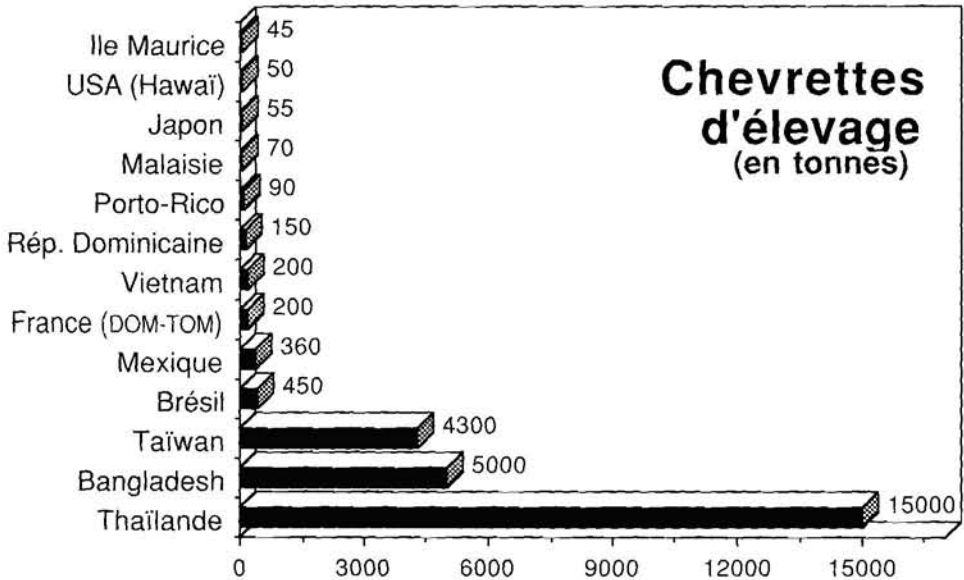


Figure 1.4 : Pays producteurs de *Macrobrachium rosenbergii* d'élevage.

## ***Production et commercialisation***

La demande grandissante associée à la baisse des stocks naturels par surexploitation, la détérioration du milieu naturel par l'activité humaine (rejets industriels, modification des cours d'eau par la construction de barrages et de systèmes d'irrigation empêchant les migrations) ou la perspective de faire entrer des devises en exportant des produits à forte valeur commerciale, ont suscité l'intérêt de l'élevage de cette espèce dans leur zone d'origine mais aussi dans le monde entier.

La production aquacole mondiale de *M. rosenbergii* dépasse aujourd'hui 25 000 tonnes (figure 1.4).

Selon le degré de contrôle de l'élevage (milieu et cheptel) et au vu des rendements obtenus, on distingue trois modes de production :

- l'élevage extensif et la polyculture
- l'élevage semi-intensif
- l'élevage super-intensif

### • ***Elevage extensif et polyculture***

Cette catégorie comprend les pratiques traditionnelles qui consistent à capturer des juvéniles dans le milieu naturel et à les élever jusqu'à taille adulte dans des bassins. Il n'y a pas d'apport d'aliment ou d'engrais, la survie et la croissance ne dépendant que de la productivité naturelle. Il n'y a ni contrôle du milieu, ni du cheptel. Les juvéniles peuvent encore être élevés en polyculture avec des espèces de poissons herbivores. Les principaux pays pratiquant ce type d'élevage sont le Bangladesh, la Chine, l'Inde, l'Indonésie, la Malaisie, le Pakistan et le Vietnam.

Dans tous les cas les rendements sont faibles, ne dépassant pas **1 tonne par hectare et par an** (abrégé dans la suite du texte en T/ha/an).

Au Bangladesh, les juvéniles entrent naturellement dans les bassins et rizières lors des crues ou sont achetés aux pêcheurs qui les piègent dans des filets tendus le long des berges des estuaires. La fertilité naturelle des bassins permet des rendements de l'ordre de 450 kg/ha/an. En Chine, la polyculture est pratiquée avec des carpes et tilapias depuis 1975, date de l'introduction de *M. rosenbergii*. En Indonésie, des rendements de 600 kg/ha/an sont obtenus en polyculture avec 1 à 3 espèces de poissons. En Israël, les essais de polyculture avec carpe n'ont pas dépassé en routine 500 kg/ha/an.

### • ***Elevage semi-intensif***

C'est le système utilisé par la majeure partie des pays producteurs. Les juvéniles ne sont plus capturés dans le milieu naturel mais produits régulièrement dans une unité spécialisée, l'écloserie. Le grossissement se fait dans des bassins creusés en terre où l'environnement est plus contrôlable. Le cheptel est géré : ensemencements et récoltes planifiés,

## ***Production et commercialisation***

suivi de la croissance, etc. Les rendements obtenus vont de **1 à 3 T/ha/an**.

Les principaux producteurs en mode semi-intensif sont la Thaïlande, le Bangladesh et Taïwan qui représentent à eux trois 90 % de la production mondiale. Loin derrière se placent le Brésil, le Mexique, la République Dominicaine, les DOM-TOM, Hawaï, Porto Rico, l'île Maurice et Israël. Ces pays et les caractéristiques d'élevage sont présentés sous forme de fiches dans le chapitre suivant.

- ***Elevage super-intensif***

Seuls quelques pays comme le Japon, Taïwan et Israël, utilisent ces techniques dans des contextes bien particuliers. Ces techniques très coûteuses impliquent des manipulations complexes du cheptel et permettent de dépasser **5 T/ha/an**.



# Pays producteurs

1. Thaïlande
2. Bangladesh
3. Taïwan
4. Brésil
5. Mexique
6. Vietnam

7. République Dominicaine
8. Hawaï
9. Japon
10. Porto Rico
11. Ile Maurice
12. Israël

## 1. Thaïlande

*Macrobrachium rosenbergii* abonde naturellement dans les lacs et rivières de Thaïlande et constitue une nourriture hautement estimée localement. Au début des années 70, les quantités capturées n'étant plus suffisantes pour satisfaire le marché local et l'exportation, un programme d'élevage fut déclenché avec le concours de la FAO et de l'UNDP. Les stations de Songkhla à partir de 1970 puis celle de Chacheonsao en 1977 produisirent et distribuèrent gratuitement les postlarves pour encourager le développement de cet élevage. Avec une production de **15 000 tonnes** en 1987, pour une superficie de plus de **15 000 hectares**, la Thaïlande est aujourd'hui le premier pays producteur de chevrettes d'élevage.

- **Ecloserie**

Il existe deux écloséries gouvernementales et des centaines de petites écloséries privées intégrées aux fermes. Depuis 1985, leur production s'élève à plus de 200 millions de PL/an. Certaines sont très adaptables et peuvent produire selon la demande, des juvéniles de pénéides ou de poissons. La technique en eau claire et circuit ouvert est toujours utilisée. Les bacs d'élevage font de 5 à 15 m<sup>3</sup>. Les larves sont nourries d'*Artemia* vivants et de nourriture inerte composée de chair de moule, de poisson, d'œuf et de soja. La production est de 30 à 65 postlarves par litre en 24 à 33 jours. Les postlarves gouvernementales autrefois gratuites pendant le programme de développement, coûtent maintenant 0,08 F/pièce tandis que les écloséries privées les vendent 0,10 à 0,15 F/pièce selon l'âge.

- **Grossissement**

La taille moyenne des fermes varie de 0,2 à 1,6 ha. Une ferme intégrée typique comporte l'habitation, l'écloserie, la station de pompage, un silo à nourriture et des bassins de pré-grossissement et de grossissement. Les fermiers sont en majorité des producteurs traditionnels de riz qui ont reconverti leurs rizières en bassins d'élevage. L'élevage commercial est également pratiqué en rizières, en tranchées ou même en cage,

## Pays producteurs

dans le lac Songkhla. Des cours d'élevage sont dispensés par le Département des Pêches du gouvernement.

Suivant la région et le climat, le grossissement est fait en continu avec ensemencement initial de 16 à 22 ind/m<sup>2</sup> ou en discontinu en 6 à 8 mois, avec ensemencement à 5 ind/m<sup>2</sup>. Beaucoup de fermiers utilisent un pré-grossissement de 2 à 3 mois à 20-25 PL/m<sup>2</sup> avec une survie de 70 à 80 %. Les bassins en continu sont sennés à partir de 6 mois pour récolter les animaux commercialisables et vidangés après 2 à 3 ans d'élevage. La pêche à l'épervier est également très répandue.

Les rendements obtenus vont de 0,7 T/ha à 3 T/ha/an, mais la moyenne nationale est de 1 T/ha/an.

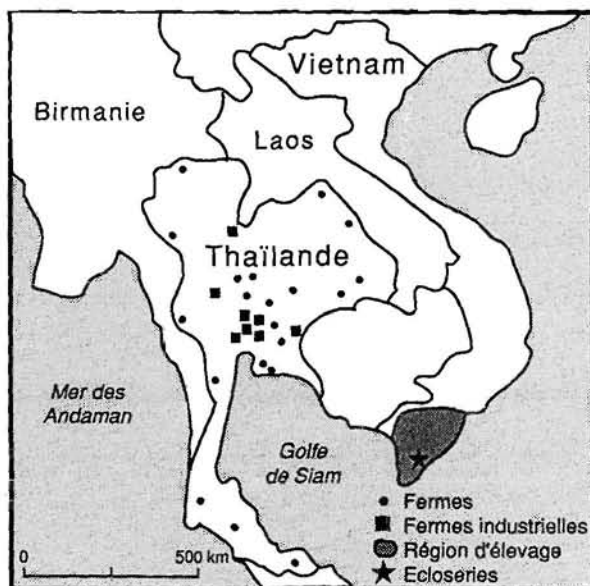


Figure 1.5 : Localisation des fermes de crevettes en Thaïlande et au Vietnam.

Les animaux sont nourris de granulés industriels ou fabriqués sur la ferme à partir de produits locaux (déchets de poisson, tourteau de soja, brisures de riz, têtes de crevettes, etc.). La ration est de 5 % de la biomasse en début d'élevage et passe ensuite à 3 %. Le fond du bassin est inspecté pour ajuster la ration (présence ou non de restes d'aliment). L'eau est le plus souvent pompée dans les canaux d'irrigation qui sillonnent la plaine centrale de Thaïlande où sont situées la majorité des fermes (figure 1.5). Un grand nombre de fermes utilisent et rejettent l'eau dans un même canal, ce qui induit des problèmes de qualité d'eau et de pathologie. Il n'y a généralement pas de brassage mécanique ni de renouvellement en continu mais des changements d'eau massifs (50 à 70 %) tous les 15 jours en phase initiale d'élevage et une ou deux fois par semaine lorsque la biomasse est plus forte.

- **Commercialisation**

Un tiers de la production est exporté vers l'Europe. Localement, les animaux sont vendus vivants ou sur glace, les meilleurs prix étant obtenus pour les animaux vivants. Les prix de détail varient de 16 à 40 F/kg selon la taille et le sexe (voir *Commercialisation*).

## 2. Bangladesh

Le Bangladesh est principalement constitué des deltas de deux grands fleuves : le Gange et le Brahmapoutre.

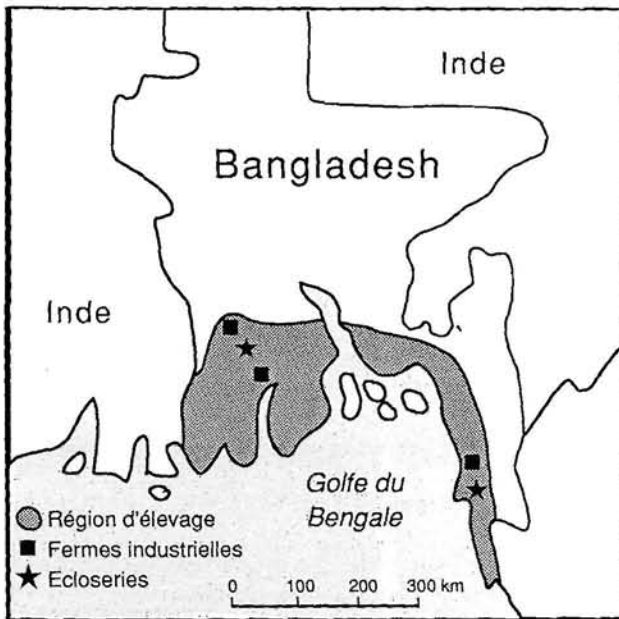


Figure 1.6 : Zone d'élevage de chevrettes au Bangladesh.

L'importance des terres basses et le climat de mousson font qu'une vaste partie du territoire est inondée chaque année par des crues. Cette caractéristique explique l'abondance naturelle des crevettes d'eau douce : environ 50 000 tonnes de 23 espèces différentes dont *M. rosenbergii* et *M. malcolmsonii*, sont pêchées chaque année. On estime que le dixième, soit **5 000 tonnes**, provient d'élevages extensifs en polders à partir de juvéniles récoltés dans le milieu naturel ou de postlarves produites par des écloséries rudimentaires. La production d'élevage est en progression grâce notamment à un vaste programme de développement rural lancé depuis 1977 par le gouvernement avec l'appui financier de la Banque Mondiale et du Programme des Nations Unies pour l'Environnement.

## ***Pays producteurs***

- ***Écloserie***

Le manque de postlarves est le premier facteur limitant de cet élevage. Deux écloseries régionales en "brique et bambou" ont été implantées au centre des deux principales régions productrices : Khulna et Cox's Bazar.

Il existe également plusieurs petites écloseries privées construites en structures légères (parois en bambou tressé) afin de limiter leur coût (15 à 30 000 dollars US pour une capacité d'un million de PL/cycle), et de faciliter leur réparation après le passage d'un ouragan.

- ***Grossissement***

Il existe 27 fermes privées. Les bassins, généralement de grande taille sont aménagés dans les bras morts des fleuves ("oxbow lakes") et les polders construits au départ pour la riziculture ou la production du sel.

L'élevage s'effectue souvent en polyculture avec des poissons comme la carpe ou le tilapia, ou avec des crevettes Pénéides si l'eau est légèrement saumâtre. Les juvéniles sontensemencés en début d'année dans les bassins à raison de 7 à 10 juvéniles/m<sup>2</sup> après une phase de nurserie de 1 à 2 mois à 20 PL/m<sup>2</sup>.

La base de l'alimentation est la productivité naturelle stimulée par des amendements calciques et organiques. Les pêches débutent en mai avant la mousson. Les rendements varient de 100 à 200 kg/ha pour un poids moyen à la pêche de 30 à 50 g.

Le prix élevé (40 F/kg) en fait un produit de luxe réservé en priorité à l'exportation vers l'Europe et les Etats-Unis surtout pour les grandes tailles (50 à 250 g de poids moyen).

- ***Stratégie de développement***

Le gouvernement a confié le choix de la stratégie de développement à une société d'ingénierie française spécialisée en aquaculture.

La très forte densité de population (720 hab/km<sup>2</sup>), la variabilité des cultures (un même polder peut servir successivement de saline, de rizière ou de bassins à crevettes) et la complexité des relations entre le régime foncier, les modes de faire valoir et la hiérarchie sociale, ont conduit les responsables du programme à demander l'assistance d'une organisation caritative non gouvernementale (ONG). Cette organisation facilite au plan sociologique, la mise en œuvre d'un vaste programme de développement de cet élevage.

Si la définition des objectifs de production et des moyens techniques reste du ressort des ingénieurs et des biologistes, tout le travail d'encadrement, de formation initiale et d'assistance technique est réalisé par l'ONG dont l'expérience du pays permet de "faire passer le message" du transfert de technologie.

Cette stratégie de développement originale, qui utilise notamment des "fermiers de liaison" pour l'enseignement par l'exemple à une population en majorité analphabète, obtient d'excellents résultats qui ne se mesurent pas seulement en termes de rendement (campagnes d'éducation et de vaccination associées). La réussite de ce programme dont le troisième volet, axé sur la formation, est en cours, tient avant tout au respect des contraintes sociales et culturelles spécifiques du pays.

### **3. Taïwan**

---

Les espèces de crevettes d'eau douce indigènes de Taïwan sont très appréciées mais petites et peu adaptées à l'élevage. En 1970, le Dr. S W. Ling envoya 300 juvéniles de *M. rosenbergii* dont seulement un couple survécut. La reproduction fut réalisée avec succès au laboratoire marin de Tungkang qui a fourni depuis 1974, en compagnie d'une quinzaine d'écloseries privées, des millions de postlarves. Pour initier le développement, les juvéniles furent d'abord distribués gratuitement aux fermiers.

La croissance de l'élevage de la chevrette à Taïwan est due à la conjonction des facteurs suivants :

- baisse du prix des poissons d'eau douce produits par les très nombreuses piscicultures,
- déclin observé depuis quelques années dans l'industrie de la crevette de mer pour des raisons de pathologie et de la très forte concurrence des autres pays du sud-est asiatique,
- augmentation de la consommation locale (population en forte croissance),
- action des équipes de recherche et de développement qui publient des manuels, réalisent des films, organisent des stages et prêtent du matériel technique.

L'élevage de la chevrette se situe loin derrière celui des crevettes pénaïdes mais cette espèce permet de tirer parti d'autres endroits du pays. Avec **4 300 tonnes** par an produites sur **3 000 hectares**, Taïwan est le troisième producteur mondial de chevrettes d'aquaculture, après la Thaïlande et le Bangladesh.

- ***Ecloserie***

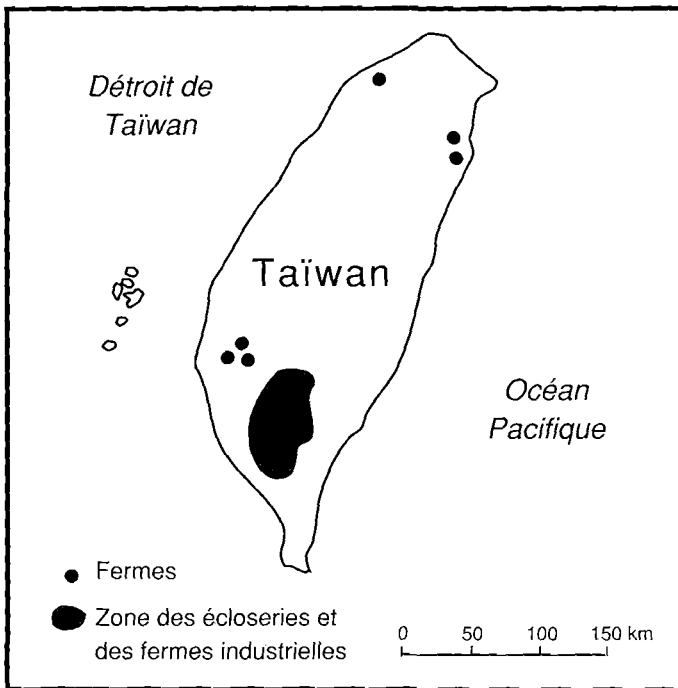
Les écloseries utilisent le système eau claire en circuit fermé. La densité d'élevage est de 30 larves/litre. Les larves sont nourries 6 à 7 fois par jour d'*Artemia*, d'aliment composé à base d'œuf ou de micro-capsules. Un cycle se déroule en 25 jours en été et en 30-35 jours en hiver. Le taux de survie varie de 20 à 60 %. Il existe aujourd'hui environ 200 écloseries

## ***Pays producteurs***

qui produisent 500 millions de PL/an. L'augmentation du nombre d'écloseries et de leur production a baissé le prix de la postlarve qui revient de 3 à 4 centimes, le prix de détail variant de 5 à 7 centimes.

- ***Grossissement***

Le climat de Taïwan est tel que la principale zone d'élevage est limitée au sud de l'île (figure 1.7). Des bassins avec berges en terre ou en



***Figure 1.7 : Localisation des fermes de chevrettes à Taïwan.***

ciment sont utilisés. Leur surface varie de 0,1 à 1 hectare. Une densité de 30 ind/m<sup>2</sup> est généralement pratiquée et des abris sont installés (palmes, parpaings ou filets). Les systèmes d'élevage comportent un ou plusieurs bassins en rotation. Dans le premier cas, les pêches partielles sont suivies de restockages ; dans le deuxième, le bassin est vidangé, les animaux récoltés sous la taille commerciale sont regroupés dans un autre bassin pour terminer leur croissance et le premier bassin est reconditionné pour un nouveau cycle. Avec cette deuxième technique, des rendements de 4 à 6 T/ha/an seraient obtenus avec une survie globale de 60 à 70 %.

Pour garantir une bonne survie et une croissance rapide, l'accent est mis sur l'utilisation d'un aliment adapté, une aération intensive et l'observation

constante du milieu et du cheptel. Les animaux sont nourris de granulés industriels complétés éventuellement de déchets de poisson et de sous-produits agricoles (avoine, haricot, etc.). En début d'élevage, un granulé de petite taille titrant 38 % de protéines est utilisé. Par la suite, la taille du granulé augmente tandis que le taux de protéines passe à 28 %. La ration est de 10 % de la biomasse au début pour finir à 3 %. La qualité d'eau est soigneusement suivie, le niveau d'oxygène dissous étant contrôlé par des renouvellements d'eau et par l'utilisation de brasseurs.

- ***Commercialisation***

Les animaux sont vendus vivants à une taille commerciale de 20 à 25 grammes. Le prix de revient est en moyenne de 26 F, le prix de détail variant de 53 à 85 F selon la saison. Les animaux exportés (20 tonnes en 1985 vers le Japon) sont plus gros avec un poids moyen de 35 à 45 grammes. La demande intérieure augmentant, la majorité de la production est maintenant vendue localement, surtout aux restaurants où les chevrettes sont particulièrement appréciées lors des noces. A noter également le succès croissant de la pêche sportive de cette espèce dans des cours d'eau que l'onensemence à cet effet.

## **4. Brésil**

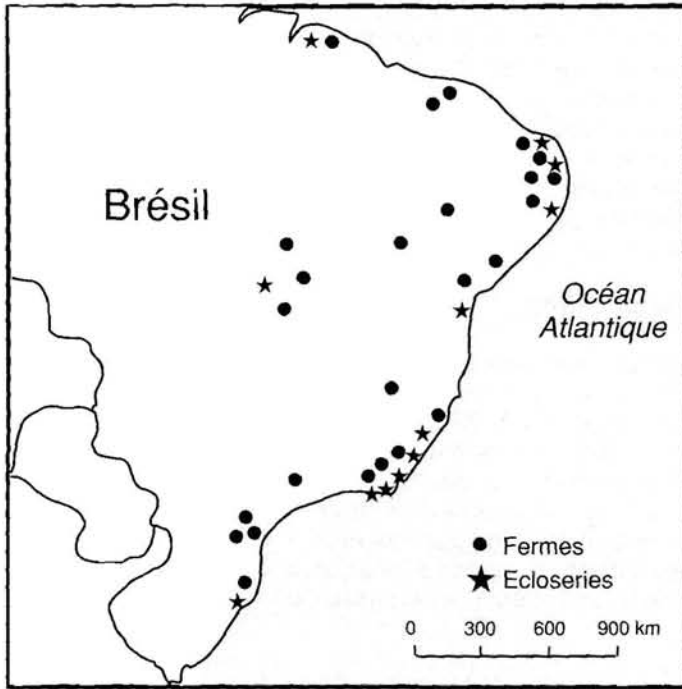
---

Les études de faisabilité de l'élevage de crevettes d'eau douce au Brésil commencèrent en 1973 dans l'état de Pernambuco avec des espèces indigènes telles que *M. carcinus* ou *M. acanthurus*. En raison de résultats médiocres, l'université de cet Etat décida, en 1977, d'importer d'Hawaï des postlarves de *M. rosenbergii*. Celles-ci sont alors élevées avec succès dans des bassins en terre. A partir de 1983, une éclosérie de production de masse est fonctionnelle et permet le démarrage de nombreux projets de développement dans les Etats côtiers, depuis l'Amazone jusqu'à la frontière avec l'Uruguay. Il existe deux principales régions productrices : la pointe orientale du "Nordeste" et le littoral de la région du "Sudeste" (figure 1.8). Cet élevage est développé par des groupes agro-industriels (cane à sucre, soja, bétail) comme par de petits planteurs mais reste considéré comme une activité agricole secondaire ce qui explique les rendements généralement très moyens (0,4 à 1,6 T/ha/an). En 1990, 126 fermes totalisant **565 hectares**, ont produit environ **450 tonnes** de chevrettes, soit un rendement moyen de **0,8 T/ha/an**.

- ***Eclosérie***

Elles sont assez nombreuses (26 en 1990) car beaucoup de promoteurs veulent assurer leur autonomie d'approvisionnement en postlarves. Le système d'élevage le plus répandu utilise l'eau claire en circuit ouvert, avec une densité moyenne de 50 larves/litre et une survie finale de l'ordre de 50 %. Quelques écloséries utilisent le circuit fermé. La plupart des écloséries sont surdimensionnées et souffrent d'un manque

**Pays producteurs**



*Figure 1.8 : Localisation des fermes de chevrettes au Brésil.*



*Figure 1.9 : Ferme industrielle de Santa Helena dans l'État de Rio (14 hectares).*



de personnel qualifié. Cependant, l'approvisionnement en postlarves ne constitue pas un facteur limitant pour le grossissement.

- **Grossissement**

La plupart des fermes brésiliennes sont petites (3 à 5 ha) avec des bassins allant de 0,1 à 0,5 ha. Il existe quelques grosses exploitations industrielles (figure 1.9). La plus grosse, Capiata, dans l'État d'Alagoas, atteint 55 hectares.

Les petites fermes utilisent généralement le système d'élevage en discontinu simple avec pêches partielles quelques semaines avant la vidange et remise en élevage des animaux trop petits. Les grosses exploitations utilisent le système continu avec prégrossissement et fabriquent leur propre aliment, essentiellement à partir des produits agricoles disponibles sur place (farine de poisson, tourteaux de soja, riz, palmiste, manioc, etc.). L'aliment est unique pour toutes les phases du grossissement et titre 28 à 33 % de protéines. Il est fabriqué régulièrement, séché au soleil et distribué pratiquement sans stockage.

La fertilisation (engrais complet NPK) et l'amendement (dolomie) sont systématiques à raison de 20 à 30 kg/ha par mois. L'eau est généralement pompée dans les fleuves et présente une dureté et une alcalinité naturelles excellentes (60-150 mg/l).

La pêche s'effectue tous les 15 jours avec des filets assez peu sélectifs (20 à 22 mm).

- **Commercialisation**

Les animaux entiers sont triés en cinq classes de tailles (petit, moyen, gros, exportation et spécial), correspondant à un nombre d'individus au kilo de 70-80 à 10-20. Les prix de détail varient de 29 à 47 F/kg.

La vente s'effectue en frais ou en congelé, soit directement sur la ferme, soit dans les supermarchés des gros centres urbains. Les producteurs cherchent à valoriser le produit par la distribution de prospectus d'information et de recettes. Il n'existe encore aucune exportation en raison de la forte demande intérieure.

## **5. Mexique**

---

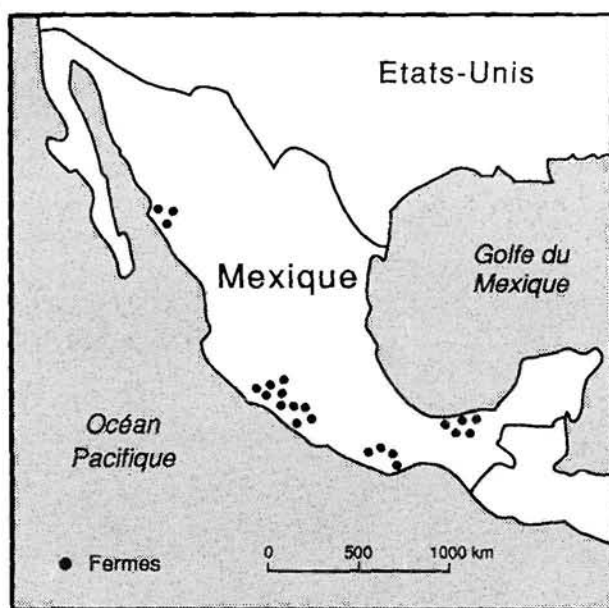
Le Mexique possède d'importants stocks de crevettes d'eau douce du genre *Macrobrachium* puisqu'environ 3 000 tonnes de *M. acanthurus*, *M. carcinus*, *M. tenellum*, *M. olfersii* et *M. americanum* sont pêchées annuellement. L'élevage de l'espèce *M. rosenbergii* date de la fin des années 70 avec l'importation d'individus d'Inde, d'Hawaï et du Honduras. Après un développement rapide du nombre d'écloseries et de fermes, le développement de cet élevage s'est ralenti du fait des problèmes

## ***Pays producteurs***

techniques et financiers rencontrés sur le terrain et de forte concurrence de l'élevage de Pénéides. En 1987, la production nationale était de **360 tonnes** pour une surface totale de **500 hectares**.

- ***Ecloserie***

Il existe au Mexique 14 écloséries dont 9 appartiennent au secteur privé. Elles furent construites rapidement au début des années 80 dans l'engouement du début du programme. Leur capacité totale est de 120 millions de postlarves par an mais la production réelle n'était que du dixième en 1989, avec 11,5 millions de postlarves.



*Figure 1.10 : Localisation des fermes de chevrettes au Mexique.*

- ***Grossissement***

La moitié des 50 fermes existantes appartient au secteur privé (figure 1.10). Le grossissement est généralement fait en système discontinu avec pré-grossissement d'un ou deux mois. Si certaines fermes privées obtiennent des rendements de 1,5 à 2 T/ha/an, la moyenne nationale est de l'ordre de 700 kg/ha/an.

Ceci s'explique par la mauvaise conception des projets et l'absence de systèmes d'élevage rigoureux, le manque de formation des éleveurs, l'absence d'assistance technique et le coût élevé du crédit et des matières premières, postlarves et aliment surtout.

- **Commercialisation**

La demande nationale était estimée à 500 tonnes/an en 1988. Cependant les consommateurs sont habitués aux espèces sauvages de grosse taille telles *M. americanum* et *M. carcinus* qui atteignent 50 à 150 g. Le *M. rosenbergii* que l'élevage amène à 30 g environ, est confondu avec d'autres petites espèces locales à faible prix. Dans les régions de production, le produit est très demandé par les hôtels et les restaurants. Une campagne de promotion doit être lancée pour valoriser cette espèce, mais les productions irrégulières ne facilitent pas ces efforts.

## 6. Vietnam

---

Plusieurs espèces de *Macrobrachium* vivent à l'état naturel dans les cours d'eau et canaux du delta du Mékong et font l'objet d'une activité de pêche importante. Depuis longtemps, les paysans récoltent des juvéniles et les font grossir de manière extensive dans les zones inondables du delta. La production totale de la pêche et de cet élevage rudimentaire atteint environ 5 000 tonnes par an dont la majeure partie est exportée (Japon, Hong-Kong, Singapour, Australie). En raison de la surexploitation des stocks naturels, le gouvernement décida en 1987 de développer la culture de l'espèce la mieux adaptée à l'élevage : *M. rosenbergii* (figure 1.5).

Plusieurs écloséries ont été construites dont l'éclosérie industrielle régionale de Vung-Tau mise en œuvre par des biologistes formés en Guyane. La production des élevages menés en mode semi-extensif à partir de postlarves d'éclosérie atteint **200 tonnes** en 1990.

Des programmes de recherche sur la technologie d'éclosérie et les systèmes d'élevage sont menés à l'université de Can-Tho, au sud du delta, et à l'institut de recherche en aquaculture d'Ho Chi Minh-Ville.

## 7. République Dominicaine

---

Les premiers essais d'élevage obtenus avec des postlarves importées de Floride, datent de la fin des années 70. Les résultats étant encourageants, un programme de développement est mis en place à partir de 1980. Il comprend un centre d'état (éclosérie et ferme de démonstration de 20 ha) mis en œuvre par le ministère de l'agriculture avec la coopération technique des Taïwanais et plusieurs projets privés.

Les principaux investisseurs sont déjà engagés dans l'agriculture (canne à sucre, poulet industriel) et cherchent à diversifier leurs productions. Plusieurs fermes pratiquent la polyculture de la chevrette avec le Tilapia et certaines se lancent simultanément dans l'élevage des Pénéides.

## Pays producteurs

Les principales zones d'élevage sont situées au nord-ouest de l'île, dans la région de Montecristi et, au sud, dans la région d'Azua. Il existe une ferme industrielle de 40 hectares, **Camaronera Dominicana**, dont le système de polyculture avec carpes a été mis au point par les Israéliens. Une autre ferme, **Cuesta Barrosa**, atteint 15 hectares de bassins. Les autres fermes sont des exploitations familiales dont la taille ne dépasse pas 4 hectares. Les deux fermes industrielles possèdent des écloseries sophistiquées tandis que la dizaine d'autres petites écloseries existantes sont assez rudimentaires.

En 1990, il y aurait en tout une **cinquantaine** de fermes pour une production d'environ **150 tonnes** sur **250 hectares**.

La totalité de la production est absorbée par l'industrie du tourisme à un prix supérieur de 30 % à celui du marché mondial.

## 8. Hawaï (États-Unis)

En 1965, le Dr. Takuji Fujimura qui dirigeait alors le centre de recherche Anuenue de l'État d'Hawaï, importe trente-six *M.rosenbergii* de Penang, en Malaisie où S.W. Ling vient de boucler le cycle d'élevage de cette espèce. Entre 1965 et 1970, les expériences du centre Anuenue définissent les bases des techniques d'élevage larvaire et celles d'un grossissement en système continu avec des rendements prévus de 3,3 T/ha/an. Une industrie se crée rapidement autour de cet élevage puisque de 0,6 ha en 1970, la surface en élevage atteint un maximum de 126 ha en 1979 pour une production maximum de 144 tonnes en 1984 (figure 1.11).

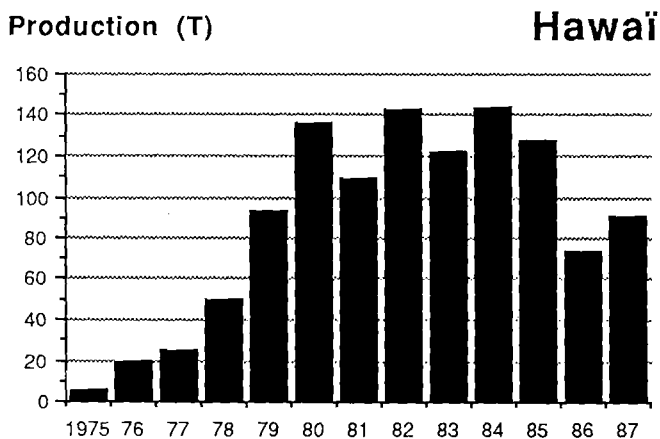


Figure 1.11 : Production de chevrettes d'élevage à Hawaï.

Cependant, l'absence d'une fourniture régulière de postlarves, la faiblesse des rendements réellement obtenus et la forte concurrence des Pénéides entraînent le déclin de cet élevage depuis 1985. Aujourd'hui, la production

est de l'ordre de **50 tonnes** pour une **quarantaine d'hectares**. Les multiples travaux de l'université d'Hawaï sur la population, la génétique, l'amélioration des systèmes d'élevage, la technologie et l'économie de cet élevage, ont permis de faire progresser considérablement les connaissances sur cette espèce et d'en tirer nombre d'enseignements utiles pour l'élevage.

- **Écloserie**

L'écloserie gouvernementale d'Anuenue et les trois éclosiers privées utilisaient le système "eau verte" produisant 20 à 40 PL/l avec une survie de 55 à 70 %. Le centre Anuenue est à présent fermé et seules deux fermes produisent irrégulièrement des postlarves.

- **Grossissement**

Au début des années 80, l'île d'Oahu comptait une vingtaine de fermes de 0,2 à 40 ha de surface, pour une taille moyenne de bassin de 0,4 ha.

La technique traditionnelle en continu est la plus couramment employée. Certaines fermes ont recours au système d'élevage en discontinu avec pré-grossissement ainsi qu'à des tris par taille. La densité de stockage du pré-grossissement est de l'ordre de 100 PL/m<sup>2</sup> et celle du grossissement en continu de 16 PL/m<sup>2</sup>. La récolte d'animaux de 30 grammes de poids moyen se fait par pêche sélective en continu. En système discontinu, les animaux sous la taille commerciale à la vidange sont regroupés dans des bassins pour achever leur grossissement. Les rendements varient de 1,4 à 2,2 T/ha/an.

La plus grosse ferme d'Hawaï, Amorient, qui cultivait essentiellement *M. rosenbergii* a reconverti la majorité de ses bassins à la crevette de mer *Penaeus vannamei* (10 ha contre 40). Il ne restait, en 1990, que deux fermes réellement en production.

- **Commercialisation**

D'importants efforts furent consacrés à la détermination de standards de conditionnement pour garantir la qualité du produit ainsi qu'à son image par une promotion adaptée sous le terme d'"*Hawaiian Prawn*". Si ces efforts n'ont pas suffi à pérenniser cette activité, le *Macrobrachium* reste une espèce hautement appréciée qui est vendue directement sur la ferme de 90 à 120 F/kg selon la taille.

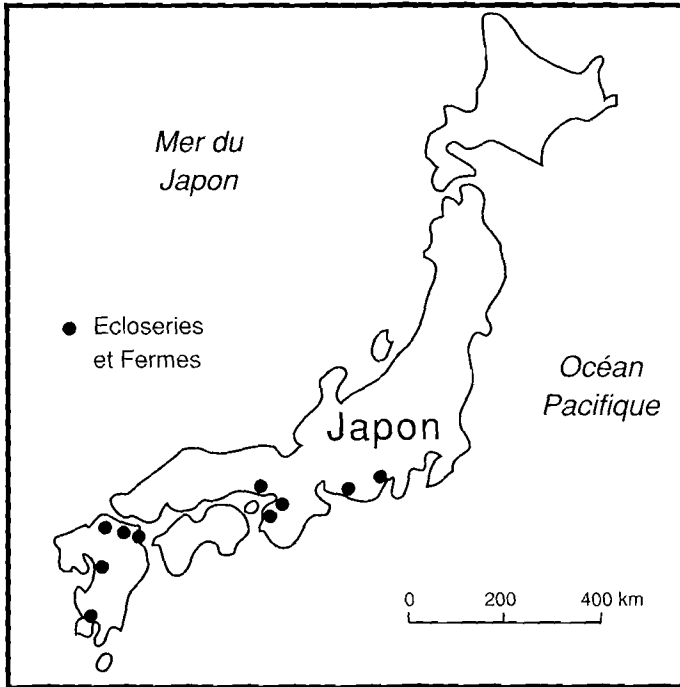
## 9. Japon

---

Au Japon, si quelques espèces de *Macrobrachium* sont indigènes telles que *M. nipponense*, *M. japonicum*, *M. formosense* et *M. lar*, seule l'espèce *M. rosenbergii*, introduite en 1967, est élevée. Les terrains

## ***Pays producteurs***

disponibles pour le grossissement étant très chers au Japon, les aquaculteurs gèrent l'élevage de la manière la plus intensive possible. Aujourd'hui, plus de 25 petites et moyennes fermes élèvent la chevrette (figure 1.12). En 1987, la production était de **55 tonnes**.



*Figure 1.12 : Localisation des fermes de chevrettes au Japon.*

- ***Écloserie***

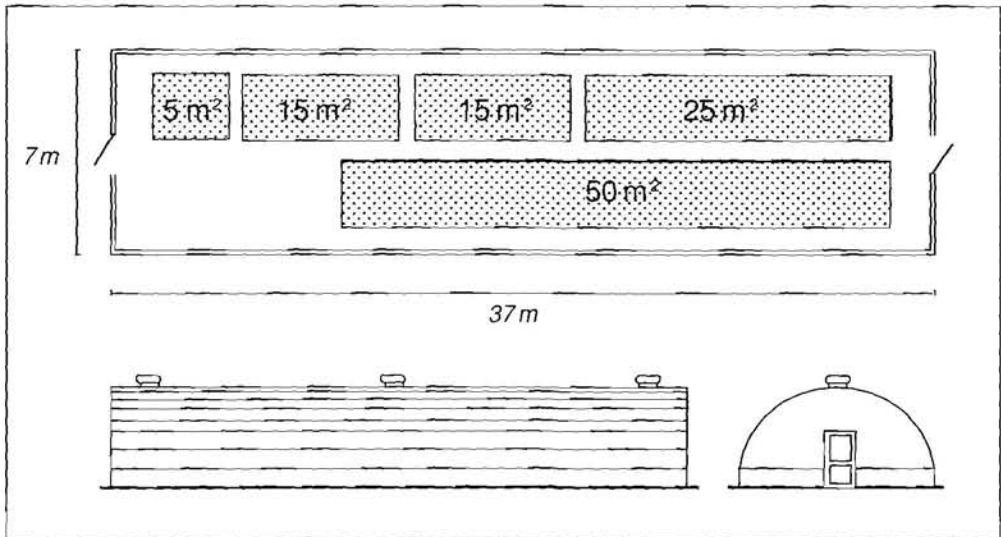
Neuf écloseries privées situées dans les zones de grossissement produisent les postlarves et juvéniles en utilisant la technique en eau claire en circuit ouvert (figure 1.13). Les bacs d'élevage font 0,5 à 1 m<sup>3</sup> ; la densité d'élevage est assez faible avec 25 larves/litre et la survie finale est de l'ordre de 60 %. Le prix de revient de la postlarve était en 1988 de 0,30 F et le prix de vente de 0,70 F.

- ***Grossissement***

Les fermes pratiquant la **technique intensive** possèdent souvent une écloserie intégrée. Les bassins, alimentés en eau de source, sont thermorégulés et placés sous serre pour les protéger de la saison froide et de la prédation. Les bassins sont en béton, généralement de forme rectangulaire et de taille allant de 10 à 400 m<sup>2</sup> pour le pré-grossissement et de 10 à 1500 m<sup>2</sup> pour le grossissement.



*Figure 1.13 : Ecloserie japonaise typique avec panneaux solaires sur le toit.*



*Figure 1.14 : Chaîne de production super-intensive sous serre (d'après un dessin de C. Chavez).*

## **Pays producteurs**

Les animaux sont nourris de granulés pour poisson contenant 25 à 40 % de protéines et dont la distribution est ajustée visuellement grâce à la petite taille des bassins. La qualité de l'eau d'élevage est maintenue par renouvellement permanent avec des filtres biologiques intégrés ou par des brasseurs-oxygénateurs.

La production de ces fermes varie selon l'efficacité de leur gestion. La Minatogawa Aqua-Farm qui élève à une densité initiale de 20 à 30 ind/m<sup>2</sup>, dans des bassins en circuit ouvert et chauffés en saison froide, a une production annuelle de 15-25 ind/m<sup>2</sup> d'un poids moyen de 20-25 g/m<sup>2</sup>. Ainsi, la production annuelle de cette ferme est de 450 g/m<sup>2</sup>, soit 4,5 T/ha/an.

Les fermes qui utilisent la **technique super intensive** produisent véritablement "à la chaîne" dans de longs bacs en béton de 5, 15, 25 et 50 m<sup>2</sup>, équipés de filtres biologiques et alignés sous serre (figure 1.14). Des postlarves sont introduites chaque mois dans le premier bac, tandis que les animaux ayant grossi dans les bacs de 15 et 25 m<sup>2</sup> sont transférés dans les bacs suivants. Les animaux commercialisables sont fournis chaque mois par le bac de 50 m<sup>2</sup>. La compagnie Fuji Film exploite cinq de ces chaînes de production, en réutilisant les rejets thermiques de son usine de fabrication de films photographiques pour maintenir les cultures à température optimale. La survie moyenne est de 80 %, donnant une production de 100 à 125 kg/mois et par chaîne (25 g de poids moyen). Avec 5 chaînes et 10 cycles par an, la production annuelle de cette ferme est de 5 à 6 tonnes pour une superficie de 1260 m<sup>2</sup> environ.

Certaines fermes pratiquent également le **prégrossissement intensif en polyculture** avec l'escargot d'eau *Ampullarius insularus*, très consommé au Japon depuis 1983. Les postlarves de chevrette sont stockées à 300 à 400 par m<sup>2</sup> dans des raceways en béton. Des jacinthes d'eau servent de nourriture aux escargots et d'abri pour les postlarves de *Macrobrachium*.

- **Commercialisation**

La production est entièrement vendue sur le marché local. Les animaux sont essentiellement vendus vivants car cette forme rapporte les meilleurs prix, soit 160 à 200 F le kilo.

## **10. Porto Rico**

---

L'élevage de la chevrette à Porto Rico date du début des années 70. Deux fermes ayant été détruites par un ouragan en 1979, seule la ferme industrielle de Sabana Grande construite la même année, est aujourd'hui en exploitation (figure 1.15). Cette ferme de **50 hectares** fait partie d'un projet financé par des investisseurs américains et des subventions du gouvernement portoricain pour diversifier l'agriculture. La production



annuelle d'environ **90 tonnes** est écoulee sur le marché local ou exportée grâce à une politique de commercialisation bien adaptée.



**Figure 1.15** : Ferme Sabana Grande (50 hectares).

- ***Ecloserie***

L'écloserie, située sur la ferme, utilise des bacs de 8 m<sup>3</sup> en eau claire avec filtre biologique. Un cycle d'élevage larvaire dure 35 jours, la survie est de 35 à 60 % donnant une densité finale de 45 à 57 PL/l. L'écloserie est équipée de bacs de stockage de 20 m<sup>3</sup> pour faire tampon avec l'élevage en bassin.

- ***Grossissement***

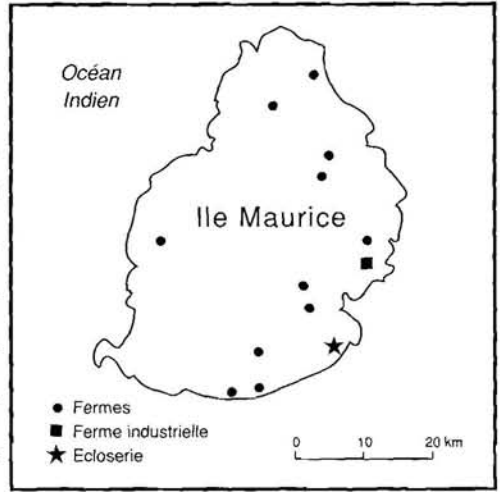
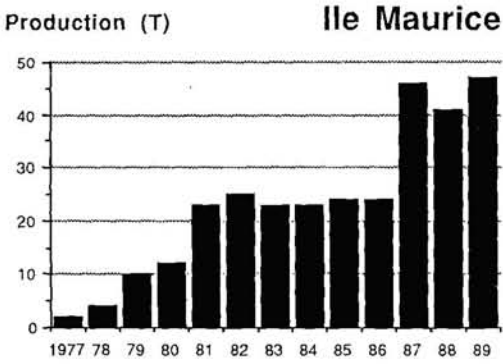
Le rendement global de la ferme est de 1,8 T/ha/an. Le schéma de production utilisé jusqu'en 1990 est un système continu en deux phases après pré-grossissement (voir *Elevage en mode continu*).

La gestion de l'eau est confiée à une équipe spécialisée. Les nurseries ont un renouvellement d'eau rapide et des rampes de bullage au centre des bassins. Trois "paddle wheels" montés sur tracteurs peuvent être utilisés en urgence en cas d'insuffisance en oxygène dissous dans les bassins. Les granulés industriels distribués titrent 38 % de protéines en pré-grossissement et 30 % en grossissement.

- ***Commercialisation***

L'objectif du marketing est de distinguer la chevrette des crevettes de mer. La marque "Langostino del Caribe" a été créée spécialement pour

**Pays producteurs**



**Figure 1.16 :** Production de chevrettes d'élevage à l'île Maurice.

**Figure 1.17 :** Localisation des fermes de chevrettes à l'île Maurice.



**Figure 1.18 :** Ferme Camaron Production Ltd (16 hectares).

la commercialisation (voir *Commercialisation*). La totalité de la pêche est rapidement traitée dans une unité de conditionnement sur la ferme et les animaux sont classés en catégories de taille vendues à des prix différents (48 à 124 F/kg). Plus de la moitié de la production est exportée en frais par avion sur les États-Unis, le reste étant vendu en congelé sur la ferme ou à Porto Rico.

## 11. Ile Maurice

---

En 1972, les premiers géniteurs de *M. rosenbergii* sont importés d'Hawaï pour remplacer, par l'élevage, les stocks déclinants d'une espèce indigène consommée traditionnellement, le camaron, (*M. lar*). Dès 1974, le secteur privé, représenté par l'industrie sucrière de l'île, investit pour développer l'élevage de cette espèce à la manière d'Hawaï.

Une forte demande locale, l'accroissement de la population et le développement du tourisme ont permis à cette activité de s'implanter durablement. A présent, cette industrie compte une **écloserie centrale**, une douzaine de fermes totalisant une **trentaine d'hectares**, localisées sur les principales propriétés sucrières de l'île. Ces fermes produisent une **cinquantaine de tonnes** par an (figure 1.16).

- **Ecloserie**

L'écloserie centrale, Camaron Hatchery Co., d'une capacité de 12 millions de postlarves par an, couvre les besoins locaux qui sont de 5 à 6 millions. Episodiquement, des postlarves sont exportées vers La Réunion ou l'Afrique. Le système d'élevage larvaire en eau verte installé en 1974 avant l'avènement de la technique en eau claire, a été conservé car jugé satisfaisant. Ce système produit 40 à 45 PL/l avec un taux de survie de 55 % en 35 à 45 jours. Depuis 1984, un compteur opto-électronique à grande vitesse est utilisé pour compter les postlarves.

- **Grossissement**

Il existe deux types de ferme :

- 11 petites fermes totalisant 13 hectares, construites dans le cadre d'un programme de diversification de l'agriculture sur les propriétés sucrières (figure 1.17).
- 1 ferme industrielle de 16 ha en eau, Camaron Production Co. Ltd, en production depuis 1987 (figure 1.18).

Le grossissement semi-intensif se pratique dans des bassins en terre de 0,2 à 0,6 ha. La densité de stockage est de 16 PL/m<sup>2</sup> ; la ferme industrielle pratique un pré-grossissement jusqu'à 0,5 g. La récolte commence 4 à 6 mois après l'ensemencement par passage d'un filet à maille 20 mm, deux fois par mois en été, une seule en hiver (le climat étant

## **Pays producteurs**

subtropical, la production baisse en hiver). Les bassins sont vidangés au bout d'un à deux ans. Des rendements de 2 à 2,5 T ont été atteints mais la moyenne de l'île est de 1,6 T/ha/an.

L'alimentation est composée de granulés fabriqués localement à partir d'une formule élaborée par R. Thompson en 1981. Le taux de protéines est de 38 % pour les juvéniles et 25 % pour le grossissement. Le taux de conversion moyen est de 3,4.

Le suivi scientifique du milieu et du cheptel a permis de faire progresser la connaissance des élevages et donc de d'augmenter régulièrement la production de l'île.

- **Commercialisation**

Les "*Camarons à la sauce rouge*" constituent un plat quasi national. Cette renommée assure une forte demande locale. Le marché local demande des animaux de 30 à 40 g de poids moyen, vendus 72 F/kg. La production de l'île est commercialisée par deux sociétés équipées d'infrastructures modernes de traitement qui fournissent hôtels et restaurants. L'exportation sur La Réunion nécessite par contre des animaux de 60 g et plus. En 1989, 6,5 tonnes y ont été exportées.

## **12. Israël**

---

Israël a une quarantaine d'années d'expérience en pisciculture d'eau douce puisque celle-ci a débuté dans les kibboutz en 1950. Les premiers essais d'introduction de *M. rosenbergii* datent de 1978. Du fait d'une température hivernale qui réduit la saison de grossissement à six mois, les techniques de pré-grossissement et d'élevage en discontinu y ont été bien développées.

Les travaux de Dan Cohen et de Ziva Ra'anani de l'université de Jérusalem ont permis de découvrir les mécanismes régissant la structure de la population en élevage. Aujourd'hui l'élevage du *Macrobrachium* décline en Israël (10 tonnes produites en 1988, figure 1.19), mais les Israéliens sont toujours très présents au plan mondial, pour l'ingénierie de projets et l'assistance scientifique et technique.

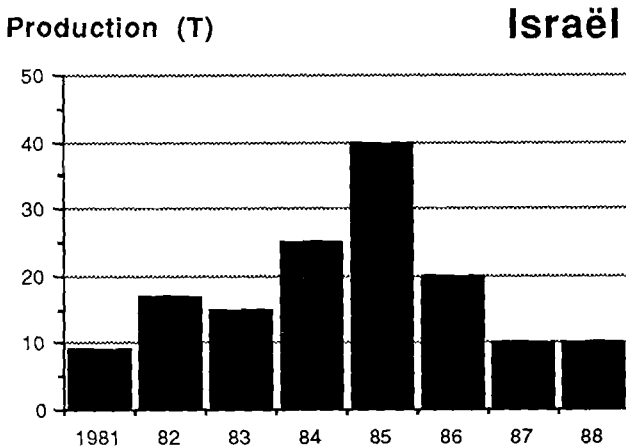
- **Ecloserie**

La technique initiale en eau verte a été remplacée par la technique en eau claire en circuit fermé ; le besoin en eau salée est réduit à un apport par saison d'écloserie, ce qui facilite l'implantation d'écloseries à l'intérieur du pays et la conservation de la température d'élevage. La production moyenne est de 50 PL/l avec une survie de 75 %, le cycle durant 25 jours.

- ***Grossissement***

**Prégrossissement** : Pour optimiser la courte saison de grossissement, il est nécessaire de prégrossir les postlarves sous serre pendant l'hiver. Israël a tiré parti de sources géothermiques et de l'énergie solaire ; dans le premier cas le renouvellement d'eau à température optimale (28°C) n'est pas une contrainte et les bassins sont en circuit ouvert ; dans le deuxième, la circulation d'eau est lente ou en circuit fermé pour permettre le réchauffement. L'utilisation de filtres biologiques est alors nécessaire. Dans tous les cas, des abris ou substrats artificiels autorisent un élevage à forte densité.

**Grossissement** : Les bassins sont exploités dans le cadre de kibboutz, situés autour du Jourdain. Les travaux de l'université de Jérusalem y ont été directement appliqués et les résultats obtenus sur les fermes ont permis de faire évoluer les techniques d'élevage. En monoculture, des rendements de 3,3 T/ha en 190 jours ont été observés expérimentalement mais sur l'ensemble des fermes, la moyenne est de 2 T/ha. En polyculture avec des carpes ou des tilapias, les rendements expérimentaux atteignent 970 kg/ha mais seulement 500 kg/ha en routine. La récolte se fait par vidange, généralement à la fin octobre quand la température descend au-dessous de 20°C.



**Figure 1.19** : Production de chevrettes d'élevage en Israël.

- ***Commercialisation***

Les règles alimentaires de la religion juive interdisent la consommation du *Macrobrachium*. L'élevage vise donc uniquement l'exportation. La production maximum a été atteinte en 1985 avec 40 tonnes exportées sur l'Europe. Comme toute la production nationale doit être commercialisée en même temps à la fin de la saison de grossissement, une grande partie des animaux doit être congelée au lieu d'être exportée en frais et vendue à meilleur prix. Par ailleurs, le poids moyen de 30 grammes ne facilite pas l'exportation.

# Départements et Territoires d'Outre-Mer

## 1. Polynésie (Tahiti)

- 1.1. Historique
- 1.2. Evolution des surfaces et des productions
- 1.3. Commercialisation

## 2. Martinique

- 2.1. Historique
- 2.2. Evolution des surfaces et des productions
- 2.3. Commercialisation

## 3. Guadeloupe

- 3.1. Historique
- 3.2. Evolution des surfaces et des productions
- 3.3. Commercialisation

## 4. Guyane

- 4.1. Historique
- 4.2. Evolution des surfaces et des productions
- 4.3. Commercialisation

## 5. La Réunion

- 5.1. Historique
- 5.2. Perspectives

## 6. La Nouvelle-Calédonie

## 7. Bilan

Le développement de l'aquaculture dans les départements et les territoires d'outre-mer au début des années 70 est au départ une volonté de l'Etat. Quatre raisons majeures le justifiaient :

- l'avantage d'une **température élevée** toute l'année favorisant la croissance,

- le souci de chercher à **diversifier les productions locales** traditionnelles de ces régions (canne à sucre, banane) et de créer des emplois dans un secteur d'avenir,
- l'accroissement de la **demande locale** (augmentation de la population, développement du tourisme),
- le **potentiel important** de certaines régions tropicales disposant d'espaces favorables à l'aquaculture.

Ce développement a suivi trois grandes phases successives.

- La première phase a été celle de la **recherche** avec le souci permanent d'une application économique viable à court ou moyen terme. Ce domaine très nouveau nécessitait une masse considérable de connaissances et d'expériences avant de pouvoir proposer un élevage rentable à des promoteurs privés. Cette responsabilité de la recherche a été confiée en 1972 au Centre océanologique du Pacifique (COP) du Cnexo, basé à Tahiti (figure 1.20). L'objectif était de maîtriser l'élevage de quelques espèces jugées parmi les plus intéressantes chez les crustacés, les poissons et les mollusques.
- La deuxième phase correspond au **transfert des techniques** mises au point à Tahiti aux producteurs privés dans les principaux départements et territoires d'outre-mer. Il s'agit essentiellement de plusieurs espèces de Pénéides (crevettes de mer) à Tahiti et en Nouvelle-Calédonie, et de la chevrette aux Antilles, en Guyane Française et à l'île de La Réunion.
- La troisième phase est celle de l'**adaptation** des systèmes d'élevage aux contraintes spécifiques de chaque région (par exemple la très faible minéralisation des eaux en Guyane ou l'existence d'une saison froide à La Réunion). L'ensemble de ces adaptations permet un enrichissement des connaissances sur l'espèce élevée, une amélioration des performances économiques par les gains de productivité et une plus grande fiabilité des systèmes d'élevage. La sélection progressive du ou des meilleurs circuits de commercialisation est enfin le dernier élément-clé de la pérennité des élevages : marché local ou exportation, petites ou grosses tailles, frais ou congelé, etc.

Aujourd'hui, la chevrette est élevée à Tahiti, aux Antilles (Martinique et Guadeloupe), en Guyane et à La Réunion.

L'examen de la filière d'élevage de la chevrette dans les différents départements et territoires d'outre-mer concernés, développe surtout les caractéristiques de cette troisième phase pour chaque région. Il présente successivement un bref historique du développement de cet élevage, l'évolution du nombre des éleveurs, des surfaces ensemencées et des productions, ainsi que les différents aspects de la commercialisation.

# **1. Polynésie (Tahiti)**

---

## **1.1. Historique**

C'est le premier des DOM-TOM à avoir essayé l'élevage de la chevrette à l'initiative du Service territorial de la pêche qui, dès 1970, faisait venir les premiers géniteurs d'Hawaï. Au moment de l'installation du centre de recherche du Cnexo pour l'aquaculture tropicale en 1972, le territoire a souhaité qu'une collaboration s'établisse sur ce programme de recherche. Cette collaboration, formalisée par des conventions pluriannuelles et financées par le territoire et le Cnexo, est à l'origine des travaux réalisés depuis par cet organisme. L'élevage de la chevrette à Tahiti est donc directement lié au programme de recherche entrepris au Centre océanologique du Pacifique depuis 1973. On peut distinguer deux périodes dans l'ensemble de ce travail :

La **première** période est caractérisée par l'adaptation des techniques hawaïennes au contexte local et le développement de techniques originales (1973-1980) :

- mise au point d'une méthode nouvelle de production de postlarves qui est celle aujourd'hui développée dans l'ensemble des DOM-TOM et dans les pays où France-Aquaculture (filiale de développement et de valorisation) a transféré cette technologie.
- élaboration d'un aliment composé par voie humide et par pressage à la vapeur utilisant des sous-produits locaux (tourteau de coprah, farine de leucaena, colle de poisson, etc.).
- mise au point de schémas de grossissement en discontinu ( $d = 20 \text{ ind/m}^2$ ), avec prégrossissement ( $d = 100 \text{ à } 150/\text{m}^2$ ), pour la production d'animaux de petite taille (poids moyen 15 à 20 g) destinés au marché local.
- création de quatre petites fermes dont la superficie varie de 0,1 à 2,8 hectares.

Depuis le début du programme, l'Evaam (établissement pour la valorisation des activités aquacoles et maritimes), agence de développement créée par le gouvernement territorial de Tahiti a participé activement à l'assistance technique au grossissement. Depuis 1989, cette agence a la responsabilité de la mise en œuvre d'une écloserie mixte crevettes/chevrettes avec la collaboration technique de l'Ifremer. Cette nouvelle structure prend donc le relais de l'écloserie d'expérimentation du COP pour assurer la fourniture régulière de postlarves aux aquaculteurs des deux îles : Tahiti et Mooréa (figure 1.21).

La **seconde** période (décennie 80) est caractérisée par la création et le fonctionnement d'une ferme de démonstration technique et économique de 10 hectares, **Aquapac**, filiale de l'Ifremer associant plusieurs





Figure 1.20 : Centre océanologique du Pacifique (COP).

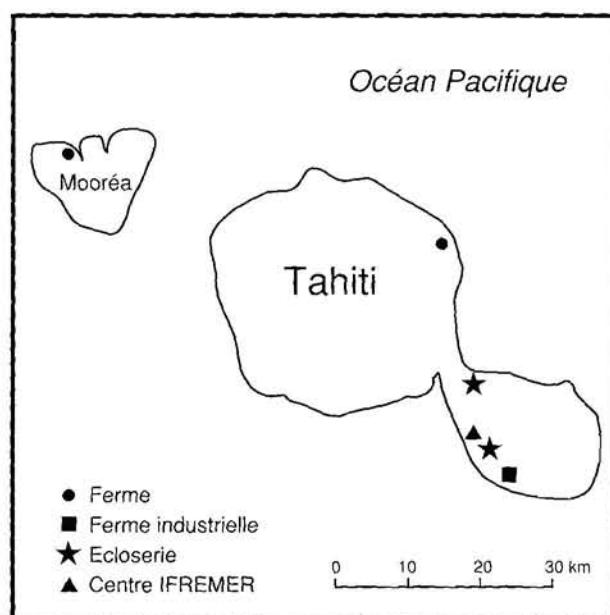


Figure 1.21 : Localisation des fermes de chevrettes à Tahiti.

## DOM-TOM

partenaires locaux (figure 1.22). Cette ferme a mis au point à partir de 1987, un élevage en mode séquentiel (prégrossissement, phase 1, phase 2). La phase 2 se fait à faible densité pour obtenir des animaux de grande taille avec un indice de conversion très faible. Cette ferme a dégagé des bénéfices depuis 1988, montrant ainsi la validité économique de ce modèle de production dans le contexte local. L'Ifremer, jugeant que le transfert au secteur privé de son savoir faire était achevé, a vendu ses actions à ses partenaires. A partir de 1989, cette entreprise s'est également diversifiée avec la production de crevettes de mer.

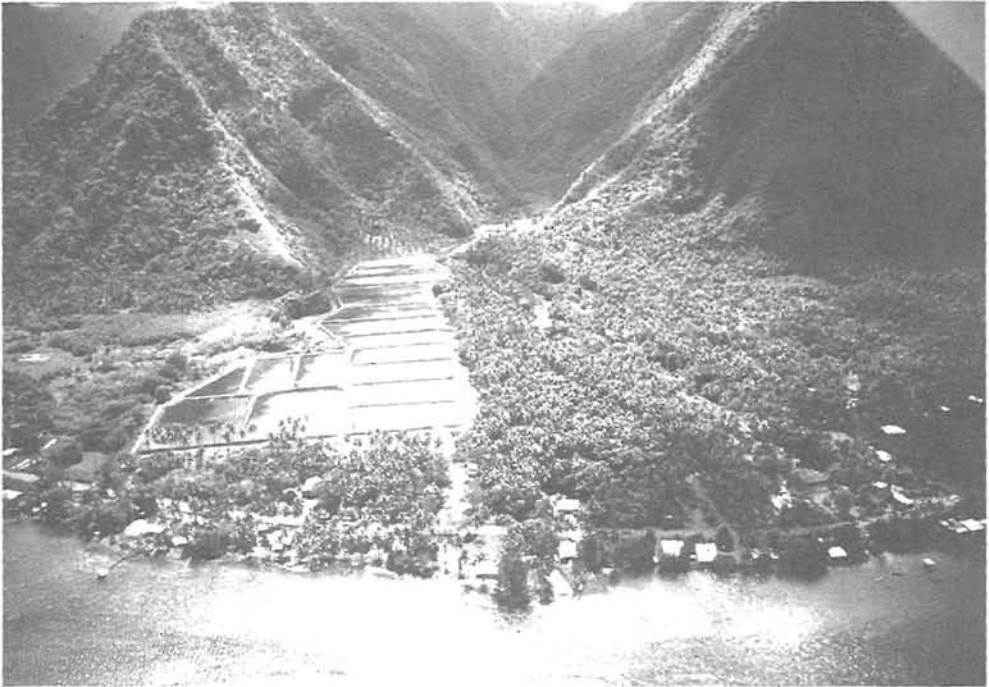


Figure 1.22 : Ferme Aquapac (10 hectares).

### 1.2. Evolution des surfaces et des productions

Depuis 1981, la surface en élevage est stabilisée autour de **15 hectares**. En 1990, **trois exploitations** produisent des chevrettes : Aquapac (12 tonnes sur 8,5 ha de bassins), Lagarde (3 tonnes sur 2,8 ha), Opunohu (5 tonnes sur 2,2 ha), soit **20 tonnes** au total (figure 1.23). Ces productions souffrent de la concurrence des crevettes de mer d'élevage, car ni leur qualité, ni leur conditionnement ne sont encore parfaits.

### 1.3. Commercialisation

Cette production n'a pas de problème d'identité à Tahiti car la chevrette est un nom local et les espèces indigènes (*M. lar*) font partie de la

cuisine traditionnelle. L'avenir de cet élevage passe par une amélioration systématique de la qualité du produit commercialisé, donc par l'instauration d'un conditionnement très strict à la ferme. Dans de telles conditions, la demande augmentera et un accroissement de la production deviendra possible sans subir la concurrence des crevettes de mer.

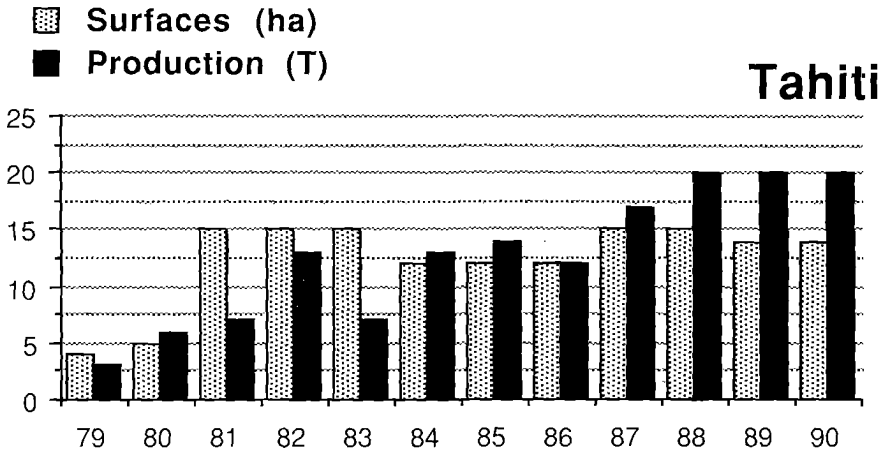


Figure 1.23 : Evolution des surfaces cultivées et de la production de chevrettes à Tahiti.

## 2. Martinique

### 2.1. Historique

A l'initiative du Conseil Régional, l'élevage de la chevette est implanté à la Martinique en 1976. L'île dispose en effet d'excellents atouts pour développer ce type d'élevage.

- La température est adéquate toute l'année.
- Le produit est déjà connu : il existe des espèces très voisines du *M. rosenbergii* dans les rivières antillaises (*M. carcinus*). Mais leur surpêche et la pollution des cours d'eau les ont rendus rares. Aussi, il est très apprécié localement et bénéficie d'un prix de vente élevé : 130 à 140 F/kg au détail en 1990. La population locale représente environ 360.000 personnes et le tourisme 170.000 personnes par an.
- Elle présente une opportunité attrayante de diversification des cultures traditionnelles (canne, banane) même pour de petites surfaces à exploiter.
- Les infrastructures (routes, électrification, téléphone) sont bien développées ce qui facilite la réalisation et la gestion des bassins.

## DOM-TOM

Une première écloserie est construite en 1977. Elle utilise la méthode américaine dite en "eau verte" sur laquelle une équipe locale est formée. En 1979, le Conseil Régional fait appel au Cnexo pour implanter une deuxième écloserie selon la méthode en "eau claire" qui vient d'être mise au point à Tahiti.

En 1982, le bilan des résultats des deux écloseries montre la supériorité de la méthode "eau claire" en matière de productivité et de fiabilité. La Sica des producteurs qui a reçu la responsabilité complète de son développement et décide d'agrandir l'écloserie et d'étendre cette méthode aux deux écloseries en combinant un prégrossissement larvaire dans l'une et la phase de métamorphose dans l'autre.

L'Ifremer met alors en place une équipe d'assistance au grossissement. Son travail est complémentaire de celui de la Sica qui est chargée des études de site et du suivi de la construction des bassins. Les surfaces exploitées et le nombre d'aquaculteurs s'accroissent rapidement.

A partir de 1987, la commercialisation sur le marché local s'organise autour de la Sica et de quelques gros producteurs afin d'homogénéiser la qualité, la présentation et le prix du produit. L'Ifremer se retire en 1988, laissant à la Sica la responsabilité de l'assistance technique au grossissement.

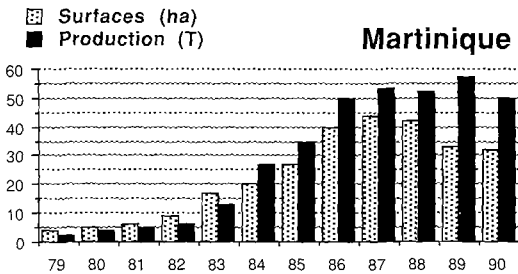
### 2.2. Evolution des surfaces et des productions

La figure 1.24 montre nettement que le développement des surfaces de bassins n'a vraiment démarré qu'en 1983, c'est-à-dire à partir du moment où les investisseurs ont pu compter sur une écloserie fiable et bien dimensionnée. Les surfaces sont maintenant stabilisées à une **trentaine d'hectares** pour une production de **50 tonnes**, entièrement commercialisée sur le marché local. Le nombre d'aquaculteurs s'est accru rapidement pour se stabiliser vers **50** à partir de 1987.

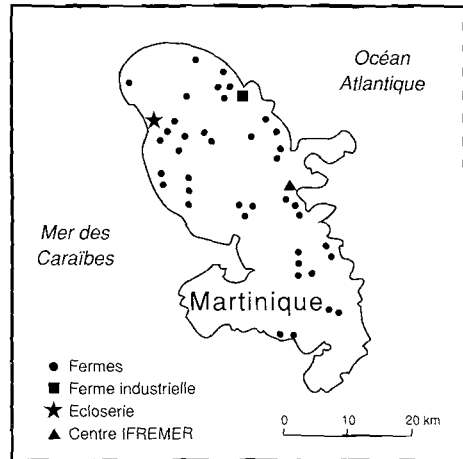
La réduction des surfaces depuis 1987 correspond à l'abandon de petits aquaculteurs peu compétitifs, à la transformation d'une ferme de 3,3 hectares en un élevage de poissons et à l'arrêt d'une ferme de 2,3 hectares. Ce phénomène n'a pas entraîné une réduction des productions, au contraire. Le rendement moyen continue à progresser. Il est environ de 1,7 T/ha/an pour la moyenne de toutes les exploitations mais varie de 1 à 3 T/ha/an selon les éleveurs et les sites.

Il faut noter la petite taille de la majorité des exploitations puisque si l'on retire une exploitation industrielle de 10 hectares il reste 23 hectares pour 49 aquaculteurs soit 0,47 hectares de surface moyenne par exploitant (figure 1.25). Ce demi-hectare est généralement constitué de deux ou trois petits bassins situés à proximité d'une rivière et entourés de champs de canne à sucre ou de banane (figure 1.26). L'élevage (essentiellement l'alimentation et la pêche) est assuré le plus souvent par la main d'œuvre

familiale. Il s'agit donc plutôt d'un complément de revenu pour les petits planteurs que d'une diversification agricole proprement dite.



**Figure 1.24 :** Evolution des surfaces cultivées et de la production de chevrettes en Martinique.



**Figure 1.25 :** Localisation des fermes de chevrettes en Martinique.

### 2.3. Commercialisation

Le marché semble actuellement un peu étroit, en raison du prix élevé et surtout de la distribution encore imparfaite du produit. L'augmentation des rendements devrait permettre de descendre légèrement le prix au détail afin de pouvoir toucher une clientèle plus large. On estime à 20 à 30 tonnes la marge de progression mais seule une étude de marché sérieuse pourrait l'évaluer avec précision.

L'organisation de la profession au sein de la Sica et la santé financière des exploitants permettent de considérer que cette filière est stable. Avant d'envisager une nouvelle expansion, les professionnels veulent voir comment va évoluer le marché face à la concurrence des chevrettes congelées importées et le développement local éventuel d'une aquaculture de Pénéides. Dans les deux cas, la réponse est dans la valorisation de la chevrette locale par :

- la vente en frais,
- la garantie d'une qualité parfaite du produit toute l'année,
- l'image d'un produit typique traditionnel de la cuisine créole locale ("z'habitant" ou "cribiche" en créole).

Enfin, le récent développement de l'élevage du Tilapia rouge (*Red Florida*), appelé "Saint-Pierre", dans l'eau d'évacuation des bassins de chevrettes constitue une source de revenu complémentaire intéressante



*Figure 1.26 : Bassin antillais typique au milieu des cultures.*

permettant d'améliorer la rentabilité de certaines exploitations pour un coût marginal. L'introduction de nouvelles espèces est également utile pour assurer la pérennité de l'écloserie, structure trop coûteuse pour pouvoir être amortie sur la seule demande en postlarves.

## 3. Guadeloupe

### 3.1. Historique

La Guadeloupe dispose des mêmes atouts que la Martinique pour développer cet élevage. La population locale totalise 340.000 habitants et le tourisme 140.000 personnes par an.

La construction des premiers bassins date de 1978. L'approvisionnement en juvéniles est alors assuré par avion à partir de l'écloserie de Saint Pierre, en Martinique. Les producteurs demandent dès 1980 au Cnexo, une assistance technique au grossissement qui est apportée sous forme de missions régulières. A partir de 1984, une assistance technique permanente est assurée en Guadeloupe par un biologiste formé par l'Ifremer puis recruté par la Sica.

L'augmentation des surfaces et les difficultés d'approvisionnement par avion des bassins en postlarves à partir de 1982, conduisent la Sica des producteurs à demander au Conseil Régional une aide financière pour la réalisation d'une écloserie régionale. L'Ifremer est alors sollicité pour assurer la maîtrise d'œuvre de la construction de l'écloserie, le démarrage de la production et la formation d'une équipe locale de techniciens. Afin de gagner du temps, une écloserie provisoire sous serre agricole est mise en place en 6 mois sur le site définitif et produit en juillet 1983 les premières postlarves.

Rassurés quant à la fourniture des postlarves et mieux conseillés pour l'ensemble de techniques de grossissement, les aquaculteurs, moins nombreux qu'en Martinique (une quinzaine), augmentent le nombre de bassins de leur exploitation.

Mais l'individualisme des aquaculteurs guadeloupéens (deux d'entre eux ont construit une écloserie privée) et la réduction des surfacesensemencées à partir de 1988 ne facilitent ni l'équilibre financier de l'écloserie de la Sica ni l'organisation de la commercialisation à un prix homogène malgré une forte demande locale.

### 3.2. Evolution des surfaces et des productions

Le total des surfacesensemencées est passé de 8 hectares début 1983 à 40 hectares fin 1987 (figure 1.27). La réduction des surfaces à **30 hectares** depuis 1989, correspond à l'abandon des aquaculteurs les moins performants. Ceci entraîne une stabilisation de la production entre **40 et 45 tonnes/an** pour une **quinzaine de producteurs** (figure 1.28).

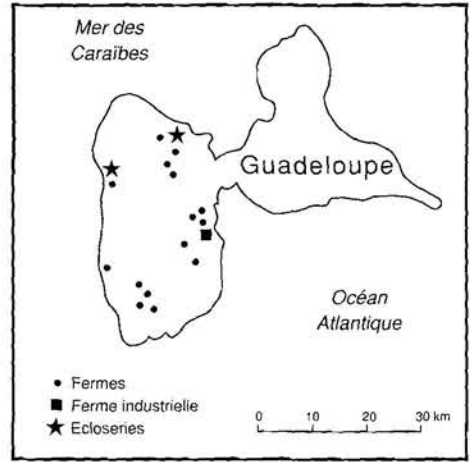
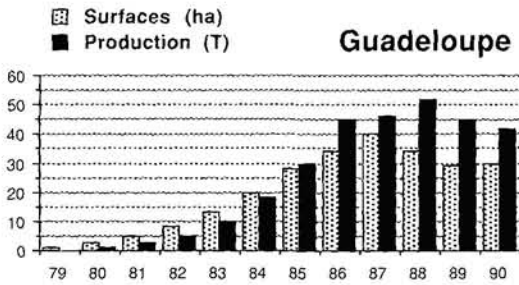


Figure 1.27 : Evolution des surfaces cultivées et de la production de chevrettes en Guadeloupe.

Figure 1.28 : Localisation des fermes de chevrettes en Guadeloupe.



Figure 1.29 : Ferme de 2,8 hectares en Guadeloupe.



Si l'on retire la seule ferme industrielle (8 ha), la surface moyenne par exploitation est de 1,4 ha, soit trois fois plus qu'en Martinique (figure 1.29). Cette surface correspond à une véritable diversification agricole. Pour certains aquaculteurs, cette activité secondaire est même devenue l'activité principale en raison d'une meilleure rentabilité que les cultures traditionnelles.

La Sica des aquaculteurs étudie les possibilités d'une diversification avec la crevette de mer (pénéides). Plusieurs facteurs la justifient : l'écloserie est facilement adaptable à l'élevage larvaire de pénéides, des terrains favorables existent, le marché local est très demandeur et le créneau commercial visé (restauration touristique) est bien différencié de celui de la chevrette. L'élevage d'un second crustacé devrait avoir un effet favorable sur l'ensemble de l'activité aquacole actuelle.

### **3.3. Commercialisation**

Comme en Martinique, la chevrette de Guadeloupe subit depuis 1989 la concurrence d'importations de chevrettes congelées. Le marché étant demandeur, l'insuffisance de la production locale favorise l'entrée des produits d'importation. Cependant, les consommateurs font la différence entre le produit local, frais, ou congelé, appelé "ouassous" (nom traditionnel créole du "roi des sources") et vendu en moyenne 145 F/kg, du produit congelé importé de Thaïlande et vendu 110 F/kg.

## **4. Guyane**

---

### **4.1. Historique**

La Guyane française couvre un vaste territoire (90.000 km<sup>2</sup>) très peu peuplé (115.000 habitants). Les pouvoirs publics ont eu la volonté d'y mettre en place un programme d'aquaculture de la chevrette, dans le cadre du programme de développement de l'économie régionale initié en 1976 et appelé le "Plan Vert". Cet élevage, adapté aux potentialités naturelles, devait satisfaire les besoins locaux et surtout, exporter vers la Communauté Economique Européenne.

Fin 1978, un projet est préparé par le secrétariat d'Etat aux DOM-TOM et par l'Ifremer. La première phase est la réalisation d'un test de grossissement, en 1979-80, avec des postlarves importées de Martinique et de Floride, dans le but de vérifier les capacités de croissance et de reproduction de cette espèce dans le milieu naturel guyanais. Le test permit de conclure à la faisabilité d'un tel élevage en Guyane et entraîna l'élaboration d'un plan de développement ambitieux. L'objectif était d'obtenir en une décennie une capacité de production permettant d'ouvrir et de maintenir durablement des marchés à l'exportation (500 T/an pour une production stabilisée de 200 hectares de bassins).

Deux types de ferme ont été développés selon des schémas de financement distincts : des fermes d'une surface maximale de 5 ha, conçues initialement

## DOM-TOM

pour une diversification d'activité d'une entreprise agricole (figure 1.30), et des fermes industrielles à activité unique, à partir d'une superficie d'une vingtaine d'hectares (voir cahier central en couleurs).



**Figure 1.30** : Ferme en diversification agricole (3,7 hectares).



**Figure 1.31** : Station d'expérimentation Ifremer de Kourou.

Une écloserie régionale de conception modulaire a été mise en place dès 1982 par le Cnexo afin de satisfaire les besoins en postlarves. Celui-ci a également assuré une assistance technique au sens très large, incluant l'étude des sites, l'ingénierie des fermes et le contrôle de la construction, la formation des aquaculteurs à la technique d'élevage, le démarrage des exploitations et l'organisation de la profession.

Parallèlement, une recherche d'accompagnement a été menée de 1986 à 1990 sur la station d'expérimentation Ifremer de Kourou (figure 1.31). Elle avait pour but d'étudier le fonctionnement du système continu utilisé aux Antilles-Guyane pour proposer des améliorations et des évolutions de la technique d'élevage dans le sens d'une meilleure rentabilité des fermes de grossissement.

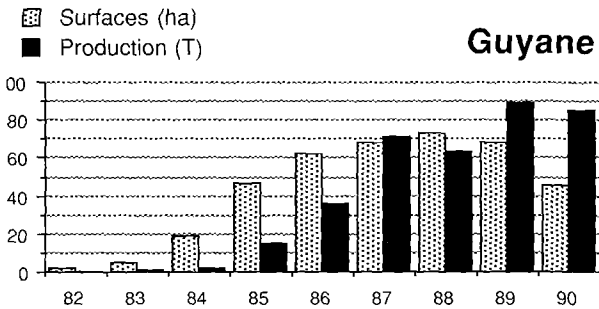


Figure 1.32 : Evolution des surfaces cultivées et de la production de chevrettes en Guyane.

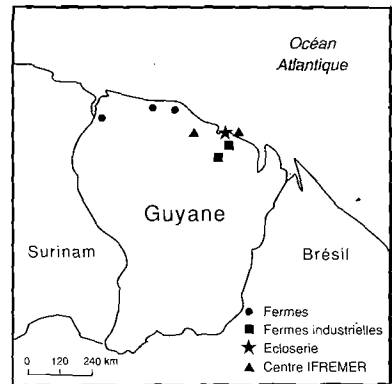


Figure 1.33 : Localisation des fermes de chevrettes en Guyane.

#### 4.2. Evolution des surfaces et des productions

La surface moyenne d'une ferme en Guyane est beaucoup plus grande qu'aux Antilles, que ce soit pour une structure de type exploitation familiale (5 ha) ou industrielle (15 à 38 ha). Cela s'explique par trois raisons.

- La grande disponibilité du terrain.
- L'absence de véritable tissu agricole en Guyane, qui ne permet pas d'insérer l'activité aquacole au titre de la diversification agricole.
- Le manque d'infrastructures (routes, électricité, téléphone). A la différence des autres DOM-TOM, le développement de cet élevage en Guyane française représente une véritable mise en valeur de terres vierges nécessitant parfois la déforestation de la forêt primaire, la construction de pistes, la mise en place d'infrastructures (électricité, habitations, eau potable, etc.). Ces investissements assez lourds, qui ne concernent pas directement la production, doivent donc être amortis sur une surface suffisamment importante.

La figure 1.32 montre une rapide progression des surfaces et des productions de 1983 à 1987. L'échec de la tentative de commercialisation à l'exportation sous la forme du congelé entraîne l'abandon de plusieurs fermes en 1988. Cette réduction de surface est partiellement compensée par la mise en œuvre d'une nouvelle ferme industrielle (figure 1.33).

Début 1990, **quatre fermes** étaient encore en exploitation. Mais les difficultés financières contraignirent les deux dernières exploitations industrielles à abandonner l'élevage dans le courant de la même année. Fin 1990, il ne restait que deux fermes artisanales dont le volume de commande de postlarves est trop réduit pour permettre le maintien de l'écloserie régionale. La production 1990 a été de **83 tonnes** pour **46 hectares**.

### 4.3. Commercialisation

Le débouché a d'abord été le marché local, rapidement saturé en raison de son étroitesse (20 T/an). Le premier essai d'exportation en congelé vers le marché de gros de Rungis, en 1987, a été un échec en raison de la concurrence du Sud-Est asiatique. Cet échec a conduit la plupart des petits producteurs à la cessation d'activité en 1988.

Regroupés dans un groupement d'intérêt économique, les producteurs restants ont recherché un circuit plus court et un marché demandeur de produits de qualité en visant directement les centrales d'achats des grandes surfaces en métropole. La présentation du produit a été soigneusement étudiée pour s'adapter à ce créneau vaste mais exigeant : produit frais apporté par avion, nom attrayant ("Crevette bleue des Caraïbes"), animation et distribution de fiches-recettes sur les points de vente (voir *Commercialisation*).

Le succès de cette politique de commercialisation a permis de boucler l'ensemble de la filière chevette en Guyane : **80 tonnes** ont été exportées sur la métropole de novembre 88 à novembre 90 (soit 50 % de la production guyanaise), pour une vente régulière à une cinquantaine d'hypermarchés.

La démonstration d'une méthode de vente à l'exportation a été faite et une clientèle existe. Mais la mise en place de ce dernier maillon arrive trop tard car les entreprises qui sont sorties de ce long parcours du développement de l'ensemble de la filière production-commercialisation sont trop lourdement endettées pour pouvoir survivre. L'abandon de cet élevage en Guyane paraît désormais irréversible.

## 5. La Réunion

---

### 5.1. Historique

Le développement de l'aquaculture de la chevrette a été initié en 1985 par le Conseil général de la Réunion. Ce projet avait pour objet d'introduire cet élevage au titre d'activité complémentaire dans le cadre d'une politique de diversification agricole et de valorisation de zones humides. Cet élevage paraissait d'autant plus prometteur que les réunionnais avaient déjà une tradition de consommation d'une espèce proche, le camaron, *M. lar*, espèce très prisée et devenue rare dans les cours d'eau de l'île.

Toutefois, la Réunion a une contrainte spécifique par rapport aux Antilles : l'existence d'une saison fraîche marquée. Il convenait d'en évaluer l'importance dans le cadre d'un projet de démonstration confié à l'Ifremer en 1985.

La faisabilité de l'élevage devait être démontrée sur 3 hectares d'exploitations privées. Pour cela, il fallait introduire l'espèce *M. rosenbergii* à partir de l'île Maurice, créer un stock de géniteurs, construire une écloserie pilote, susciter la création de bassins et encadrer les nouveaux éleveurs pour la construction des bassins et les premières productions. Ce programme a été mené de 1985 à 1987.

A l'issue de cette phase, les premiers résultats technico-économiques étaient jugés suffisamment intéressants pour envisager un développement à plus grande échelle de l'activité. L'objectif était d'approvisionner le marché réunionnais évalué entre 50 et 100 tonnes. Une extension de la surface des bassins jusqu'à 30 hectares était ainsi envisagée, avec la mise en place d'aides publiques très incitatives.

La responsabilité du développement est alors confiée à une Sica, créée fin 1986 avec pour mission la construction puis la gestion d'une écloserie et l'encadrement technique des éleveurs. Comme aux Antilles, la mise en place de cette structure devait permettre un développement d'exploitations de taille modeste pour répondre au souci de diversification agricole. Malheureusement, la Sica a pratiquement cessé toute activité depuis fin 1988.

Fin 90, la moitié des 12 hectares de bassins construits est en production (figures 1.34 et 1.35) grâce à un maintien en activité de l'écloserie d'incitation de l'Ifremer jusqu'en 1989, à des importations de postlarves de l'île Maurice et à l'appoint de deux petites écloseries privées. Les restockages des bassins sont cependant faibles et irréguliers, ce qui, allié à un manque d'encadrement des exploitants, n'a permis qu'une production de l'ordre de **2 tonnes** en 1989.

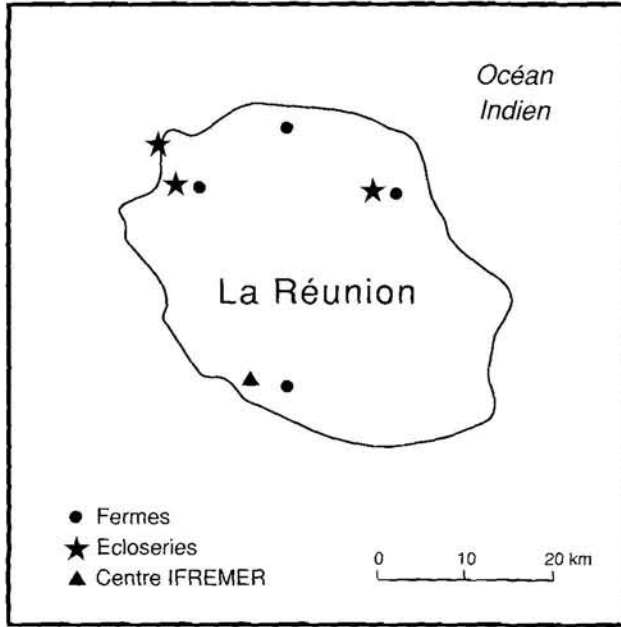


Figure 1.34 : Localisation des fermes de chevrettes à La Réunion.



Figure 1.35 : Bassins de grossissement à Saint-Paul.

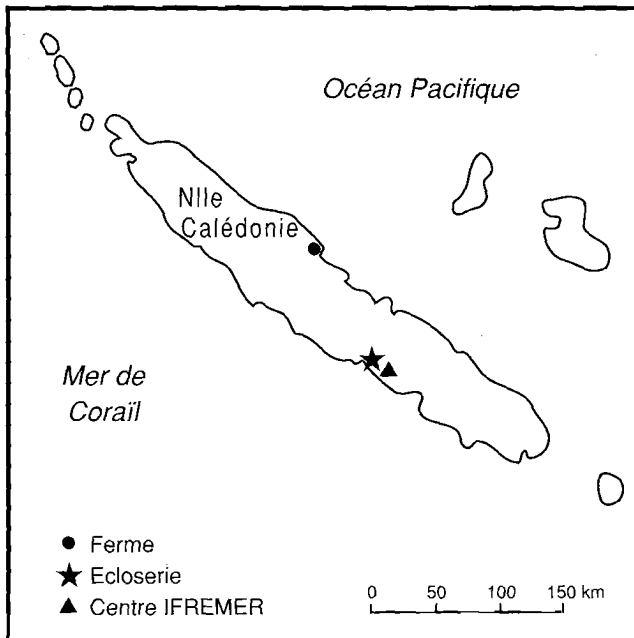
## 5.2. Perspectives

Malgré un démarrage difficile de cet élevage, la Réunion reste une région très favorable pour le développement de cette activité dans une optique de diversification agricole. La mise en place d'un service d'assistance technique régulier auprès des aquaculteurs faciliterait beaucoup le démarrage de cette spéculation. Un marché local très demandeur, des prix élevés (190 F/kg en 1990) et l'existence de systèmes d'élevage permettant de limiter l'effet de la saison froide, justifieraient la poursuite de l'effort entrepris.

## 6. Nouvelle-Calédonie

Un essai d'élevage a été mené en 1986 et 1987 sur financement européen avec pour objectif le développement de cette activité en milieu mélanésien.

Les conditions de température sont telles qu'une seule production par an est envisageable d'octobre à juin.



**Figure 1.36** : Localisation des bassins d'élevage de chevrettes en Nouvelle-Calédonie.

Une petite écloserie a été aménagée sur la station Ifremer de Saint-Vincent et a produit les 130 000 postlarves nécessaires à l'ensemencement de deux bassins de grossissement totalisant 7 500 m<sup>2</sup> (figures 1.36 et 1.37). En 9 mois, 950 kg ont été récoltés. La faisabilité technique a été ainsi démontrée mais aucune suite n'a été donnée à ce premier essai.



Figure 1.37 : Bassins de la vallée d'Auroa à Poindimié, en Nouvelle Calédonie.

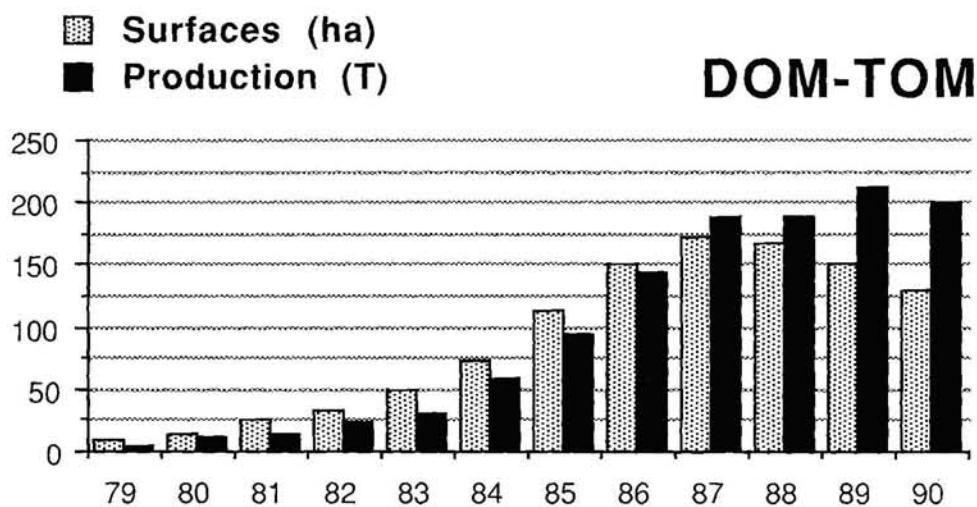


Figure 1.38 : Evolution des surfaces ensemencées et de la production de chevrettes pour l'ensemble des DOM-TOM



## 7. Bilan

---

Après une quinzaine d'années d'efforts de l'Etat pour développer ce nouvel élevage avec la participation des collectivités régionales, le bilan s'établit comme suit (chiffres fin 1990) :

- **nombre total de fermes aquacoles :** **72**  
(particuliers ou entreprises)
- **surfaces totalesensemencées :** **130 hectares**
- **production totale en 1990 :** **200 tonnes**
- **chiffre d'affaire global :** **25 millions de francs**  
(écloseries 3 MF et bassins 22 MF)
- **nombre d'emplois créés :** **90**

On peut distinguer trois phases successives bien observées aux Antilles et en Guyane Française) (figure 1.38).

- La première phase (1979-82) est celle de la **vérification de la faisabilité de l'élevage** dans ces nouvelles régions et la mise en place des outils du développement : écloseries, premières fermes, formation et assistance des promoteurs pour cette nouvelle activité. Les surfaces et les productions progressent lentement.
- La deuxième phase (1983-86) correspond au **développement rapide des surfacesensemencés**. L'assistance technique, assurée par l'Ifremer puis les Sica, intervient depuis l'ingénierie des fermes jusqu'à la pratique de l'élevage. Après avoir formé l'ensemble du personnel d'écloserie, l'Ifremer commence à se désengager en confiant deux écloseries sur trois aux Sica des producteurs.
- La troisième phase (à partir de 1987) correspond à la **mise en place d'une politique commerciale adaptée** à chaque contexte : marché local aux Antilles, exportation en frais sur la métropole pour la Guyane. Les aquaculteurs les moins motivés et moins compétitifs s'éliminent d'eux même, pour laisser la place à une profession plus stable et rentable. L'Ifremer achève son désengagement en transférant l'essentiel de l'assistance technique à du personnel bien formé puis recruté par les Sica.

## DOM-TOM

ANNÉE	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
Martinique	1 ha		<b>Démonstration technique</b>			9 ha	17 ha		40 ha		44 ha		32 ha	
						6 T	13 T		50 T		53 T		50 T	
Guadeloupe	1 ha		<b>Démonstration technique</b>			8 ha	13 ha		34 ha		40 ha		30 ha	
						5 T	10 T		45 T		46 T		40 T	
Guyane			<b>Test</b>			2 ha		68 ha		73 ha		46 ha		
										71 T		63 T		83 T

**Figure 1.39 :** Principales phases du développement de l'élevage de la chevrette aux Antilles et en Guyane française.

En conclusion, l'expérience accumulée depuis une quinzaine d'année sur l'ensemble des DOM-TOM permet de dégager les éléments nécessaires à l'implantation durable d'un tel élevage.

- 1) Prévoir très tôt la manière et les moyens de commercialiser la production dans les meilleures conditions pour la région concernée.
- 2) Disposer d'une éclosérie unique, fiable et modulaire, dès le démarrage de programme.
- 3) Assurer une recherche d'accompagnement qui permet l'adaptation des techniques à chaque contexte.
- 4) Garantir une assistance technique aussi large que possible aux promoteurs comme aux techniciens pendant plusieurs années.

Le premier point est primordial : il doit être intégré dans l'activité normale de la Sica des producteurs afin de conserver la compétitivité de cet élevage dans un contexte de forte concurrence. Si ce travail est poursuivi, cette filière d'élevage peut alors prendre une place durable dans l'économie locale.

# Plans de développement

## **1. Première étape : Etude de faisabilité et élaboration du programme**

### 1.1. Données sur les conditions d'élevage

- *Analyse-bilan de l'aquaculture existante*
- *Données relatives au climat*
- *Données relatives aux ressources en eau*
- *Données relatives aux terrain*
- *Données concernant la main d'œuvre*

### 1.2. Données relatives à la commercialisation

### 1.3. Le plan de développement

- *Potentialités et contraintes*
- *Occupation foncière*
- *Conditions de production et marchés visés*
- *Moyens à mettre en œuvre*
- *Supports nécessaires au programme*
- *Echéancier à 10 ans*
- *Résultats attendus*

## **2. Deuxième étape : Mise en place d'une unité intégrée d'élevage et de commercialisation**

### 2.1. Objectifs

### 2.2. Caractéristiques de l'unité intégrée

- *Dimensions*
- *Conception*

### 2.3. Statut de l'unité intégrée

### 2.4. Echéancier

## **3. Troisième étape : Développement de l'élevage à l'échelle régionale**

### 3.1. Formation initiale

### 3.2. Assistance technique

### 3.3. Recherche de soutien

## **4. Conclusion**

## **Plans de développement**

Depuis 1973, le Cnexo, puis l'Ifremer, ont acquis une bonne expérience du développement et de sa planification en premier lieu dans les Départements et Territoires d'Outre-Mer et, par ailleurs, dans de nombreux pays de la zone tropicale. Les missions confiées à l'Ifremer dans ces programmes de développement sont variées et vont du schéma directeur général de l'aquaculture à la mise en place complète du programme depuis les études de sites jusqu'au marketing à l'échelle d'une région, voire d'un pays.

Tout cet acquis permet de tirer quelques enseignements utiles pour la planification du développement de cet élevage car l'expérience montre que malgré les disparités de niveau économique général entre les pays qui se sont lancés dans cet élevage, les erreurs et les freins du développement sont similaires.

Aussi ce chapitre cherche avant tout à mettre en évidence les points-clé de la réussite du développement de cet élevage.

Le point de départ est une **déclaration officielle** pour que le programme s'inscrive dans la durée. Cette déclaration est fondée sur :

- des **motivations politiques** : souci de diversification d'une agriculture en crise, (reconversion d'activité et/ou complément de revenu) volonté d'aménagement rural (emplois ruraux, mise en valeur des zones vierges, redistribution ou remembrement,...) de développement intérieur (tourisme) ou d'exportation ;
- des **objectifs économiques à atteindre**, en termes de production, de surfaces mises en valeur, d'emploi, d'augmentation des revenus, d'entrée de devises, etc.

Cette déclaration officielle est indispensable car un tel programme dure une dizaine d'années : il faut donc qu'il ait une origine précise et des objectifs clairs afin de pouvoir s'y référer en cours de programme.

L'élaboration et l'exécution d'un tel programme pluriannuel relève de différents niveaux de décision et de compétence qu'il est nécessaire de faire travailler ensemble dès le démarrage du programme. Aussi la création d'un **comité de programme** est indispensable. Celui-ci comprend :

- un représentant du pouvoir politique qui doit veiller au respect des objectifs ;
- les services techniques de l'État (agriculture, travail, commerce, etc.) ;
- les organismes de recherche concernés ;
- des industriels locaux de l'agro-alimentaire (aliment du bétail, conditionnement), éventuellement des travaux publics et des transports ;

## **Plans de développement**

- des bailleurs de fonds locaux ou internationaux (organisme financiers de développement, banques commerciales, organismes internationaux etc.) Une liste d'organismes internationaux intervenant dans le financement des projets de développement est donnée en annexe, en fin d'ouvrage ;
- un expert indépendant ayant une bonne expérience professionnelle de cet élevage et des plans de développement ; il peut être choisi au sein d'organismes internationaux ou nationaux.

Ce comité de programme a trois responsabilités essentielles :

- choisir les intervenants (experts, cabinets d'ingénierie, partenaire technique) ;
- analyser et juger les propositions (stratégies de production et de commercialisation) ;
- dresser le bilan des résultats à la fin de chaque étape et, le cas échéant, recentrer les objectifs au fur et à mesure de l'avancement du programme.

Quel que soit le schéma de développement choisi, une première étape est obligatoire : l'étude de faisabilité technique et économique de cet élevage dans le pays demandeur. Elle débouche sur l'élaboration du **plan de développement**.

## **1. Première étape : Etude de faisabilité et élaboration du programme**

---

**Objectif** : à partir des données locales relatives aux conditions d'élevage et des données locales et internationales relatives au marché, définir le plan de développement le mieux adapté pour atteindre les objectifs énoncés par le pouvoir politique.

**Intervenant** : un bureau d'étude de référence internationale choisi par appel d'offres.

### **1.1. Acquisition des données relatives aux conditions d'élevage.**

Ces données permettent d'identifier la faisabilité technique de l'élevage et d'avoir des indications quant aux coûts de production. Pour cette partie, on pourra se référer pour plus de détails au chapitre "*Choix du site et normes de construction*".

- **Analyse-bilan de l'aquaculture existante.** Si une activité aquacole existe déjà dans la région, il est intéressant de l'étudier dans ses

## **Plans de développement**

différents aspects pour en tirer des enseignements utiles pour le projet d'élevage de la chevrete.

- **Données relatives au climat.** Elles concernent les températures (air et eau), la pluviométrie, l'ensoleillement, le régime des vents et les saisons. Elles conditionnent surtout le choix du système d'élevage, les croissances et les rendements attendus, les aménagements particuliers (protection contre les inondations), les équipements spéciaux (aérateurs, ...).
- **Données relatives aux ressources en eau et à leur qualité.** Elles permettent de définir la faisabilité de l'élevage (norme du débit : 11 l/sec/ha), les traitements nécessaires, les zones à éviter (existence de parasitoses endémiques type bilharziose), les avantages (eau gravitaire) ou les contraintes (nécessité du pompage).
- **Données relatives aux terrains.** Elles englobent la topographie, la pédologie (nature des sols), le foncier, la mise en état (déforestation, drainage), l'accessibilité et les infrastructures (eau potable, électricité, téléphone, etc.). Ces données permettent d'apprécier les conditions de réalisation des bassins. La disponibilité des terrains, leur mise en état et l'accessibilité doivent être résolus par des programmes de développement situés en amont du programme d'aquaculture et non pas peser sur lui.
- **Données concernant la main d'œuvre.** Ces données comptent pour la définition du type d'entreprise à installer, des besoins et du niveau de la formation professionnelle à réaliser, et pour l'étude du coût de production :
  - **disponibilité** de la population susceptible d'être employée dans cette nouvelle activité ;
  - **qualité** : aptitude au travail agricole et à la formation ;
  - **motivation** : ouvrier agricole ou fermier propriétaire de la terre (dans le cadre par exemple d'une politique de distribution des terres) ;
  - **implantation** de la population rurale : regroupée en village ou disséminée (besoin en transports, en bâtiments d'habitation sur la ferme, etc.) ;
  - niveaux de **rémunération**.

### **1.2 Acquisition des données relatives à la commercialisation**

La vente de la production se fera soit sur le marché local soit à l'exportation. Les contraintes qui en découlent seront différentes. Sur chacun de ces marchés, et en fonction des coûts de production, la rentabilité de l'élevage pourra être obtenue avec un produit "standard" ou avec un produit "haut de gamme". Les contraintes pour commercialiser ces deux types de produit sont, là aussi, différentes (voir *Commercialisation* et *Traitement du produit*).

## ***Plans de développement***

Pour disposer de tous les éléments de choix, d'autres données doivent être acquises sur tous les maillons de la commercialisation :

- **unités de traitement**, de conditionnement et de stockage frigorifique existantes ;
- **fabrique d'emballages** carton et polystyrène isotherme ;
- **pour le marché local**
  - . moyens de transport vers les centres de consommation ;
  - . caractéristiques du marché local : quantités, produits concurrents (quantités, prix), circuits de distribution, clients (restaurants, supermarchés).
- **pour le marché export**
  - . moyens de transport vers les marchés consommateurs : bateaux (containers frigorifiques), avion (fret disponible ; arrivées aux principales villes cibles)
  - . caractéristiques des marchés export par l'étude des ventes de produits identiques.

### **1.3. Le plan de développement**

A partir de ces données, le cabinet d'étude bâtit le plan de développement qui permettra d'atteindre les objectifs définis. Il présentera les éléments suivants.

- ***Les potentialités et les contraintes*** en particulier les préalables à lever pour que le programme ne soit pas bloqué, par exemple par le règlement du foncier ou la construction d'infrastructures.
- ***L'occupation foncière*** et les relations de l'élevage avec l'environnement.
- ***Les conditions de production et les marchés visés***
  - type de ferme (familiale, artisanale, industrielle ; spécialisée dans l'élevage de la chevrete ou intégrée dans une exploitation agricole) ;
  - schéma de production ;
  - caractéristiques du produit correspondant aux marchés visés ;
  - analyse financière des exploitations (approche des coûts et de la rentabilité).

## **Plans de développement**

- **Les moyens à mettre en œuvre**
  - techniques : les outils nécessaires au bouclage de la filière production-conditionnement-commercialisation ;
  - humains : personnels et qualifications à chaque maillon de la filière ;
  - financiers : coûts des investissements publics (infrastructures, outil de démonstration, de formation, etc.) et privés (exploitations) ; origine des financements et conditions d'octroi.
- **Les supports nécessaires au programme** : en matière de recherche, (station expérimentale ou institut technique) et de formation.
- **L'échéancier à 10 ans**, avec l'indication d'objectifs et de termes précis permettant de juger de la progression du programme.
- **les résultats attendus** sur l'économie locale et sur l'emploi en activité directe et indirecte.

Cette étude marque la fin de la première étape. Le comité d'étude aura à juger cette proposition. Il pourra élargir son champ d'analyse en faisant appel à d'autres experts, si l'importance du programme le justifie.

Il revient alors aux décideurs locaux et aux bailleurs de fonds auxquels il est fait appel de prendre la décision de lancer le programme.

Nous traiterons ici **un exemple** de plan de développement ; il est théorique mais il tire les enseignements de différentes situations vécues dans l'aquaculture de chevrettes. Il a comme objectif la diffusion de cet élevage dans un pays de petites exploitations agricoles pour améliorer d'abord le revenu des agriculteurs et disposer d'une production naturelle pour l'exportation (recherche de devises).

La stratégie de développement proposée est en deux phases.

**Première phase** : mise en place d'une unité intégrée de production pour le conditionnement et la commercialisation. C'est la seconde étape du programme de développement ;

**Deuxième phase** : diffusion de l'élevage vers les petits producteurs en utilisant l'unité intégrée comme point d'ancrage. C'est la troisième étape du programme de développement.



## **2. Deuxième étape : Mise en place d'une unité intégrée d'élevage et de commercialisation.**

---

Cette unité, souvent appelée ferme de démonstration ou ferme pilote, est apparue indispensable dans les différentes stratégies de développement. Celles qui ont conduit à des échecs sont généralement celles où une telle unité n'était pas prévue.

### **2.1. Objectifs**

Cet outil à trois objectifs principaux dont il faut tenir compte pour bien le concevoir et pour le financer.

- **Tester le choix de la technique d'élevage.** Cette phase d'adaptation dure un à deux ans ; elle peut être conduite à partir de postlarves importées.
- **Faire fonctionner la filière complète** de production (écloserie et ferme), de conditionnement et de commercialisation. Cette phase permet d'identifier et de résoudre tous les problèmes qui freinent le déroulement normal de l'ensemble de l'activité (par exemple : la disponibilité d'un aliment de qualité constante ou la possibilité d'avoir du fret aérien régulier à un prix acceptable. Cette phase permet également d'acquérir les coûts réels et de juger définitivement de l'intérêt de cet élevage pour le pays.
- **Servir de point d'ancrage** pour la diffusion de cette nouvelle activité aux éleveurs de la région. Cette unité assurera pour les élevages "associés" :
  - la fourniture des postlarves et éventuellement de l'aliment ;
  - la formation et l'assistance technique ;
  - le traitement, le conditionnement et l'exportation de la production ;
  - le travail de recherche pour faire évoluer les techniques d'élevage ou de conditionnement en vue d'un meilleur profit (rôle d'institut technique).

### **2.2. Caractéristiques de l'unité intégrée**

- **Dimensions**

Cette unité sera **dimensionnée** pour la superficie définitive des bassins d'élevage dans le but de disposer d'une production permettant d'ouvrir et d'entretenir le marché à l'exportation ; les besoins pour la formation et pour l'expérimentation (troisième étape du plan) sont réduits et peuvent être pris sur la superficie de production.

Elle sera modulaire, chaque module permettant de pratiquer l'ensemble des différentes phases de l'élevage si le schéma de production choisi comporte plusieurs phases.

## **Plans de développement**

Le pilote d'élevage, qui permettra d'adapter le schéma de grossissement aux conditions locales, peut être considéré comme le premier module de la ferme. Par exemple si la production annuelle visée est de 100 tonnes de chevrettes de qualité export, la superficie totale correspond à dix modules de cinq hectares chacun.

- **Conception**

La conception de l'écloserie et de l'atelier de conditionnement devra être **évolutive** afin de répondre efficacement aux besoins supplémentaires de la troisième étape du plan.

Cette caractéristique est obtenue par la séparation dans des bâtiments distincts, des différentes fonctions qui caractérisent une écloserie (élevage larvaire, traitement de l'eau et préparation de l'eau saumâtre, ponte, stockage des postlarves, préparation des *Artemia*, activation du filtre biologique, logistique). L'augmentation de la capacité de production de postlarves se fera par agrandissement linéaire de chaque zone, au fur et à mesure des besoins.

Pour la couverture des besoins en aliment composé, l'unité de démonstration ne peut justifier à elle seule la construction d'un atelier de fabrication. Dans un premier temps, il faudra donc soit importer l'aliment, soit le faire fabriquer dans une usine d'aliment du bétail

### **2.3. Statut de l'unité intégrée**

Si le promoteur est le secteur public, le problème majeur de cette unité sera la lourdeur de sa gestion (procédures administratives d'achat, personnel à statut de fonctionnaire peu adapté à un élevage aquacole, etc.).

Si c'est le secteur privé qui est sollicité (subvention incitatrice) et qui constitue une société pour créer la ferme et la faire fonctionner, le problème majeur sera de financer l'important déficit d'exploitation de la période de "démonstration". Ce déficit sera constitué en grande partie, sur le plan de la trésorerie, par le remboursement des emprunts (un différé peut en retarder la partie capital) et, sur le plan comptable, par les amortissements (cependant réduits de la part correspondant aux immobilisations financées par les subventions).

La formule qui semble la mieux appropriée pour la réalisation et l'exploitation de cette unité consiste à donner au secteur public la charge de son investissement et à la mettre à la disposition d'un opérateur travaillant comme une entreprise privée.

### **2.4. Echancier**

La figure 1.40 établit l'échancier de cette étape de démonstration qui porte sur quatre ans.

## Plans de développement

La montée en puissance de la ferme dure deux ans depuis le milieu de l'année 3. La démonstration ne peut donc être complète et significative qu'à la fin de l'année 5. L'expérience montre qu'il faut compter une à deux années supplémentaires si l'on intègre les différents risques de retard (mauvais temps retardant la construction, pannes d'engins, etc).

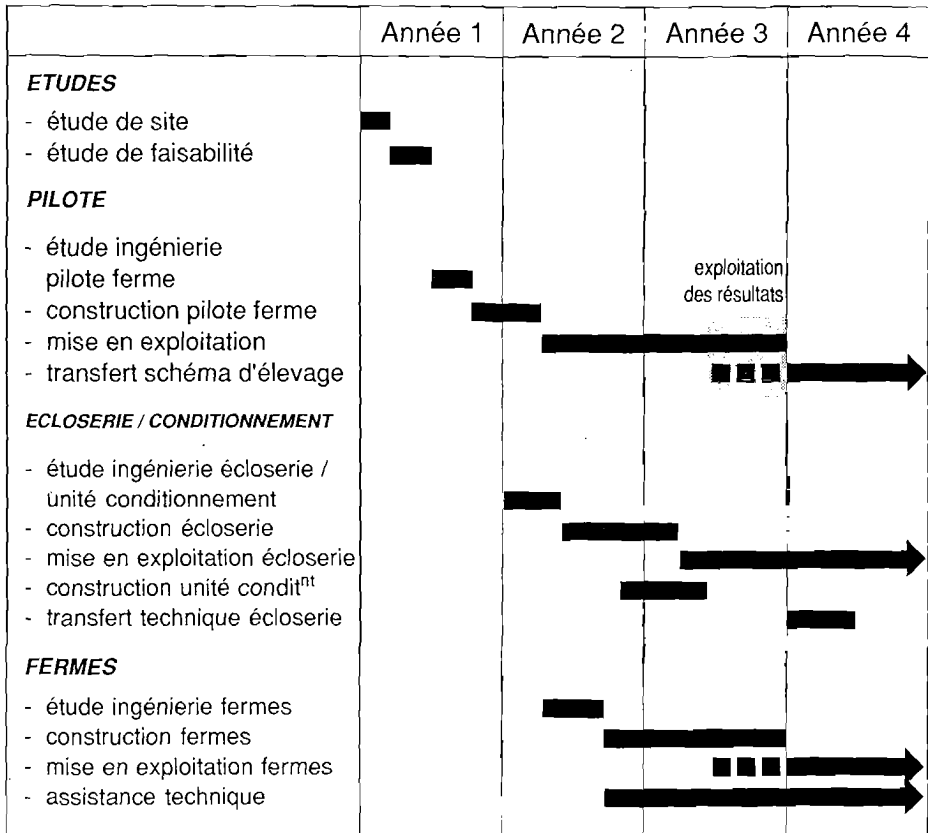


Figure 1.40 : Echancier de l'étape de démonstration.

La ferme ayant fait la démonstration technique et économique attendue, la troisième étape peut être mise en place.

Dans la pratique, cette dernière étape se prépare bien avant la fin de la démonstration surtout si les résultats intermédiaires (allure de la croissance, premières pêches, premières ventes) sont prometteurs.

### **3. Troisième étape : Développement de l'élevage à l'échelle régionale**

---

Dans l'exemple retenu, le développement s'appuie sur une politique incitative à la construction de bassins d'élevage et sur des garanties données aux éleveurs de disposer des matières premières indispensables (postlarves et aliment), de bénéficier de la formation et de l'assistance technique nécessaires et enfin de vendre leur production suivant une filière éprouvée. La ferme de démonstration apporte l'ensemble de ces garanties dans le cadre de différents types d'association dont le choix est fonction des données locales.

A ce stade, trois éléments sont déterminants pour le succès du développement : la formation initiale des éleveurs et de leur personnel, l'assistance technique et la recherche de soutien. Ces trois responsabilités peuvent être confiées naturellement à l'équipe de la ferme de démonstration. Elles peuvent aussi être dévolues à un centre technique distinct si le développement prend de l'ampleur et nécessite un personnel de formation et d'assistance important.

#### **3.1. La formation initiale**

Elle se déroule en salle et sur les bassins de la ferme de démonstration. Le futur éleveur peut ainsi se préparer à la gestion de son élevage pendant la construction de sa ferme. Cette formation vise deux objectifs.

- Donner au promoteur les connaissances nécessaires à la compréhension des principaux phénomènes qui régissent la vie dans ses bassins afin qu'il apprenne à les maîtriser au profit de son élevage. Cette base théorique lui permettra d'acquérir plus rapidement son autonomie de décision ;
- Former le personnel appelé à travailler sur les fermes. L'évolution progressive des surfaces permet de prévoir la formation de techniciens d'élevage. Celle-ci prend la forme de stages de plusieurs mois, combinant cours théoriques et cours pratiques sur diverses fermes et sur la ferme de démonstration. Ce besoin de main d'œuvre déjà qualifiée est particulièrement important pour le développement des fermes industrielles.

#### **3.2. L'assistance technique**

Elle consiste d'abord en visites régulières sur les exploitations de l'équipe d'assistance technique (deux à trois personnes dont un biologiste expérimenté) selon la fréquence suivante : une fois par semaine ou tous les quinze jours pendant les deux premières années, une fois par mois pendant les deux années suivantes et ensuite à la demande.

## Plans de développement

Ces visites remplissent quatre fonctions importantes.

- **Contrôle de l'application des normes de la technique d'élevage**  
La phase de démarrage est capitale car la bonne constitution du stock productif et donc la progression des premières productions en dépendent. Or, à cette période, l'aquaculteur manque encore d'expérience. Il faut donc vérifier que les conditions de lancement du système d'élevage choisi sont bien respectées et qu'il n'y a ni oubli, ni erreur.
- **Formation de l'aquaculteur à l'autonomie de décision**  
Il s'agit d'appliquer les connaissances théoriques à la gestion quotidienne des bassins et surtout d'apprendre à utiliser les observations de terrain pour prendre les bonnes décisions. Dans ce but, à chaque visite, un compte rendu des mesures et des observations est remis à l'aquaculteur après un travail d'analyse et d'interprétation des données effectué en commun. Cette démarche permet à l'aquaculteur de se former à maîtriser progressivement son élevage sans risque d'erreur majeure (figure 1.41).



*Figure 1.41 : Assistance technique pour la mesure et l'interprétation des principaux paramètres physico-chimiques de l'eau des bassins.*

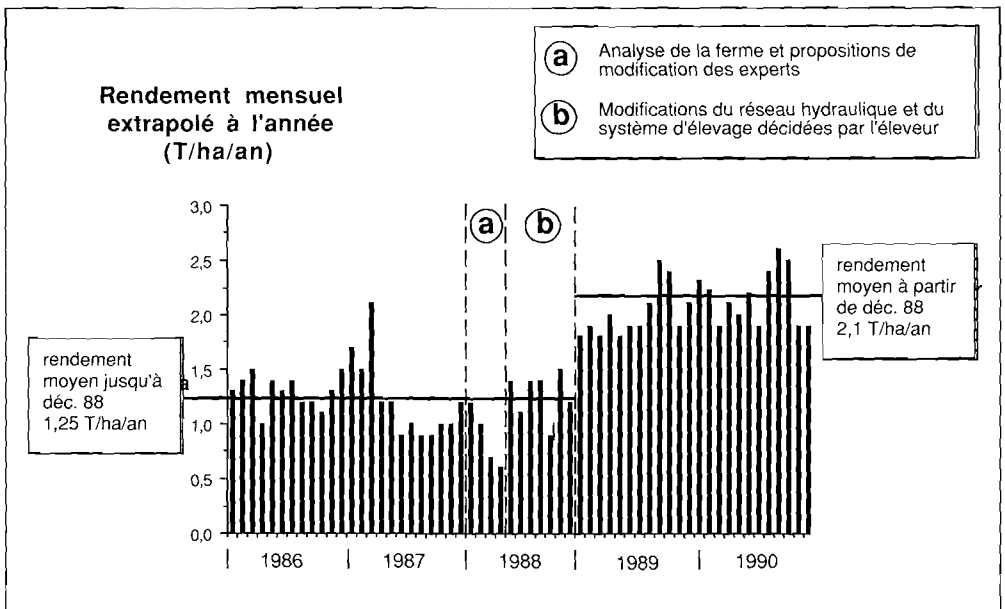
- **Aide au démarrage de l'exploitation**  
Celui-ci nécessite un gros effort notamment au moment des premières pêches commerciales. L'équipe d'assistance technique apporte alors un soutien régulier en matériel (glace, filets, cages de tri, etc.) et

## Plans de développement

en personnel. Elle assure également les interventions un peu coûteuses en temps et en personnel : échantillonnages de taille et de poids, estimations de biomasse, transferts, etc.

### - Circulation de l'information

Cette coopération concrète entre l'équipe d'assistance technique et les éleveurs facilite la circulation de l'information entre les fermes. Cet échange permanent permet de faire bénéficier rapidement l'ensemble des exploitations des progrès réalisés sur chacune.



**Figure 1.42 :** Exemple de l'influence d'une expertise et de l'application des modifications demandées sur le rendement mensuel extrapolé à l'année d'une ferme industrielle de Guyane.

Après plusieurs années d'assistance technique régulière, il arrive que, malgré le respect apparent des normes d'élevage, les productions soient inférieures aux prévisions. L'éleveur peut alors faire appel à l'équipe d'assistance technique ou à des experts extérieurs pour une véritable "radiographie" d'une partie ou de la totalité de l'exploitation. Cette analyse, qui prend en compte les problèmes rencontrés sur la ferme depuis son démarrage, débouche sur un diagnostic des causes permanentes ou conjoncturelles de l'insuffisance des rendements et des propositions de modification des installations ou du système d'élevage. L'éleveur peut alors décider en concertation avec les biologistes, les mesures techniques nécessaires pour ajuster ou réorienter le système d'élevage afin d'optimiser son exploitation (figure 1.42).

### **3.3. La recherche de soutien**

Les connaissances sur la biologie de la chevrette et les techniques d'élevage progressent chaque année. Aussi, même après la stabilisation du programme de développement, il est utile de conserver au moins un biologiste pour servir de relais entre la recherche extérieure et les éleveurs. Le biologiste aura la charge de collecter les informations scientifiques, techniques et économiques récentes sur cette espèce et d'en faire une synthèse utilisable par les éleveurs : nouvelles techniques d'élevage ou de conditionnement, évolution des marchés, etc.

Quelques bassins de la ferme de démonstration peuvent être réservés à l'essai de nouveaux schémas d'élevage avant de les proposer aux éleveurs. Cette forme d'expérimentation menée en liaison avec les organismes de recherche permet de sélectionner "sur le terrain" les améliorations les mieux adaptées au contexte local.

## **4. Conclusion**

---

Un programme de développement est un ensemble de multiples éléments dont la cohérence est capitale pour assurer le succès final. Trois de ces éléments jouent un rôle-clef.

- ***L'étude de faisabilité initiale***

Elle doit être analysée avec rigueur par le comité de programme chargé de prendre la décision de lancement du programme. Il vaut mieux six mois d'étude supplémentaires que deux ou trois années de retard en cours de programme, voire l'échec de celui-ci à cause d'un maillon de la filière mal étudié.

- ***Le contrôle du déroulement du projet***

Tout programme de développement acquiert une inertie propre qui risque de le faire dériver par rapport aux objectifs initiaux (retard des bassins par rapport à l'écloserie). Par ailleurs, au cours du déroulement du programme, il peut être nécessaire de procéder à des réorientations en raison de modifications indispensables de certains objectifs (les marchés visés par exemple).

Aussi, le comité de pilotage du programme doit assurer un contrôle régulier et vigilant de l'adéquation permanente entre les moyens mis en œuvre, les résultats en cours et les objectifs actualisés.

Pour les grands programmes de développement, il est utile de prévoir la création ou l'utilisation des services d'un "observatoire économique" ; le dispositif permet au comité de pilotage de vérifier la rentabilité globale des projets et de proposer des améliorations en cours de programme.

## Plans de développement

**Tableau 1.2 :** Caractéristiques des programmes de développement de l'élevage de la chevrette dans l'État de Rio, au Brésil et aux Antilles-Guyane.

### Etat de Rio

Caractéristiques	Données correspondantes
durée :	9 ans (1982-1990)
coût total :	1,35 millions de dollars
sources de financement :	Gouvernement fédéral 25 % Etat de Rio 75 %
emploi des financements :	investissements 12 % salaires 75 % fonctionnement 13 %
coordonnateur :	Institut technique de l'état de Rio FIPERJ affilié à l'EMBRAPA fédéral
centre d'appui :	station de Guaratiba : écloserie et bassin d'expérimentation/démonstration.
résultats 1990 :	40 éleveurs ; 90 haensemencés 90 tonnes de production

### Antilles-Guyane

Caractéristiques	Données correspondantes
durée :	12 ans (1979-1990)
coût total :	13 millions de dollars
origine des financements:	Ifremer 57 % Producteurs 15 % CEE (FEOGA) 12 % Ministères Mer et DOM-TOM 9 % Région 7 %
emploi des aides :	Recherche-transfert (AT) 44 % Construction des fermes 28 % Écloseries 17 % Station d'expérimentation 9 % Aides à la postlarve 1 % Aides à la commercialisation 1 %
coordonnateurs :	Ministère des DOM-TOM et de la Mer Ifremer (plan scientifique et technique)
centre d'appui :	un pour les trois régions (Guyane) ; écloseries transférées aux Sica
résultats (1990) :	65 éleveurs ; 108 haensemencés ; 172 tonnes de production



- ***L'optimisation de la commercialisation***

La rentabilité des fermes est la condition de la pérennité du programme. En amont de la production, le programme de développement prévoit un service d'assistance technique chargé notamment de chercher comment minimiser les intrants (postlarves, aliment, main d'œuvre) en maximisant la production (le rendement). Par contre, l'optimisation du prix de vente est souvent laissée à l'initiative individuelle. La quête des meilleurs créneaux sur les marchés porteurs, la lutte contre la concurrence, la recherche d'une qualité parfaite sont pourtant des actions indispensables. Comme ces actions sont complexes et coûteuses, ce travail situé en aval de la production doit être confié au départ au comité de pilotage du programme pour être transmis à terme à l'association des producteurs.

Le transfert de cette responsabilité essentielle est le signe que le développement peut alors être considéré comme adulte.

# Commercialisation

## 1. Pourquoi valoriser ?

- 1.1. Le marché actuel est peu favorable à la chevette
  - *Le marché international*
  - *Le marché français*
- 1.2. Le produit d'aquaculture est cher à produire

## 2. Comment valoriser ?

- 2.1. Deux exemples de valorisation
  - *Porto Rico*
  - *Guyane française*
- 2.2. Les leçons de la commercialisation
- 2.3. Les perspectives du marché de la chevette

## 1. Pourquoi valoriser ?

---

### 1.1. Le marché actuel est peu favorable à la chevette

- *Le marché international*

Si l'on considère l'ensemble des échanges mondiaux pour les "produits de la mer" au sens large, les crevettes occupent le premier rang avec 20 % du commerce international. La référence mondiale est la livre américaine (0,45 kg) de queues de grosses crevettes de mer, non décortiquées et congelées. En dehors de l'Asie, première région productrice et consommatrice de crevettes, les principales autres régions consommatrices sont les **Etats-Unis**, le **Japon** et la **CEE**.

Les prix varient en fonction de l'espèce, des classes de taille (nombre d'individus à la livre ou au kilo), de la provenance, de la qualité du conditionnement et des fluctuations saisonnières. Cependant, le prix de gros de la livre de queues de crevettes de mer est assez stable. Ainsi à New York, de 1984 à 89, les prix se maintiennent dans une fourchette de 3,5 à 5,5 \$ (45 à 75 F/kg) sans tendance générale à la baisse malgré l'augmentation des tonnages débarqués durant cette période (plus 43 %).

Sur la même période, les prix pour la chevette subissent une décote systématique de 10 à 30 % par rapport à ceux des crevettes de mer pour une même catégorie de taille, variant ainsi de 2,8 à 4,4 \$ la livre (35 à 60 F/kg). Les raisons de cette décote sont multiples.

## Commercialisation

- La production de chevrettes est **marginale** par rapport à celle des crevettes ; elle est si marginale (quelques dizaines de milliers de tonnes par rapport aux 2 millions et demi de tonnes de crevettes de toutes espèces) qu'elle n'est généralement pas identifiée séparément dans les statistiques officielles.
  - Le **rapport poids de la queue par rapport au poids du corps entier** est moins avantageux que celui des crevettes. Il est de l'ordre de 50 % pour un poids moyen de 35 grammes (contre 60 % pour les pénéides) et surtout ce rapport diminue avec la taille de l'animal : plus l'animal est gros, plus la tête et les pinces sont développées,
  - Son **goût** est moins marqué que celui des crevettes de mer. Elle est donc jugée de moindre qualité par rapport à un "produit de la mer" classique,
  - Sa **qualité** est parfois médiocre en raison d'une chaîne de froid souvent aléatoire, notamment pour les productions asiatiques.
- **Le marché français**

Le marché de la crevette en France correspond à quatre genres différents :

- la crevette rose "bouquet" (*Palaemon*), rare et prisée,
- la crevette grise (*Crangon*), petite et assez courante,
- la crevette nordique (*Pandalus*) ; elle est pêchée dans les eaux froides des pays nordiques et est importée congelée,
- la crevette tropicale (*Penaeus*) provient principalement d'Afrique (Sénégal, Côte-d'Ivoire) et est considérée comme le haut de gamme.

Depuis 10 ans, l'importation de crevettes est en constante augmentation, notamment pour les crevettes tropicales. Le marché apparent (production + importation - exportation) a ainsi doublé de 1978 à 1988, passant de 19 000 T à 37 000 T ce qui représente actuellement une consommation d'environ 0,7 kg de crevettes par habitant et par an. Ce taux est encore faible par rapport au Japon (2,5 kg/hab/an) ou aux Etats-Unis (1,4 kg/hab/an).

La part dominante est celle des crevettes tropicales (figure 1.43) ; plus de la moitié viennent d'Afrique pour un quart en provenance d'Asie. Ces crevettes sont appelés "gambas" par les professionnels en référence seulement à leur taille plus importante. Il est très difficile de connaître la part exacte des chevrettes dans ce marché, celles-ci n'étant pas différenciées des autres crevettes tropicales par les douanes.

## Commercialisation

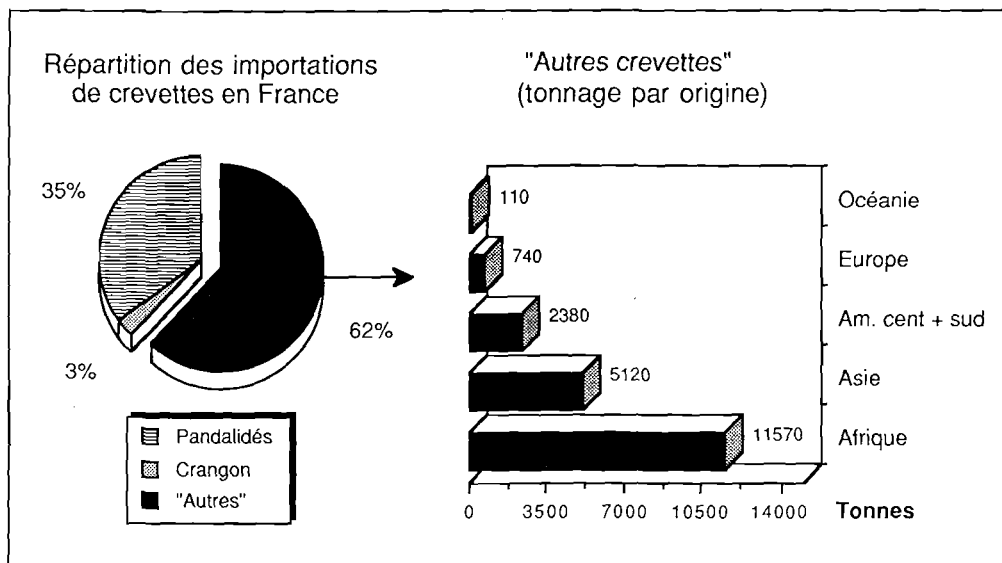


Figure 1.43 : Répartition des importations de crevettes en France en 1988 selon les familles d'espèces et les pays.

Pour la chevette, il faut distinguer d'emblée deux types de marchés complètement différents.

- **Les marchés particuliers des DOM-TOM** (surtout les Antilles, Tahiti et La Réunion) où la chevette est déjà traditionnellement connue et très appréciée. Le produit est vendu frais ou congelé sous simple sachet plastique à des prix élevés (130 à 190 F/kg) à une clientèle de connaisseurs, particuliers ou restaurateurs, sans promotion particulière.
- **Le marché de la métropole** qui n'utilise pratiquement que des produits congelés d'origine asiatique et où la chevette constitue un **succédané bon marché des grosses crevettes de mer**. En raison de sa provenance d'eau douce et d'une mauvaise image sanitaire, les grossistes la considèrent comme très inférieure à la "gambas" ce qui justifie une importante différence de prix (tableau 1.3). Au près de la clientèle asiatique, la chevette est bien identifiée mais les prix sont bas (tableau 1.4) et le marché reste très difficile à pénétrer en raison de son opacité.

Le circuit asiatique propose des chevrettes généralement de gros calibre (10 à 20 ind/kg, parfois moins de 10 ind/kg), présentées entières en barquette thermoformée, en pain de glace ou à l'unité sous sachet plastique (figure 1.45). Elles proviennent surtout d'Indonésie, de Thaïlande ou du Bangladesh. La qualité sanitaire est souvent médiocre. L'importation et la commercialisation sont assurées par des entreprises spécialisées dans les produits du sud-est asiatique.

## Commercialisation

On estime ce circuit à environ 200 Tonnes/an pour la région parisienne.

**Tableau 1.3 :** Prix "rendu métropole" et prix de détail du kilo de crevettes et de chevrettes asiatiques entières à Paris (prix 1990).

Type de crevette	Prix Rungis (F/kg)	Détail (F/kg)
Crevette "gambas"	55 - 80	100 - 200
Chevrette	40 - 70	45 - 90

**Tableau 1.4 :** Prix de détail relevés dans le circuit asiatique à Paris (prix 1990).

Animaux par kg	Poids moyen (g)	Prix (F/kg)
3 - 4	330 - 250	90
9 - 11	111 - 90	87
15 - 17	66 - 58	69
25	40	64
27 - 33	37 - 30	58



**Figure 1.44 :** Exemples de présentation de chevrettes asiatiques.

## Commercialisation

### 1.2. Le produit d'aquaculture revient cher

Un produit d'aquaculture est toujours cher au début de sa production : les investissements initiaux sont élevés, les économies d'échelle ne peuvent pas encore être utilisées, le personnel doit être qualifié. Par la suite, le développement de la taille des élevages et l'amélioration des rendements et de la fiabilité de la production permettent d'abaisser progressivement le prix de revient du kilo produit.

Une étude du ministère de l'agriculture menée en 1988 en Guyane, établissait le prix de revient du kilo de chevrettes autour de 75 francs, dans des conditions normales de financement, de gestion et de production. Or le prix du marché international varie de 35 à 60 F/kg, donc très en dessous du seul prix de revient dans les conditions guyanaises.

Il paraît alors exclu de pouvoir rentabiliser une production d'exportation dans le contexte d'un marché flou (pas d'identité du produit), dévalorisant (produit d'eau douce, qualité sanitaire médiocre) et peu rémunérateur : positionnement systématique de bas de gamme et concurrence de pays producteurs avec un produit très bon marché.

**Tableau 1.5** : Comparaison des prix de détail de la chevrlette en Thaïlande et à Porto Rico, selon les catégories de taille (prix 1990).

Catégories	Prix (F/kg)
<b>Thaïlande</b>	
gros mâles (>100 g)	40
mâles de 60 g	31
mâles de 50 g	23
petits mâles, femelles et animaux mous	16
<b>Porto Rico</b>	
jumbo (> 60 g)	124
large (40-60 g)	111
medium (27-40 g)	91
asopado (22-27 g) et molles.	82

En effet, les principaux pays producteurs se situent en Asie et ont des coûts de production très faibles (Thaïlande, Bangladesh, etc.). Les postlarves sont souvent directement récoltées dans le milieu naturel, les bassins sont déjà construits et utilisés pour d'autres usages (riziculture), l'alimentation est limitée à l'apport de déchets agricoles et la main d'œuvre est très bon marché (le plus souvent familiale). La productivité reste inférieure en moyenne à 200 kg/ha/an mais comme l'élevage est pratiqué sur d'immenses surfaces, la production atteint des milliers de tonnes. Pour ces raisons, la commercialisation à bas prix sur l'Europe d'une partie de cette production, notamment les grosses tailles, reste rentable et permet l'acquisition de devises fortes pour ces pays.

Dans le contexte socio-économique de type occidental, l'augmentation des rendements grâce au système semi-intensif (multiplié par 10), ne suffit pas à compenser les surcoûts de production (le coût de la main d'œuvre, par exemple, est multiplié par 50). Comme ces coûts de production ne peuvent être comprimés, la seule solution est de rechercher un prix de vente assez élevé pour assurer la rentabilité d'un élevage "cher".

Dans cette optique, plusieurs tests de commercialisation ont été menés en 1986 et 1987 aux Etats-Unis et en France en dehors des circuits traditionnels. Les cibles étaient la restauration et les grandes surfaces. Les résultats ont montré une réponse très positive des utilisateurs et des consommateurs dès lors que le produit leur était présenté frais, entier, avec une identité précise, une qualité sanitaire parfaite et des suggestions de recettes adaptées.

Cette approche originale permettait des prix nettement plus élevés ouvrant la voie à la rentabilité des élevages pour l'exportation. Ainsi, ce marché nouveau démontrait la nécessité d'une **valorisation spécifique** de la chevrette.

## 2. Comment valoriser ?

---

La valorisation est un travail de marketing. La mise au point de la meilleure stratégie de commercialisation part de l'analyse des défauts du produit sur le marché existant (tableau 1.6).

Les intermédiaires traditionnels du circuit de commercialisation de la chevrette ont une mauvaise image de ce produit : il faut donc court-circuiter les importateurs habituels et les grossistes et chercher à toucher les acheteurs le plus directement possible.

On prête à la chevrette des "défauts" par rapport à la crevette de mer. Il faut faire de ces "faiblesses" des atouts en choisissant les éléments de valorisation (nom, provenance, arguments de vente, recettes, etc.) en fonction du marché visé : le consommateur américain n'est pas sensible aux mêmes arguments que le consommateur français.

En congelé, la qualité du produit comme sa provenance (Asie) sont douteuses. Contre ce préjugé défavorable, l'élevage dispose d'avantages spécifiques par rapport à la pêche.

L'ensemble de cette stratégie de commercialisation est conçu comme un effort de plusieurs années nécessitant un important travail de communication : distribution d'échantillons, information des responsables d'achat, des chefs de rayon, des acheteurs, par une animation sur les points de vente notamment aux périodes les plus favorables (fêtes religieuses, vacances). En effet, après la phase d'achat de curiosité, il faut obtenir la fidélisation de la clientèle et son développement par le biais du bouche-à-oreille avant de pouvoir obtenir un **référencement**

## Commercialisation

permanent et donc un réapprovisionnement automatique des centrales d'achat ou des restaurateurs.

**Tableau 1.6** : Critiques formulées contre la chevrette et réponses correspondantes pour la valorisation.

Critiques	Réponses correspondantes de la valorisation
Espèce inconnue ou marginale	<ul style="list-style-type: none"><li>- lui donner un nom commercial attrayant,</li><li>- ajouter une origine valorisante (exotique et festive),</li><li>- elle n'est pas connue car elle est "rare" et "nouvelle".</li></ul>
Qualité et provenance douteuses	Avantages naturels de l'élevage : <ul style="list-style-type: none"><li>- qualité parfaite toute l'année grâce à un contrôle du milieu d'élevage et une chaîne du froid fiable dès la sortie de l'eau,</li><li>- programmation des pêches et souplesse d'adaptation aux contraintes du marché : calibres et quantités expédiées varient rapidement avec la demande.</li></ul>
Son goût est fade	<ul style="list-style-type: none"><li>- la finesse de la chair permet d'utiliser des recettes très variées (intéressant en restauration),</li><li>- l'absence de sel et la faible teneur en cholestérol, permettent d'en faire une "crevette de régime" (USA).</li></ul>
Elle a une grosse tête	il faut la commercialiser entière : <ul style="list-style-type: none"><li>- gain de poids,</li><li>- meilleur aspect surtout en frais par sa couleur bleue.</li></ul>

### 2.1. Deux exemples de valorisation : Porto Rico et la Guyane

#### • *Porto Rico*

La ferme de Sabana Grande est une des plus grandes fermes de chevrettes du monde (voir *Production mondiale*). Dès sa mise en exploitation en 1984 et avant même la première production, le promoteur, J. Glude, confie à un spécialiste de marketing la responsabilité de définir la meilleure stratégie de commercialisation. Après analyse du marché américain, celui-ci propose trois actions.

- **Donner une identité** à ce produit mal connu. Après une étude approfondie, le nom "*Langostinos del Caribe*" est retenu en raison de ses deux connotations favorables pour le consommateur américain : originalité et exotisme.
- **Valoriser** les deux principaux défauts reprochés à la chevrette (grosse tête, goût fade) en faisant de ces particularités des atouts. Contre la faible proportion de la queue par rapport au corps, l'animal doit être vendu **entier**, d'où gain de poids et meilleur aspect. D'autre part, le goût de la chair n'est pas fade, il est **doux** ("sweet"). Le consommateur américain qui n'aime pas les goûts marqués, ne trouvera



pas dans la chevrette le goût "marin" des pénéides. La chevrette peut être aussi utilisée pour les régimes hypo-salés. L'animal se prête à de très nombreuses recettes ce qui intéresse les restaurateurs (80 % de la consommation des crevettes aux USA se fait au restaurant). Son taux de cholestérol étant plus faible que celui des crevettes, il peut être également consommé par les hypertendus et les obèses. Bref, c'est une "diet shrimp" comme il existe un "diet Coke".

- **Il faut servir les marchés les plus porteurs** même si les circuits sont plus compliqués. Il est fréquent d'observer un à deux dollars d'écart par livre pour un même produit de la mer entre la côte Est et la côte Ouest des Etats-Unis. Aussi, un accord a été passé avec l'entreprise "Federal Express" pour pouvoir servir à la demande toutes les destinations urbaines des Etats-Unis en 24 heures, même pour quelques kilos (coût maximum : 1,5 USD/livre). L'information est diffusée par le biais de catalogues de produits de luxe réservés à une clientèle urbaine, avide de produits originaux.

Bien sûr, la présentation et l'emballage doivent servir l'originalité du produit : vente en frais, en barquettes en emballage sous vide ou en boîte cartonnée avec une fenêtre (figure 1.45), des fiches recettes en couleur étant incluses. Enfin, il faut profiter de la position de la ferme située au bord de l'autoroute pour développer la vente directe à la ferme (figure 1.46) ainsi que celle de T-shirts et casquettes à l'effigie du logo de l'entreprise.

En 1989 la production a été de 97 tonnes. Le prix moyen de vente départ ferme a été de 6,35 dollars/livre (80 F/kg). Les ventes se répartissent ainsi :

- 55 % à l'exportation (en frais) dont la moitié sur New York
- 30 % sur la ferme (congelé)
- 15 % sur Porto Rico (congelé)

### • **Guyane Française**

Au départ, les producteurs guyanais regroupés dans une Sica pensaient pouvoir vendre l'essentiel de leur production sur le marché de Rungis sous forme congelée, le marché local étant rapidement saturé (20 T/an environ). L'échec de la commercialisation sur Rungis en 1987 en raison de la concurrence des produits similaires et très bon marché en provenance du sud-est asiatique conduisit la majorité des petits producteurs à abandonner en 1988.

Pour trouver rapidement un meilleur débouché, une étude de commercialisation fut effectuée par une société spécialisée dans le marketing des produits de la mer. Elle montra l'existence d'un créneau porteur sur la métropole à certaines conditions.

- Exporter en frais, sur glace, par avion pour un positionnement **haut de gamme** ;

## Commercialisation



Figure 1.45 : Conditionnement des chevrettes à Porto Rico pour le marché local.



Figure 1.46 : Panneau publicitaire pour vente sur la ferme.

- Présenter un produit entier, bien **identifié** par un nom et une provenance : *"La Crevette bleue des Caraïbes"* ;
- Se porter sur le marché de la **grande distribution**, ce qui permet au représentant des producteurs en métropole de ne traiter qu'avec un seul intermédiaire avant le consommateur : la centrale d'achat. Ce circuit nécessite une **information** à tous les niveaux, depuis le chef de rayon (dossier de présentation de l'animal) jusqu'à l'acheteur, une **animation** régulière sur les points de vente pour soutenir la promotion de ce produit nouveau (figure 1.47), la mise au point d'une **affiche** et la distribution de 50 000 **fiches-recettes** en couleurs adaptées aux goûts métropolitains (voir cahier central en couleurs).



**Figure 1.47** : Animation en hypermarché.

A l'initiative de l'Iremer, un groupement d'intérêt économique est créé, un agent commercial et son financement sont mis en place très rapidement. L'opération *"Crevette bleue des Caraïbes"* démarre en novembre 1988 avec l'envoi des premiers kilos de chevrettes fraîches vers les centrales d'achat de quelques grandes chaînes d'hypermarchés (Mammouth, Continent, etc.).

De novembre 88 à novembre 90, le bilan s'établit à **80 tonnes** vendues, soit 50 % de la production guyanaise, pour un prix moyen "rendu métropole" de 99 F par kilo et de 78 F au producteur.

## **Commercialisation**

### **2.2. Leçons de la commercialisation**

Ces deux exemples permettent de tirer trois enseignements utiles pour tout projet aquacole.

- La prise en compte du problème de la commercialisation doit être prévue **avant** l'arrivée des premières productions afin que l'entreprise ne risque pas d'échec commercial dans la phase de première mise en marché, phase la plus fragile pour la crédibilité de l'entreprise et sa santé financière.
- Le mode de commercialisation choisi et le marketing correspondant doivent être déterminés d'abord en fonction du marché visé. Mais il doit également tenir compte des **capacités techniques** du producteur à assurer un approvisionnement fiable et régulier d'un produit de qualité. Viser un marché haut de gamme avec une ferme sous équipée ou un personnel mal formé est utopique.
- Chaque région productrice et chaque marché possèdent leurs contraintes propres qu'il faut analyser en détail avant d'engager une opération commerciale. **Il n'y a pas de créneau commercial unique** valable pour tous les pays et tous les producteurs. L'expérience des autres entreprises aquacoles en matière de commercialisation est utile à connaître mais elle n'est pas transférable telle quelle ailleurs.

### **2.3. Perspectives du marché de la chevrette**

Sur le marché international de gros sans valorisation du produit, la demande en chevrettes reste liée directement à celle des crevettes. La production ne cessant d'augmenter depuis une dizaine d'années, notamment en raison du développement de l'aquaculture semi-extensive en Asie, on aurait pu s'attendre à un tassement des cours mondiaux. Cependant, la consommation des produits de la mer en général et des crevettes en particulier augmente aussi régulièrement ce qui entraîne une relative stabilité des prix mondiaux. Le marché de la chevrette haut de gamme n'en n'est qu'à ses débuts.

- **Les marchés locaux** (traditionnels et touristiques) existant dans la plupart des pays tropicaux sont généralement confrontés à une surpêche des chevrettes dans le milieu naturel. La demande n'est encore que partiellement complétée par une production d'aquaculture, quand elle existe (Brésil, Mexique, îles du bassin Caraïbe, océan Indien, etc.).
- **Les marchés d'exportation** sont encore peu sollicités pour éviter une explosion de la demande. Le marché américain n'est servi en chevrettes fraîches que par un très petit nombre d'agents, tous spécialisés dans les produits de la mer catégorie luxe (essentiellement "Sweet Water Prawn" à New York, "Cultured Inc." à Washington et "Aquaculture Enterprises" à Porto Rico).

## **Commercialisation**

- **Le marché français** est encore peu touché : en 1990, 120 hypermarchés seulement (sur 700 en France) ont proposé régulièrement ou à certaines périodes (Pâques, Noël) des chevrettes fraîches. Aucune campagne média n'a été mise en place. Le marché se développe très progressivement.

**Deux voies d'avenir** apparaissent de plus en plus nettement.

- L'intérêt de proposer une **gamme de produits** pour mieux servir la diversité des goûts des consommateurs. Plusieurs tests ont donné des résultats prometteurs : chevrette fraîche cuite du jour, plats cuisinés, petites chevrettes "bouquet" (8-12 g), etc.
- **Le potentiel d'achat que représente l'Europe** et surtout l'Europe du Sud : Espagne, Italie. Ces deux pays possèdent une forte tradition de consommation de grosses crevettes ("gambas") et l'élévation générale du niveau de vie stimule la consommation des ménages.



## **Deuxième Partie**

# **Techniques de production**

Il n'existe pas un modèle unique de gestion du cheptel car la structure de la population en élevage et ses règles d'évolution sont complexes. Aussi, l'adaptation de schémas d'élevage ne peut se faire qu'à partir d'une bonne connaissance de la façon dont la population réagit et de l'évolution de sa structure lorsqu'elle est soumise à des pressions diverses : effet de la densité, des pêches sélectives, des tris, etc.

Cette étude des schémas d'exploitation est présentée ici dans l'ordre de difficulté croissante de mise en œuvre. Cet ordre part de l'élevage continu le plus simple, qui a été le premier adapté à cette espèce, jusqu'à des modes d'élevage comportant des interventions répétées sur le cheptel avec des tris successifs pour constituer des lots à croissance homogène.

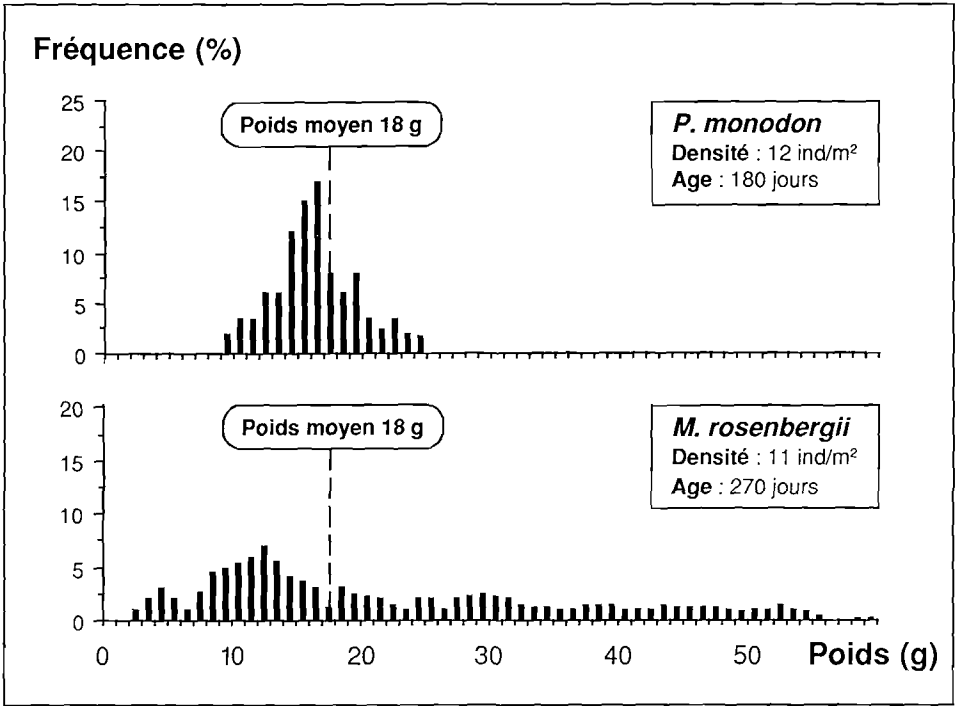
Cette démarche a deux objectifs :

- un meilleur contrôle de la population pour économiser les postlarves et l'aliment,
- un nombre plus important d'animaux amenés à la taille commerciale en un minimum de temps,

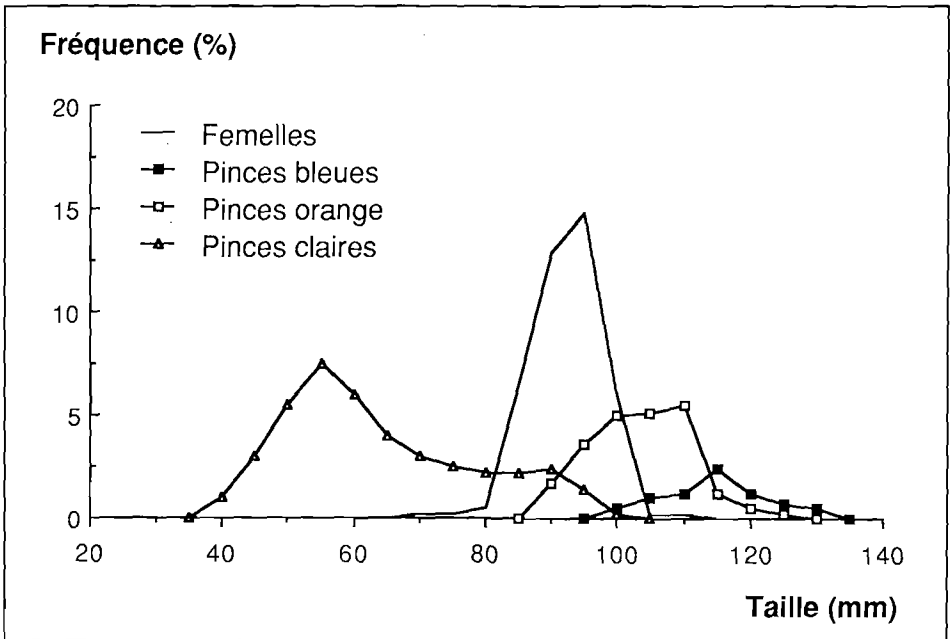
Ces notions sont développées dans cinq fiches.

<input type="checkbox"/>	<b>Particularités de la population de chevrettes ...</b>	<b>87</b>
<input type="checkbox"/>	<b>Elevage en mode continu .....</b>	<b>89</b>
<input type="checkbox"/>	<b>Elevage en mode discontinu .....</b>	<b>101</b>
<input type="checkbox"/>	<b>Évolution des techniques d'élevage .....</b>	<b>114</b>
<input type="checkbox"/>	<b>Choix du système d'élevage .....</b>	<b>127</b>

**Particularités de la population**



**Figure 2.1 :** Histogrammes comparés de populations de pénéides (*P. monodon* à Tahiti) et de chevrettes (*M. rosenbergii* à la station de Kourou, Guyane), d'un poids moyen de 18 g.



**Figure 2.2 :** Structure schématique d'une population adulte de chevrettes.



# Particularités de la population de chevrettes

Si l'on fait l'histogramme de la population d'un bassin de chevrettes quelques mois après l'ensemencement, on constate que les animaux ont des tailles extrêmement variables. A poids moyen identique, une population de crevettes de mer élevée dans les mêmes conditions est composée d'animaux de tailles beaucoup plus homogènes.

Cette dispersion de taille est due à une croissance et à des facteurs de comportement particuliers à la chevrlette. Ces phénomènes sont expliqués en détail en fin d'ouvrage (voir *Structure de la population*). On ne trouvera ici qu'un résumé de ces particularités.

## 1. Croissance hétérogène

Les animaux d'un même ensemencement ne grossissent pas tous à la même vitesse.

Chez les **mâles**, il existe des relations de dominance qui apparaissent à la maturation sexuelle. Elles se traduisent par des individus de taille et d'aspect différents ou **morphotypes**. On distingue :

- 50 % de mâles dominés à pinces claires qui sont les plus petits animaux de la population ;
- 40 % de mâles subdominants à pinces orange, de taille intermédiaire ;
- 10 % de mâles dominants à pinces bleues qui sont les plus gros animaux de la population.

Les **femelles**, de tailles beaucoup plus homogènes, sont au centre.

Les proportions des différents morphotypes s'établissent systématiquement, quelles que soient les conditions d'élevage. Un petit nombre d'individus dominants inhibe la croissance du reste de la population. Les tailles sont très dispersées. Il n'est donc pas intéressant d'élever les chevrettes à la manière des crevettes de mer, c'est-à-dire en pêchant l'ensemble des animaux par vidange finale du bassin après 6 à 8 mois de grossissement. Chez la chevrlette, cette technique ne produit qu'une faible proportion d'animaux commercialisables, la majorité de la population étant d'une taille inférieure à la taille commerciale.

## **2. Croissance compensatoire**

---

Les petits animaux dominés reprennent leur croissance et accèdent à la dominance lorsque l'on retire ceux qui les dominent. C'est le phénomène de croissance compensatoire dont il faut tirer parti pour une exploitation optimale du cheptel.

- Dans le système d'élevage en mode **continu**, il faut éliminer en permanence les gros individus dominants pour maintenir la dynamique du cheptel et amener rapidement tous les animaux à la taille commerciale. La pêche doit donc être efficace et régulière.
- En système **discontinu**, une ou plusieurs récoltes sélectives avant la vidange finale libèrent de l'espace et permettent à un plus grand nombre d'animaux d'atteindre la taille commerciale.

# Elevage en mode continu

## 1. Système continu simple

- 1.1. Description
- 1.2. Résultats enregistrés aux Antilles-Guyane
- 1.3. Analyse des résultats
- 1.4. Conclusion

## 2. Système continu multiphase

- 2.1. Evolution à partir du continu simple
- 2.2. Conclusion
- 2.3. Exemple

Lors des premiers essais de grossissement à Hawaï dans les années 70, Fujimura observe que les pêches sélectives, en prélevant les plus gros individus, stimulent la croissance du reste de la population. Il constate aussi une très grande dispersion de taille des animaux à la vidange des bassins. Il propose alors un schéma d'élevage en mode **continu** comme premier schéma adapté à cette espèce : les réensemencements de postlarves se font une fois par an et correspondent au double de la quantité d'animaux pêchée pendant l'année. En 1978, Malecha montre l'intérêt de plusieurs ensemencements dans l'année ou restockages, pour réduire les variations constatées dans la production. Le total annuel ensemencé dans les élevages hawaïens se situe entre 16 et 22 PL/m<sup>2</sup>.

La méthode Fujimura, introduite aux Antilles à partir de 1977, aboutit comme à Hawaï, à une production irrégulière. L'analyse des résultats d'élevage mit en évidence les limites de cette procédure. L'Ifremer définit alors une procédure précise, basée elle aussi sur plusieurs ensemencements par an mais calculée pour éviter les baisses de production. Cette procédure a été généralisée aux Antilles à partir de 1983 et est utilisée en Guyane depuis 1985.

## 1. Système continu simple

---

### 1.1. Description

- Les **postlarves sont introduites directement** dans le bassin de grossissement tous les 4 mois selon la séquence 9/4/5 la première année, 6/6/6 les années suivantes, soit **18 PL/m<sup>2</sup>/an**. Cet optimum

## **L'élevage en continu**

de 18 postlarves restockées par an a été identifié à partir de l'analyse des résultats des fermes de la Martinique en 1982-83 et qui pratiquaient des réensemencements compris entre 5 et 25 PL/m<sup>2</sup>/an.

- **La récolte est effectuée par double pêche tous les 15 jours, avec une senne de maille de 25 mm** pour obtenir un poids moyen de récolte de 40 g environ. La première a lieu 7 mois après l'ensemencement initial.
- **La quantité d'aliment distribuée est fixée à 5 % de la biomasse estimée** ; à partir du quatorzième mois, elle est de l'ordre de 30 kg/ha/jour (biomasse estimée de 60 g/m<sup>2</sup>).
- **Le cycle d'élevage est long** : en moyenne, les bassins antillais restent 5 années en production avant d'être vidés et curés pour un nouveau cycle.

Ce système a été choisi aux Antilles-Guyane car la température de l'eau permet l'élevage toute l'année (moyennes mensuelles de 26 à 30°C en Guyane et de 23 à 28°C en Martinique). Il est facile à mettre en œuvre, ne nécessite pas de formation préalable et permet de produire même avec une surface faible. Il s'intègre donc facilement dans les exploitations agricoles existantes comme activité de diversification. Enfin, il assure une production d'animaux de grosse taille (20 à 30 ind/kg), catégorie qui valorise le produit à la commercialisation.

### **1.2. Résultats enregistrés aux Antilles-Guyane**

De 1983 à 1988, environ 70 exploitations ont appliqué ce schéma dans de bonnes conditions d'approvisionnement en postlarves, les écloséries régionales ayant été capables, très peu de temps après leur implantation, de satisfaire la demande des éleveurs pour assurer les restockages successifs.

A cette échelle, les résultats sont assez irréguliers : les rendements en Martinique et en Guadeloupe sont compris entre 0,8 et 3 T/ha/an sur la période 1983-90 ; en Guyane, ils varient de 1 à 2,5 T/ha/an sur la période 1985-90. La moyenne des rendements des exploitations sur les quatre dernières années est de 1,3 T/ha/an pour les Antilles et de 1,1 T/ha/an en Guyane.

Pour de nombreuses exploitations, ils ont donc été nettement inférieurs au prévisionnel de production (2 à 2,5 T/ha/an) mettant les entreprises dans des situations parfois difficiles.

Parmi les bons résultats, il faut retenir celui de la ferme Charpentier en Martinique, qui a pratiqué le mode de gestion en continu de 1982 à 1988 tel qu'il vient d'être décrit et qui a obtenu un rendement de 2,8 T/ha/an sur l'ensemble de la ferme pendant 3 ans (voir figure 2.7).

Pour bon nombre de fermes, les mauvais résultats se traduisent par un écart important entre ce qui est introduit dans le bassin (nombre de postlarves, quantité d'aliment) et ce qui en est sorti (la production de chevrettes). Ainsi le taux de retour peut aller de 10 à 40 % et l'indice de conversion est souvent supérieur à 4.

Ces résultats sont constatés *a posteriori* par l'éleveur ; les moyens de suivi et de contrôle du cheptel sont peu nombreux (notamment pour connaître la survie et la croissance des restockages) et ne lui permettent pas toujours de savoir ce qui s'est réellement passé dans le bassin. On ne peut à aucun moment comptabiliser la population en élevage entre l'ensemencement et la récolte.

### **1.3. Analyse des résultats**

Le suivi des bassins antillo-guyanais par les équipes d'assistance technique de 1981 à 1988 et les travaux de recherche conduits par l'équipe Ifremer à la station expérimentale d'aquaculture de Kourou de 1986 à 1990, ont permis de mieux comprendre l'organisation de la population dans ce type de schéma de gestion. La méthode d'investigation utilisée à la station de Kourou a consisté à suivre le poids moyen, la taille des individus, ainsi que la répartition des sexes et des morphotypes grâce à des échantillonnages bimensuels. Des évaluations du nombre d'animaux présents dans le bassin étaient effectuées régulièrement en utilisant les méthodes décrites dans la fiche *Suivi du cheptel*.

On a pu retirer trois informations importantes.

- ***On n'exploite qu'une faible proportion des animaux ensemencés***

Les pertes d'animaux sont importantes.

- **A l'ensemencement**, par suite du stress provoqués par les paramètres physico-chimiques de l'eau du bassin d'accueil (pH, température, dureté, etc.) qui sont à la limite ou en dehors des fourchettes de tolérance pour des postlarves sortant de l'écloserie. Ces pertes à l'ensemencement ne sont pas détectées tout de suite ; l'éleveur ne pourra s'en rendre compte qu'un à deux mois plus tard s'il pratique un échantillonnage. S'il ne s'en rend pas compte et qu'il ne restocke pas, il y aura une baisse de production huit mois plus tard et l'indice de conversion de l'aliment sera très élevé.
- **En cours d'élevage**, principalement en raison de l'écrasement par le filet des animaux qui viennent de muer. Ce phénomène mécanique est fortement accentué dans les bassins envasés.

Les évaluations du nombre d'animaux en élevage et les comptages lors de vidanges ont révélé des densités réelles comprises entre 2 et 7 ind/m<sup>2</sup> (figure 2.3) pour 15 à 18 PL/m<sup>2</sup> ensemencées. Un rendement de 2 T/ha/an correspond à l'exploitation de 25 à 30 % seulement des animaux introduits.

## L'élevage en continu

Pour améliorer le rendement, il est tentant d'augmenter le nombre de postlarves ensemencées ou d'augmenter la fréquence des pêches. Mais l'effet obtenu est inverse : dans le premier cas, la surdensité entraîne un ralentissement général de la croissance et une limitation de l'apparition des grandes tailles; dans le deuxième cas, le passage trop fréquent du filet accentue la mortalité après pêche.

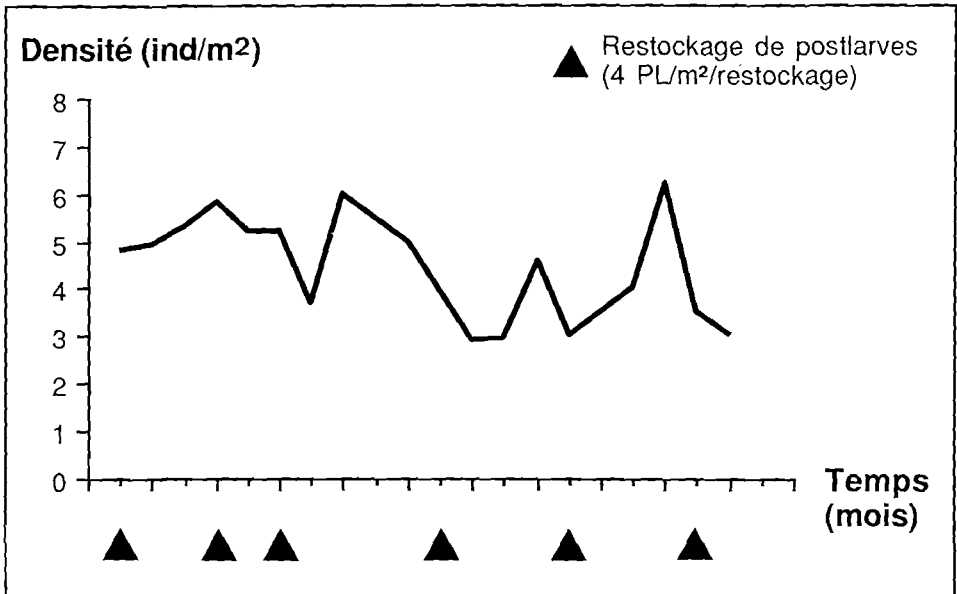


Figure 2.3 : Suivi de la densité d'animaux par mètre carré dans un bassin de grossissement en système continu.

- **La récolte à la senne n'est jamais efficace à 100 %**

La croissance compensatoire, véritable "moteur" de la production, n'a pas un "régime" maximum car l'efficacité de la pêche n'est jamais parfaite. Celle-ci varie d'une exploitation à l'autre, d'un bassin à un autre, selon différents facteurs liés à l'opération de passage du filet : compétence de l'équipe de pêcheurs, état du filet, largeur du bassin, état du fond, notamment son degré d'envasement. Ainsi, une mauvaise efficacité de pêche limite le rendement car elle laisse des animaux dominants dans le bassin, qui gênent la croissance du reste de la population. Une efficacité de pêche moyenne est généralement comprise entre 50 et 70 %. Un deuxième passage du filet la porte entre 75 et 90 %.

En système continu, les bassins s'ensavent. L'aquaculteur s'en rend vite compte car le passage de la senne est plus difficile. Les conséquences de l'ensablement sont les suivantes :

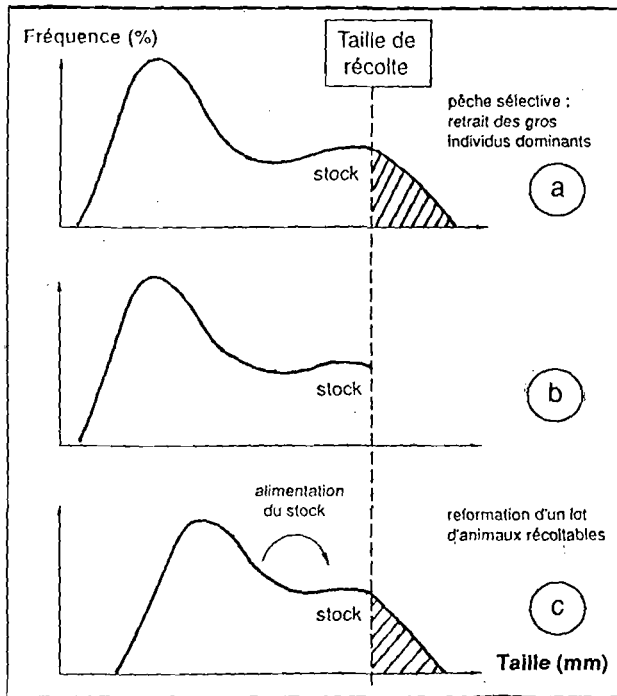
- baisse de l'efficacité de pêche ;
- mortalité après pêche plus importante ;
- zones ensavées peu ou pas colonisées par les animaux ;
- perte de granulé par enfouissement dans le sédiment.

## L'élevage en continu

Les performances de l'élevage baissent alors régulièrement (voir encadré Charpentier). Les moyens de lutte contre l'engorgement sont décrits dans la fiche *Rôle du sol et des amendements*.

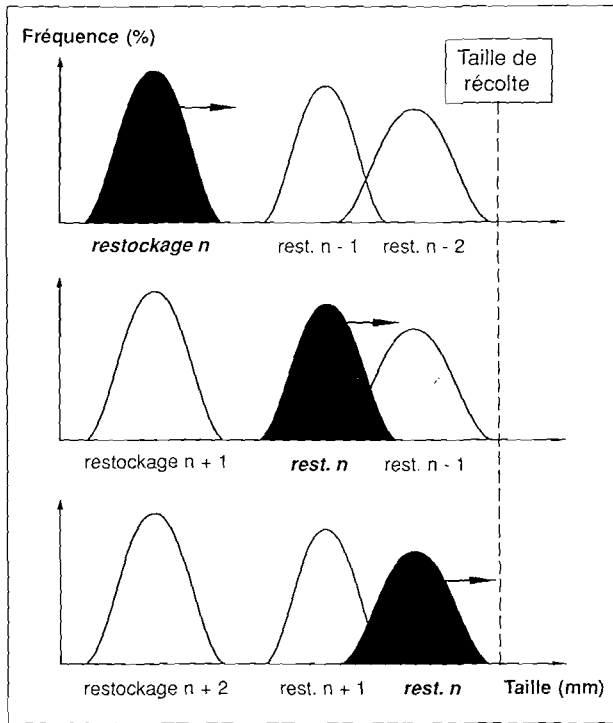
- **Le mode de croissance des mâles et des femelles est différent**

**Les mâles.** Les cohortes successives de mâles ne restent pas distinctes et elles se fondent, deux à trois mois après leur introduction dans le bassin, en une population unique, très étalée en taille, dont le poids moyen évolue peu. Au sein de ce stock, les croissances rapides vers les tailles de capture ne concernent qu'une partie des animaux, ceux qui grandissent rapidement à la suite du prélèvement par la pêche des gros individus (figure 2.4).

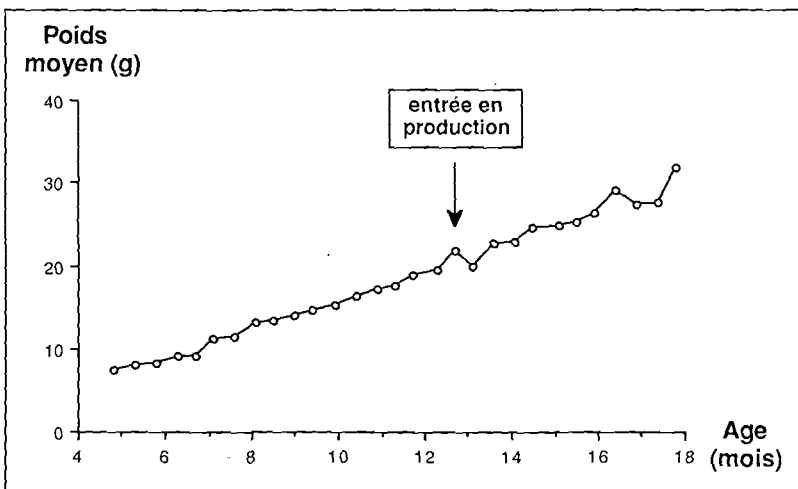


**Figure 2.4 :** Mode de croissance schématisée de la sous-population de mâles en système continu : allure de la population de mâles avant la pêche (a), après la pêche (b) et 15 jours après (c)

Pour son bon fonctionnement, ce mode de croissance implique que le nombre de mâles pêchés soit compensé par le nombre de mâles alimentant le stock. Si le prélèvement est supérieur au restockage, le stock diminue et donc la densité puis la production chutent. Dans le cas contraire, le stock augmente et on obtient une surdensité qui provoque un "engorgement" du passage à l'état de dominance : il y a de moins en moins de gros animaux et de plus en plus d'individus dans les classes de tailles intermédiaires : les pêches diminuent. Le phénomène ne fait que s'amplifier avec les restockages suivants.



**Figure 2.5 :** Mode de croissance de la sous-population de femelles en système continu : allure de la population de femelle d'une cohorte à trois instants donnés de sa croissance vers la taille de capture.



**Figure 2.6 :** Courbe de croissance d'une population de femelles soumise à des pêches sélectives.



**Les femelles.** Dans une cohorte, la sous-population de femelles grossit lentement mais de façon homogène (figure 2.5). Les cohortes de femellesensemencées en système continu sont donc facilement identifiables et se suivent à intervalles réguliers jusqu'à atteindre la taille de capture. Elles sont peu concernées par le phénomène de croissance compensatoire lié à la pêche sélective de gros animaux. Leur croissance est lente, environ 1,5 à 2 g/mois jusqu'au douzième mois, âge auquel elles commencent à être récoltées à la maille de 25 mm (figure 2.6).

### **1.4. Conclusion**

Ces éléments montrent que, dans ce schéma d'une apparente simplicité de mise en œuvre (régularité des ensemencements et des pêches), la gestion de la population est complexe. Une bonne croissance et donc un bon rendement ne sont obtenus que pour une biomasse adéquate (60 g/m<sup>2</sup> environ). En deça, le rendement diminue ; au delà, le système se bloque et il faut alors pêcher massivement pour relancer la croissance. Or, la biomasse dépend de facteurs aléatoires comme la survie des postlarves à l'ensemencement ou l'efficacité de la pêche sélective. Pour cette raison, les résultats de production sont extrêmement variables.

La ferme Charpentier en Martinique est l'exemple d'une convergence de facteurs favorables et d'un suivi de l'élevage très régulier et bien adapté au schéma de production (figure 2.7). Cet exemple illustre parfaitement la théorie du mode de gestion en continu mais n'est pas représentatif de la majorité des résultats obtenus.

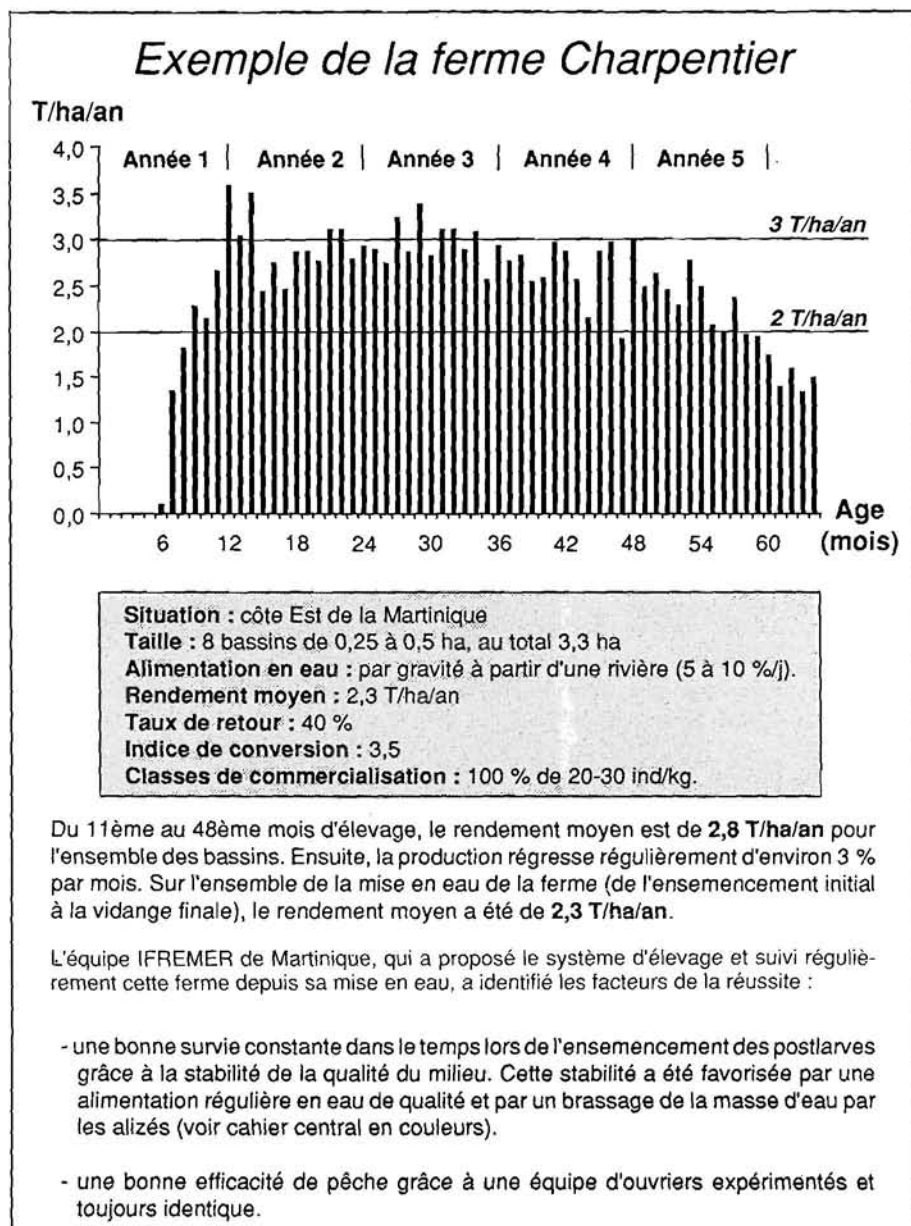
En résumé, le système continu classique a l'avantage d'être simple et facile d'utilisation. C'est un système qui permet de produire toute l'année de gros animaux de taille homogène avec un seul bassin. Mais l'absence de contrôle du cheptel au début et en cours d'élevage en font une technique de production sujette à une grande variabilité de résultats surtout lorsque le milieu d'élevage est mal maîtrisé. Ce caractère aléatoire justifie qu'on ait cherché à améliorer cette technique.

## **2. Système continu multiphase**

---

### **2.1. Evolution à partir du continu simple**

Le schéma décrit ci-dessus, mis au point aux Antilles en 1983 et importé en Guyane en 1985, a subi une adaptation au cours du temps. En effet, la norme de 18 PL/m<sup>2</sup>/an qui donnait de bons résultats sur les fermes antillaises en 1982-83, intégrait en fait une perte de postlarves importante à l'ensemencement. Les progrès enregistrés dans la gestion de la qualité d'eau se sont répercutés sur leur survie, entraînant des surdensités de plus en plus fréquentes qui freinaient la production. La réponse logique à ce problème, à partir de 1988, fut de baisser le nombre d'animaux introduits annuellement.



**Figure 2.7 :** Production de la ferme Charpentier en Martinique.

Actuellement, le taux annuel de restockage est descendu, selon les fermes entre 12 et 15 PL/m<sup>2</sup>/an, sans que cela porte préjudice au rendement. Les performances de l'élevage sont donc améliorées. Le taux de retour pour un même rendement de 2 T/ha/an, passe de 28 % à 33 % puis 42 % avec des niveaux respectifs de restockage de 18, 15 puis 12 PL/m<sup>2</sup>/an.

Pourtant, même si des progrès ont été réalisés, cette adaptation ne

## *L'élevage en continu*

résout pas le problème de la fiabilité de l'introduction du cheptel dans le bassin de grossissement en système continu. En effet, la cause première de variabilité de la production est toujours la mortalité à l'ensemencement.

L'évolution normale de l'élevage en mode continu passe donc par un meilleur contrôle de l'introduction du cheptel dans le bassin. Si l'on veut obtenir une survie proche de 100 %, il faut utiliser des juvéniles de quelques grammes qui sont plus robustes que les postlarves. Ces juvéniles sont produits dans une phase de démarrage de croissance ou prégrossissement (voir leur description dans *L'élevage en mode discontinu*). Cette phase s'ajoute au schéma d'élevage en continu pour donner naissance à un système continu multiphase. Il existe différents degrés de complexité dans ce type de schéma selon le nombre de phases de démarrage de croissance. Le schéma le plus simple utilise un bassin de prégrossissement pour chaque bassin de grossissement. On peut y prégrossir les postlarves pour les aguerrir avant chaque restockage. La complexité peut aller jusqu'à un schéma à trois phases gérées de façon différente (voir exemple SAOR).

L'ajout de plusieurs phases de démarrage de croissance à un schéma continu permet en outre d'effectuer un "point bilan" lors du transfert d'une phase à l'autre. On connaît ainsi avec précision le cheptel que l'on sort d'un bassin et que l'on introduit dans l'autre.

Enfin, ce transfert du cheptel d'une phase à l'autre peut se faire avec un filet à maille sélective. Cela présente le gros avantage de stimuler à chaque fois la croissance des individus restant dans le bassin. Le phénomène de croissance compensatoire est ainsi exploité lors de chaque transfert, au contraire du système continu simple où il ne concerne que les gros individus.

Ce type de schéma est plus délicat à gérer, à cause de l'utilisation de plusieurs phases qui se déroulent dans des conditions différentes (surface concernée, densité d'élevage, durée, mode de gestion). De plus, les transferts de cheptel d'un bassin à l'autre sont des techniques bien particulières.

Les rendements obtenus (2 à 2,5 T/ha/an) ne sont pas significativement supérieurs à ceux obtenus avec un système continu classique, mais les résultats sont plus fiables et plus réguliers. Cependant, la durée du cycle de grossissement entretient quand même une imprécision sur la biomasse dans le bassin, qui ne permet pas un ajustement parfait de la ration alimentaire.

## L'élevage en continu

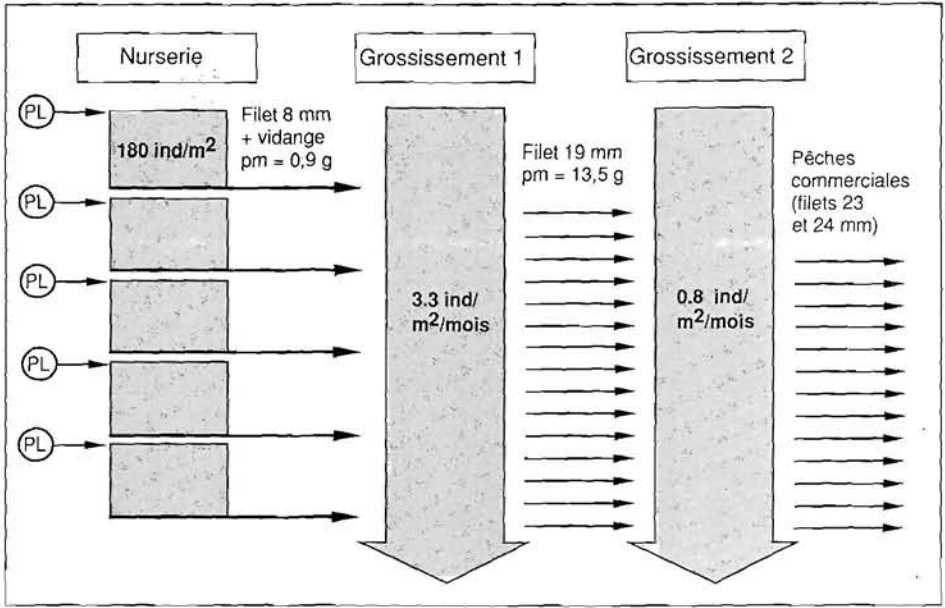


Figure 2.8 : Schéma d'élevage de la SAOR (Guyane).

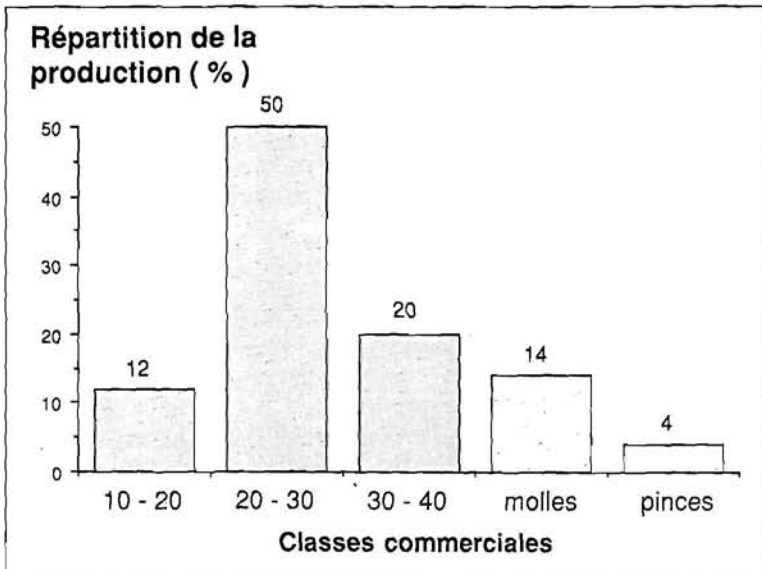


Figure 2.9 : Classes commerciales utilisées sur la ferme de la SAOR.

### 2.2. Conclusion

Le système continu à plusieurs phases est un schéma plus économique où l'on maîtrise mieux le cheptel que dans le cas du continu simple. Toutefois, il présente des inconvénients liés au principe même de tout système continu, à savoir le manque d'efficacité chronique de la récolte sélective à la senne, la difficulté d'ajuster la ration alimentaire et le processus d'envasement des bassins qui entraîne à terme une baisse des performances.

### 2.3. Exemple : Ferme de la SAOR (37 ha) en Guyane Française.

La SAOR utilise comme schéma d'élevage, le système continu à trois phases (figure 2.8 et tableau 2.1).

*Tableau 2.1 : Caractéristiques des trois phases utilisées à la SAOR.*

	Prégrossissement	Phase 1	Phase 2
<b>Ensemencement</b>	postlarves	juvéniles (0,9 g)	juvéniles (13,5 g)
<b>Surface</b> (ha)	0,7	9,1	27,3
<b>Durée</b> (jours)	180	en continu	en continu
<b>Densité</b>	180 ind/m <sup>2</sup>	3,3 i/m <sup>2</sup> /mois	0,8 i/m <sup>2</sup> /mois
<b>Survie</b> (%)	90	66	77
<b>Poids moyen final</b> (g)	0,9	13,5	43
<b>Rendement</b>	1,6 g/m <sup>2</sup> /j	0,9 g/m <sup>2</sup> /j	1,8 T/ha/an

La moitié de la production est commercialisée dans la catégorie 20-30, soit un poids moyen de 33 à 50 g (figure 2.9). La forte proportion d'animaux mous (14 % au lieu de 5 à 6 % dans la plupart des fermes) est liée à la très faible minéralisation des eaux guyanaises. Le manque chronique de calcium n'est que partiellement compensé par les amendements.

Les **résultats** obtenus en 1990 sont les suivants :

**Production** : 77 tonnes  
**Rendement global** : 2,1 T/ha/an  
**Taux de retour global** : 46 %  
**Indice de conversion** : 3,6



# Elevage en mode discontinu

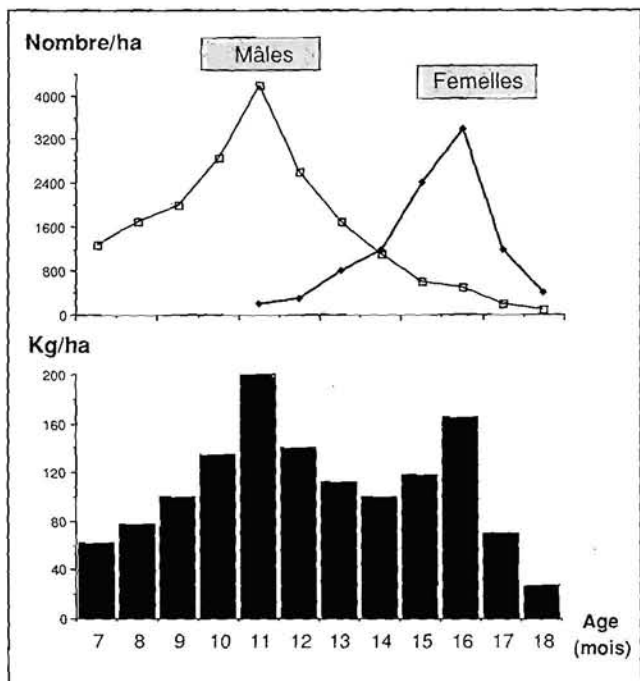
- 1. Système discontinu simple**
  - 1.1. Principe
  - 1.2. Caractéristiques
  - 1.3. Analyse de la production
  - 1.4. Limites du discontinu simple
  
- 2. Discontinu avec prégrossissement**
  - 2.1. Principe
  - 2.2. Caractéristiques
    - *Prégrossissement*
    - *Grossissement*
  - 2.3. Analyse de la production
  - 2.4. Exemple
  
- 3. Système discontinu séquentiel**
  - 3.1. Principe
  - 3.2. Caractéristiques
    - *Phase 1*
    - *Grossissement*
  - 3.3. Analyse de la production
  - 3.4. Exemple

Le système d'élevage en mode discontinu a été pratiqué dès 1960, en parallèle aux essais en mode continu. Mais que ce soit sur un mode artisanal comme en Thaïlande ou par des techniques plus intensives, comme à Taiwan, le système discontinu ne s'est vraiment développé qu'à la fin des années 70.

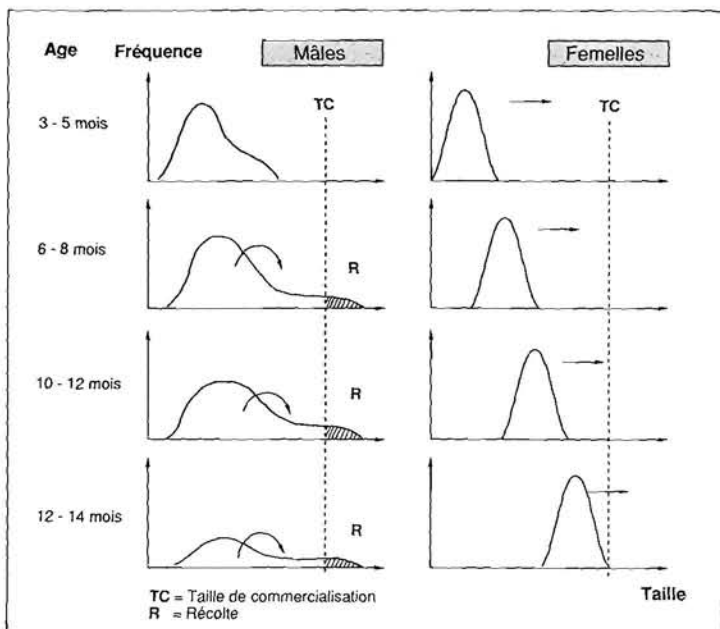
Il s'est imposé dans les pays tempérés chauds ou tropicaux à saison froide (Israël, Sud des Etats-Unis, Polynésie Française). Dans ces pays où la saison de production est plus ou moins limitée à la saison chaude, seul le système discontinu est utilisable. Aussi, des recherches ont été menées dès 1976 en Israël pour optimiser ce système.

Actuellement, le système discontinu tend à se développer en zone tropicale en utilisant des techniques semi-intensives israéliennes ou taïwanaises.

## L'élevage en discontinu



**Figure 2.10 :** Courbe de production d'une population de *Macrobrachium* soumise à une pêche sélective régulière jusqu'à épuisement du cheptel en élevage (maille de 25 mm, poids moyen de 40 g).



**Figure 2.11 :** Mode schématique de la croissance dans les deux sous populations de mâles et de femelles en système discontinu.



# **1. Système discontinu simple**

---

## **1.1. Principe**

- Les **postlarves** sont introduites en une seule fois dans le bassin, au début du cycle d'élevage ;
- La récolte est effectuée par **vidange totale** du bassin à la fin du cycle. Celle-ci est souvent précédée de pêches sélectives afin de récolter les individus qui atteignent la taille commerciale avant la fin du cycle.

## **1.2. Caractéristiques**

L'assec qui précède chaque cycle permet de préparer le bassin : amendement, fertilisation, élimination des prédateurs et de la boue qui a pu s'accumuler. La vidange en fin d'élevage a l'avantage de permettre la commercialisation des petits animaux à croissance lente qui restent dans le bassin. Le bassin est ensuite préparé pour un nouveau cycle.

## **1.3. Analyse de la production**

Lorsque l'on exploite la population à un poids moyen de récolte de 40 g pour obtenir des animaux identiques à ceux produits en système continu et comparer ainsi ces deux systèmes d'élevage, on observe que la courbe de production est constituée de deux pics, le premier essentiellement constitué de mâles et le deuxième de femelles (figure 2.10). Ceci traduit la différence de croissance déjà mise en évidence en mode continu.

- **Les mâles** (figure 2.11). Certains ont une croissance très rapide et atteignent la taille de récolte dès le sixième mois. La pêche sélective de ces animaux dominants permet aux individus dominés de grossir à leur tour jusqu'à la taille de capture. Le stock de "dominés" diminue au fur et à mesure des pêches jusqu'à ce que les mâles ne constituent plus qu'une fraction marginale de la récolte. L'allure générale de la production de mâles est donc marquée par un pic situé autour du onzième mois, suivi d'une décroissance d'abord rapide jusqu'au treizième mois, puis lente jusqu'à la vidange finale.
- **Les femelles** (figure 2.11). Elles grossissent de façon homogène jusqu'à la taille de capture. Elles vont constituer la majorité du deuxième pic de production à cause de leur croissance plus lente.

## **1.4. Limites du discontinu simple**

Il faut 18 mois dans des conditions normales d'élevage pour épuiser une population de *Macrobrachium*, exploitée à un poids moyen de récolte de 40 g. Le **faible rendement** obtenu (environ 1 T/ha/an) provient de cette durée d'élevage extrêmement longue.

## ***L'élevage en discontinu***

Ce système est donc peu adapté pour produire de gros animaux. Si, par contre, la taille de récolte est ramenée à 20 ou 25 g, la durée d'exploitation est beaucoup plus courte (première pêche au sixième mois, dernière pêche au quatorzième mois) et le rendement beaucoup plus élevé (2 T/ha/an environ).

Par ailleurs, une mortalité anormale des postlarves ensemencées directement en bassin de grossissement est toujours possible. L'aquaculteur ne pouvant l'évaluer, le bassin est alors sous-utilisé et les performances d'élevage sont médiocres. avec notamment un indice de conversion élevé. Cette absence de contrôle du cheptel est incompatible avec une gestion rigoureuse de l'exploitation aquacole.

Ce système est peu utilisé à l'heure actuelle. Il a l'avantage d'être très simple et de nécessiter qu'un seul bassin pour effectuer l'élevage de la postlarve jusqu'à la taille commerciale.

## **2. Système discontinu avec prégrossissement**

---

### **2.1. Principe**

- Les postlarves sont prégrossies dans une phase bien contrôlée, le **prégrossissement**,
- on introduit donc des **juvéniles** de 1 à 3 g environ de poids moyen dans le bassin de grossissement ;
- la récolte est effectuée par **vidange totale** du bassin à la fin du cycle ; celle-ci est précédée de pêches sélectives afin de récolter les individus qui atteignent la taille commerciale avant la fin du cycle.

### **2.2. Caractéristiques**

- ***Prégrossissement***

Cette phase de démarrage de croissance se déroule dans des petits bassins (500 à 2000 m<sup>2</sup>) et a pour but de prégrossir les postlarves pour en faire des juvéniles plus robustes. Les avantages du prégrossissement sont les suivants.

- Une **préparation** du milieu adaptée à la postlarve : amendement, fertilisation, inoculum de phytoplancton, traitement contre les prédateurs, mise en place d'abris naturels (gazon, palmes de cocotier) ou artificiels (bandes plastiques suspendues, etc.).
- Un **meilleur contrôle en cours d'élevage** : le contrôle de la physico-chimie est plus facile dans des petits bassins, l'alimentation est mieux adaptée pour les juvéniles (stimulation des sources alimentaires naturelles et granulé artificiel de formule et de taille adaptées).

## L'élevage en discontinu

- La **forte densité** utilisée (50 à 150 ind/m<sup>2</sup>) permet d'atteindre rapidement une biomasse élevée (150 g/m<sup>2</sup>). En effet, dans les deux à trois premiers mois de sa vie, la chevrette ne manifeste pas de comportement d'agressivité. On peut donc l'élever à des **densités plus importantes** que pendant la période suivante où sa croissance va s'accélérer. Le rendement obtenu est important (1,2 à 2,4 g/m<sup>2</sup>/j), malgré une croissance lente (0,4 à 1,2 g/mois). Enfin, les animaux produits sont de taille homogène, le poids moyen final étant fonction de la densité (il est plus faible à forte densité).

**Tableau 2.2 :** Exemples de prégrossissements pratiqués à la station expérimentale Ifremer de Kourou (Guyane) et sur la ferme de Capiata (Brésil).

	Kourou	Kourou	Capiata
Densité (PL/m <sup>2</sup> )	150	50	61
Durée (mois)	2	2,5	2,5
Poids moyen final (g)	0,8	2,7	2,8
Survie (%)	92	80	74
Rendement (g/m <sup>2</sup> /j)	1,8	1,4	1,7
Indice de conversion	2	2	1,8

Les résultats d'élevage donnent en moyenne une survie de 80 à 90 % à 2 mois et un indice de conversion de l'aliment inférieur à 2 (tableau 2.2).

- **Grossissement**

Les juvéniles, plus robustes que les postlarves, ont une meilleure survie à l'ensemencement, aussi la densité en grossissement (10 à 12 juv/m<sup>2</sup>) est généralement inférieure à celle pratiquée en système discontinu simple (15 à 18 PL/m<sup>2</sup>). De plus, la durée du grossissement est réduite car les individus introduits initialement sont plus gros. Le prégrossissement provoque donc une augmentation du rendement car la première pêche commerciale se fait plus tôt (figure 2.12).

Mais ce gain est assez faible compte tenu de la durée totale du cycle. Pour atteindre des rendements plus élevés, il est nécessaire de raccourcir encore la durée du cycle.

### 2.3. Analyse de la production

Une fois le pic de production des mâles passé, il reste dans le bassin une population composée d'une majorité de petites femelles. Il est préférable de vidanger le bassin et de les répartir dans les classes de commercialisation inférieures (essentiellement 40-60 individus par kilo soit 10 à 25 g de poids moyen).

## L'élevage en discontinu

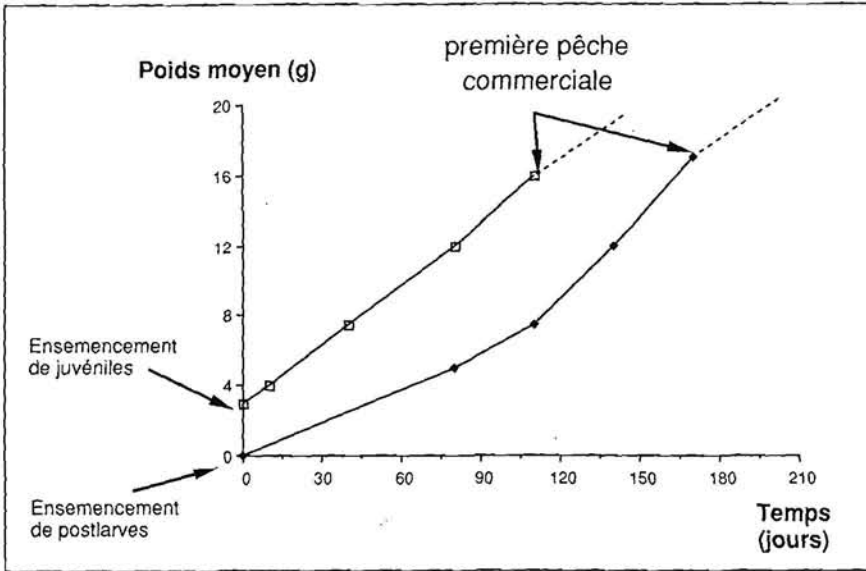


Figure 2.12 : Comparaison des courbes de croissance correspondant à l'ensemencement initial de postlarves ou de juvéniles.

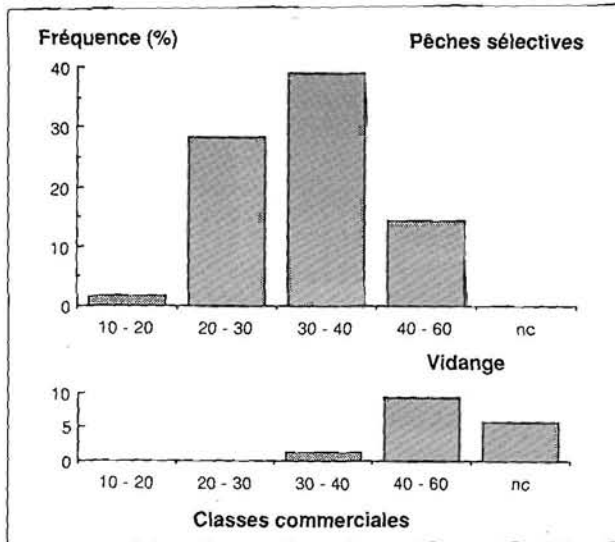


Figure 2.13 : Répartition de la production en classes de commercialisation dans un schéma discontinu avec prégrossissement testé sur la station Ifremer de Kourou.

Ainsi, l'obtention de rendements élevés passe par la réduction de la durée du grossissement et la diminution du poids moyen global de récolte car :

- pour récolter le maximum de mâles dans la durée du cycle de grossissement, il est nécessaire de procéder à des levées de dominance massives : le poids moyen de la récolte est donc plus faible mais on optimise la croissance des mâles ;

## L'élevage en discontinu

- lorsque la vidange intervient, il reste des petits individus dans le bassin qu'il faudra commercialiser en utilisant des classes de taille au prix de vente moins élevé.

La figure 2.13 montre les différentes classes de commercialisation généralement obtenues dans des schémas discontinus avec prégrossissement. Le filet à maille sélective récolte les 4/5 de la production totale. Les 20 % restants sont récupérés à la vidange et répartis dans les petites classes de taille. Si le marché n'accepte pas de petites tailles, on peut effectuer une remise en élevage de ce reliquat.

La ferme d'Aquapac à Tahiti fournit un bon exemple de ce système : en 1988 et 1989, des élevages de lot d'individus récupérés lors de vidanges de bassins de grossissement gérés selon le système discontinu classique ont été réalisés. Différentes densités ont été testées. Les résultats (tableau 2.3) ont montré que les très faibles densités permettaient d'amener rapidement la population à des poids moyens qui favorisent une commercialisation dans les grosses classes de taille. La rentabilité de ce schéma a été démontré dans le contexte polynésien.

**Tableau 2.3 : Résultats de remises en élevage de lots de queue à des densités différentes sur la ferme d'Aquapac, (Tahiti).**

Densité (ind/m <sup>2</sup> )	1,5	8,4
Nombre de cycles	11	6
Durée moyenne (jours)	95	86
Poids moyen final (g)	34	17,5
Indice de conversion	1,4	2,3
Rendement (T/ha/an)	1,6	2,3

En résumé, le système discontinu à 2 phases (prégrossissement et grossissement) permet d'obtenir un rendement intéressant de l'ordre de 2 à 2,5 T/ha/an. Il a l'avantage de mieux contrôler et de mieux suivre la population au cours de l'élevage par une gestion différente des deux sexes. Les mâles sont plutôt récoltés à la maille sélective, les femelles à la vidange. Cependant, les animaux produits sont plus petits, ce qui se répercute sur la rentabilité globale du schéma (voir *Critères de choix du mode d'élevage*).

Le choix de ce système d'élevage implique un marché qui accepte des animaux de tailles variées (de 10/20 à 40/60 ind/kg). La durée de l'élevage et la taille moyenne de capture (maille du filet sélectif) sont à définir en fonction des prix pratiqués sur le marché.

## L'élevage en discontinu

### 2.4. Exemple : Ferme d'Opunohu (Tahiti)

Le système discontinu avec prégrossissement est utilisé depuis le début du développement de l'élevage du *Macrobrachium* en Polynésie française. Il est bien adapté au marché polynésien de chevrettes petites et moyennes, classes correspondant à la taille des animaux capturés traditionnellement dans le milieu naturel.

**Tableau 2.4 :** Caractéristiques du système d'élevage de la ferme d'Opunohu.

	Prégrossissement	Grossissement
Durée (jours)	95	86
Densité	150 PL/m <sup>2</sup>	15 à 30 ind/m <sup>2</sup>
Poids moyen final (g)	2,5	20 à 25
Récolte	vidange et transfert	vidange finale

#### Résultats généraux

Surface en élevage	: 6 bassins de 1300 à 5600 m <sup>2</sup> soit 2,07 ha
Poids moyen de récolte	: 20 à 25 g
Indice de conversion	: 2,7
Taux de survie	: 40 %
Rendement global	: 2 à 2,4 T/ha/an
Production	: 4,6 T en 1986 4,1 T en 1987 4,4 T en 1988 5,0 T en 1989

## 3. Système discontinu séquentiel

### 3.1. Principe

- Les postlarves sont **prégrossies dans deux phases successives**, le prégrossissement puis la phase 1 de grossissement ;
- les **juvéniles** sont introduits en une seule fois dans le bassin de grossissement ;
- la récolte est effectuée par **vidange totale** du bassin à la fin du cycle. Celle-ci est parfois précédée de pêches sélectives afin de récolter les individus qui ont atteint la taille commerciale avant la fin du cycle.

### 3.2. Caractéristiques

Pour faire progresser encore les schémas d'élevage en discontinu il est nécessaire de commercialiser plus d'individus dans des classes de taille plus grosses, au prix de vente plus fort. Mais on ne peut pas augmenter considérablement la durée du grossissement sous peine de voir le rendement chuter. La solution consiste à introduire dans le bassin de grossissement des individus plus gros.

Pour cela, on utilise une phase de grossissement intermédiaire entre le prégrossissement et le grossissement, appelé phase 1. Cette phase a pour but de produire des individus de 5 à 10 g à partir de juvéniles d'environ 1 g de poids moyen. L'agressivité moindre de ces jeunes individus permet d'utiliser des densités d'élevage plus élevées sans provoquer d'interactions sociales susceptibles de ralentir la croissance.

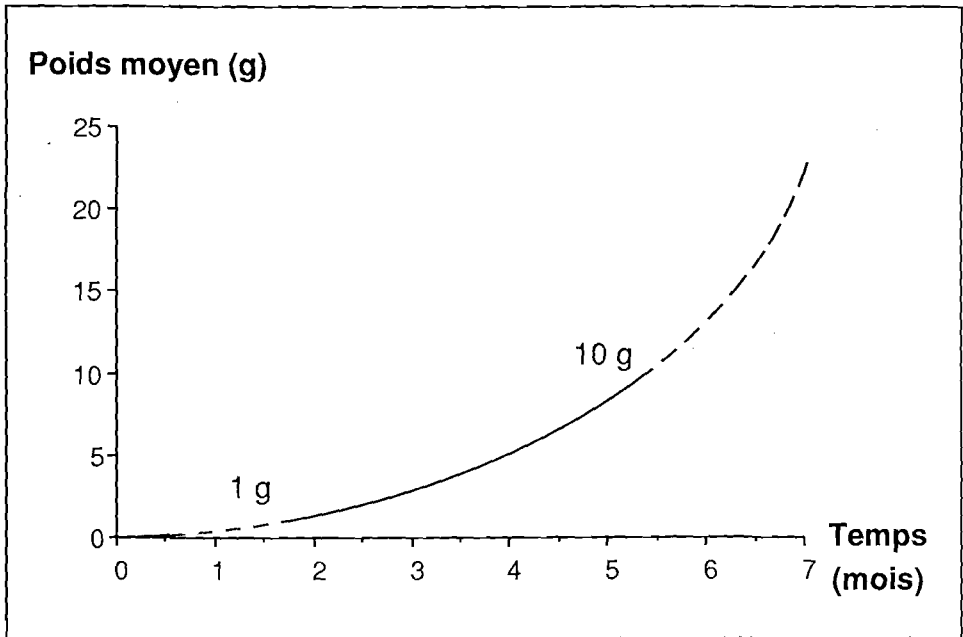


Figure 2.14 : Courbe de croissance pour une densité de 25 à 30 ind/m<sup>2</sup>.

#### • Phase 1

- la biomasse maximale compatible avec une croissance normale de la population est d'environ 150 g/m<sup>2</sup> ; les densités utilisées vont donc de 20 à 35 individus par m<sup>2</sup> en fonction du poids moyen final que l'on souhaite obtenir ;
- la croissance moyenne est de 1,5 à 2,5 g/mois selon la densité, l'alimentation et la durée de la phase. Malgré cette croissance lente, on obtient un rendement élevé (1 à 1,5 g/m<sup>2</sup>/j) grâce à l'utilisation de fortes densités (figure 2.14).

## L'élevage en discontinu

- les effets de dominance commencent à se mettre en place durant cette phase ; on obtient une population d'individus de taille variant de 1 à 3 ;
- compte tenu de la durée du cycle (3 à 5 mois généralement), la population est bien contrôlée ; la survie est de 70 à 90 %, l'indice de conversion de 1,5 à 3.

**Tableau 2.5 :** Exemples de phases 1 utilisées à la station expérimentale Ifremer de Kourou (Guyane) et sur la ferme d'Aquapac (Tahiti).

	Kourou	Aquapac
Densité (juv/m <sup>2</sup> )	30	15 à 35
Poids moyen initial (g)	0,8 à 1	1 à 2
Durée (mois)	3	4 à 6
Poids moyen final (g)	6 à 7	7 à 13
Survie (%)	80 à 85	70 à 80
Rendement (g/m <sup>2</sup> /j)	1,5	0,8 à 1,1
Indice de conversion	2,5 à 3	1,4 à 2,4

### • Grossissement

Dans la phase de grossissement, on laisse la population évoluer pendant 3 à 4 mois sans effectuer de pêches sélectives. Grâce à la faible densité (2 à 4 ind/m<sup>2</sup>), la biomasse reste en deçà de 100 g/m<sup>2</sup> et n'atteint donc jamais une valeur qui pourrait limiter l'apparition des grandes tailles. Le moteur de ce système réside dans l'expression complète de **l'hétérogénéité de croissance**, ce qui conduit à une commercialisation dans des classes de taille allant de 10-20 ind/kg à plus de 80 ind/kg (soit environ de 10 à 100 g de poids).

### 3.3. Analyse de la production

**Le potentiel de croissance des mâles s'exprime pleinement :** les plus gros individus produits sont des mâles. A ces densités et en l'absence de pêches sélectives, leur croissance n'est jamais entravée. Le ralentissement de croissance des mâles dominés apparaît relativement tard, ce qui permet d'obtenir peu d'individus de petite taille à la vidange. En outre, plus le poids moyen final est fort, plus leur pourcentage dans la production est faible (figure 2.15) ;

**La croissance des femelles est favorisée :** 4,4 g/mois à une densité de 4 ind/m<sup>2</sup> contre 2 g/mois à 10 ind/m<sup>2</sup>. Grâce à leur croissance homogène, elles composent à la vidange la majorité des classes moyennes (30-40 et 40-60 ind/kg) ce qui est remarquable compte tenu de la durée de l'âge des animaux en fin de cycle (9 à 12 mois).

Finalement, on obtient un poids moyen de récolte important qui permet de commercialiser la production dans des classes de tailles à fort prix



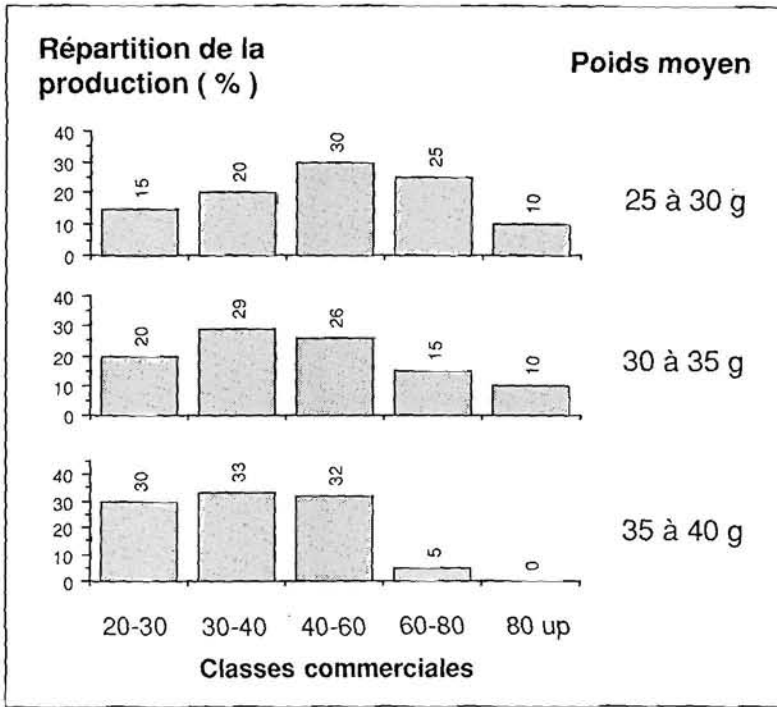


Figure 2.15 : Composition de la production en fonction du poids moyen final sur la ferme d'Aquapac.

Tableau 2.6 : Caractéristiques des trois phases d'élevage utilisées à Aquapac.

Détail des 3 phases : Prégrossiss <sup>t</sup>		Phase 1	Phase 2
Ensemencement	postlarves	juvéniles (1,6 g)	juvéniles (9 g)
Durée (jours)	100	170	92
Densité (ind/m <sup>2</sup> )	100	29	2,3
Survie (%)	60	75	80
Poids moyen final (g)	1,6	9	32
Rendement	1 g/m <sup>2</sup> /j	0,9 g/m <sup>2</sup> /j	1,5 T/ha/an
Indice de conversion	1,5	1,6	1,3

Résultats généraux

Surface en élevage : prégrossissement = 4,4 %  
 grossissement 1 = 15,6 %  
 grossissement 2 = 80 %

Indice de conversion : 1,4  
 Taux de survie global : 36 %  
 Rendement biologique : 1,85 T/ha/an  
 Rendement global : 1,4 à 1,5 T/ha/an

Production : 12,9 T sur 8,8 ha en 1988  
 11,5 T sur 8,3 ha en 1989

## **L'élevage en discontinu**

de vente. Par ailleurs, le système séquentiel est plus rationnel et plus rigoureux car on contrôle mieux le cheptel : les phases d'élevage sont courtes et des "points bilan" sont effectués lors du transfert des animaux. Ces bilans intermédiaires permettent d'ajuster à chaque fois la densité, pour rester dans des conditions optimales de croissance, et la ration alimentaire pour éviter le gaspillage d'aliment. Du fait de l'absence de pêches sélectives, ce système nécessite moins de personnel. L'ensemble de ces raisons rend ce système économiquement intéressant, malgré son rendement inférieur (1,8 à 1,9 T/ha/an). Ces éléments seront détaillés dans *Critères de choix du mode d'élevage*.

Cependant, sa gestion assez complexe nécessite un chef d'exploitation d'un bon niveau, ce qui n'est possible que sur des fermes importantes. Par ailleurs, l'absence de pêches sélectives dans la phase finale de grossissement ne permet pas une gestion différente de chaque sexe comme dans le cas du discontinu à deux phases.

Enfin, les risques de sous-occupation des bassins sont plus élevés. L'exemple d'Aquapac ci-dessous montre que, malgré un rendement théorique de 1,85 T/ha/an, le rendement réel observé n'est que de 1,42 T/ha/an en raison d'un taux d'occupation des bassins de 76 %. Normalement, quand tous les bassins sont utilisés en permanence, le système discontinu séquentiel permet une meilleure occupation de la surface disponible comme le montre la figure 2.16.

### **3.4. Exemple : Ferme d'Aquapac (Tahiti)**

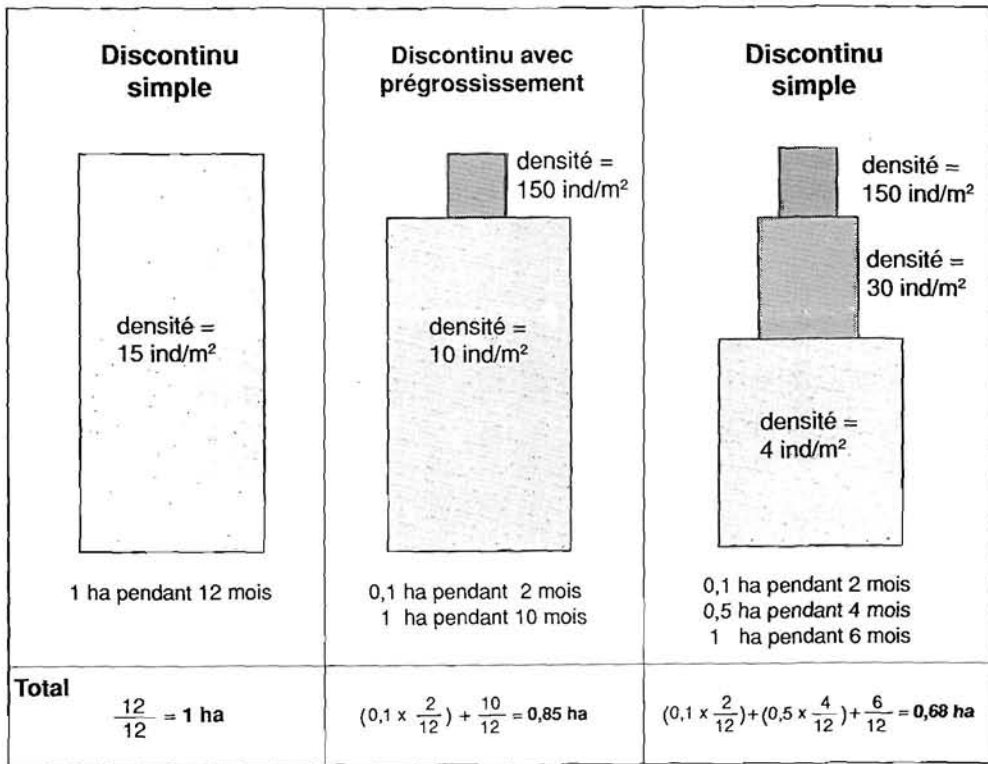
Sur les 10 hectares de la ferme, 1,2 étaient étaient consacrés à l'élevage de crevettes de mer début 88 et 1,7 ha début 89. L'élevage de la chevette suit un système séquentiel à trois phases. (tableau 2.6)

Les résultats de la phase finale de grossissement de la ferme d'Aquapac, amènent les remarques suivantes.

- Grâce à la faible biomasse même en fin d'élevage (60 g/m<sup>2</sup>), la population a toujours une forte croissance (9 g à 33 g en 3 mois) ;
- La survie est excellente (80 %) grâce à la faible durée du grossissement et à l'absence de pêches partielles qui sont stressantes pour les animaux ;
- L'indice de conversion est remarquable (1,1 à 1,5) : à ces densités, l'aliment est mieux transformé en croissance car il y a moins d'interactions et de compétition entre les individus et l'alimentation naturelle joue un rôle important.

## L'élevage en discontinu

- Le rendement moyen obtenu en phase 2 de grossissement est inférieur à ce qu'on obtient avec un système discontinu avec prégrossissement (1,5 T/ha/an contre 2 à 2,5 T/ha/an). Cependant, si l'on considère le schéma séquentiel dans son ensemble, le rendement global se situe entre 1,8 et 1,9 T/ha/an grâce aux deux phases préliminaires à fort rendement. Dans l'exemple cité, la différence avec le rendement global enregistré (1,4 à 1,5 T/ha/an) provient du fait qu'en 1988 et 89, ce schéma ne concernait qu'une partie de l'exploitation.



**Figure 2.16 :** Représentation schématique de l'occupation de la surface suivant les trois schémas du système discontinu.

# Evolution des techniques d'élevage

- 1. Sélection selon la taille**
  - 1.1. Tri avant grossissement
    - *Principe*
    - *Technique*
    - *Résultats*
    - *Méthodes de tri*
    - *Conclusion*
  - 1.2. Tri après grossissement
- 2. Elevage de populations monosexes**
  - 2.1. Elevage monosexé de mâles
  - 2.2. Elevage monosexé de femelles
  - 2.3. Contrôle génétique du sexe
- 3. Contrôle génétique de la maturation sexuelle**
  - 3.1. Triploïdie induite
  - 3.2. Hybridation interspécifique

L'évolution des techniques passe par une modification de la nature des populations introduites dans la phase de grossissement. L'amélioration des rendements passe nécessairement par le contrôle du comportement compétitif qui se manifeste au sein d'une population adulte et en freine la croissance.

La sélection par la taille consiste à introduire dans le bassin des individus de taille voisine occupant la même place au sein de la hiérarchie sociale. Cette restructuration de la population doit permettre de favoriser la croissance de chaque lot ainsi sélectionné.

A plus long terme, le contrôle génétique ouvre des perspectives de gains de croissance grâce à la mise en élevage de populations monosexes ou de populations d'individus stériles ayant une meilleure croissance.

# 1. Sélection selon la taille

---

## 1.1. Tri avant grossissement

- **Principe**

Tous les systèmes d'élevage précédents, continus et discontinus sont basés sur l'exploitation d'une population, principalement la sous-population mâle, par sélection **après** que l'hétérogénéité de croissance se soit manifestée.

Or, les individus occupent très tôt la place qui détermine leur avenir dans la hiérarchie sociale. Aussi est apparue l'idée d'un tri **avant** l'expression des caractères dominants/dominés pour constituer des lots d'individus à croissance plus homogène.

- **Technique**

A partir d'une population issue d'une phase de démarrage de croissance (prégrossissement ou phase 1 de grossissement), un tri va permettre de constituer un lot de tête et un lot de queue à l'intérieur desquels les animaux sont de tailles voisines. Les individus dominants étant les plus gros, on les retrouve dans le lot de tête, les individus dominés étant regroupés dans le lot de queue. Quand la population est séparée en trois lots, le lot médian va renfermer une majorité de femelles tandis que les lots de tête et de queue seront plutôt constitués de mâles (figure 2.17).

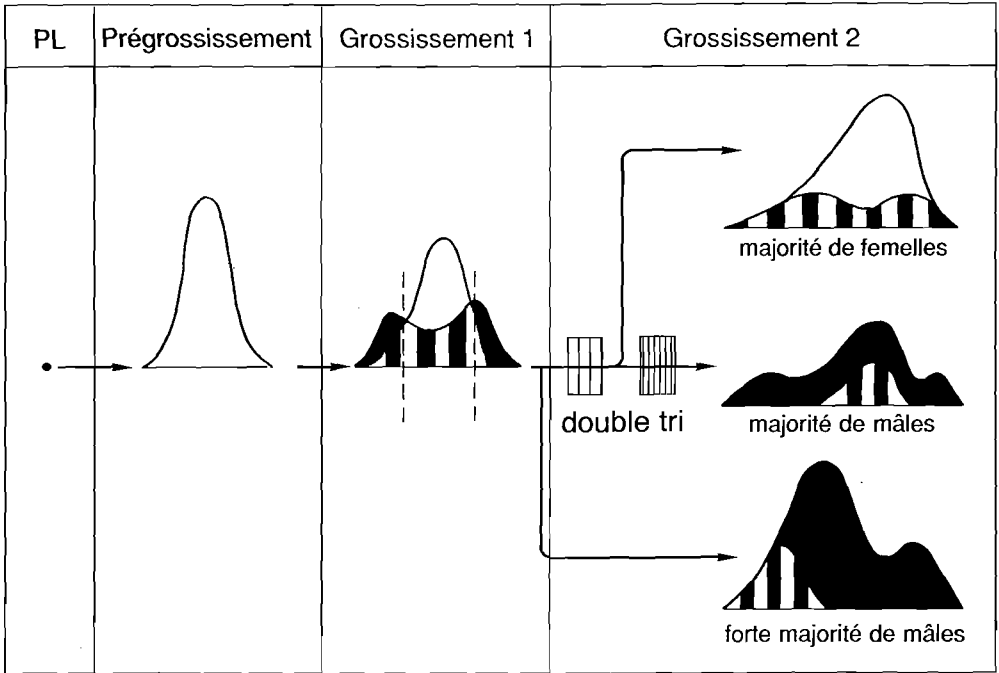
- **Résultats**

**Pour le lot de tête :** ce lot étant constitué des plus gros animaux, le poids moyen initial en grossissement est plus fort. Ainsi, le grossissement dure moins longtemps pour un même poids moyen de récolte. De plus, ces individus étant dominants, leur croissance est très rapide. Les individus introduits étant de tailles voisines, la production totale (pêches partielles et vidange) est plus homogène.

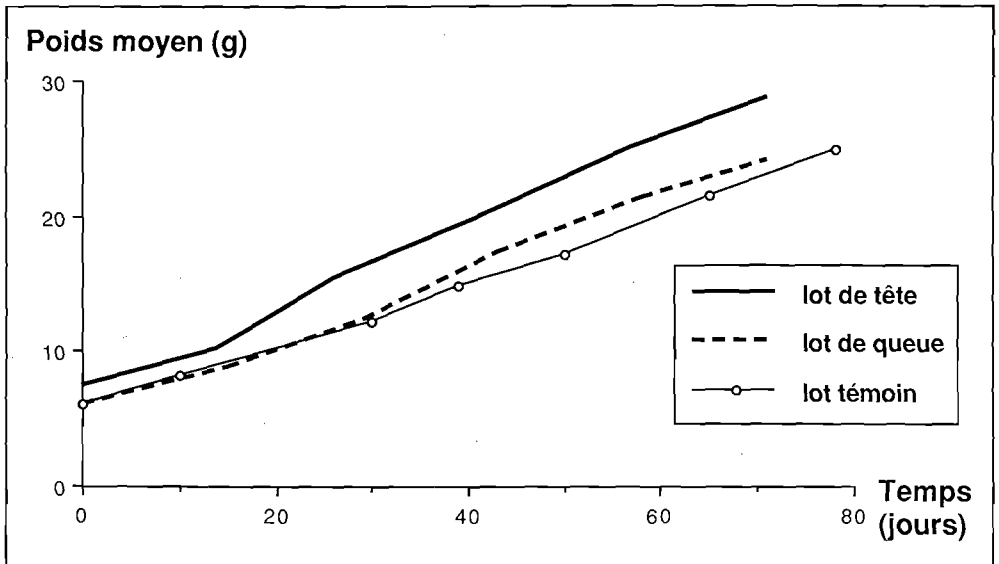
**Pour le lot de queue :** le retrait des individus dominants par le tri provoque une croissance compensatoire, synonyme d'accélération de la croissance (figure 2.18). Dans la population émerge une classe d'individus dominants grâce à la place laissée libre par le retrait du lot de tête. On tend donc vers un nouvel équilibre dominants/dominés. A cause de cela, la production obtenue présente la même hétérogénéité de taille que le témoin.

On obtient donc une augmentation du rendement du lot de tête et du lot de queue par rapport à une population non triée. Le gain est de l'ordre de 20 % pour le lot de tête et de 10 % pour le lot de queue.

## Evolution des techniques d'élevage



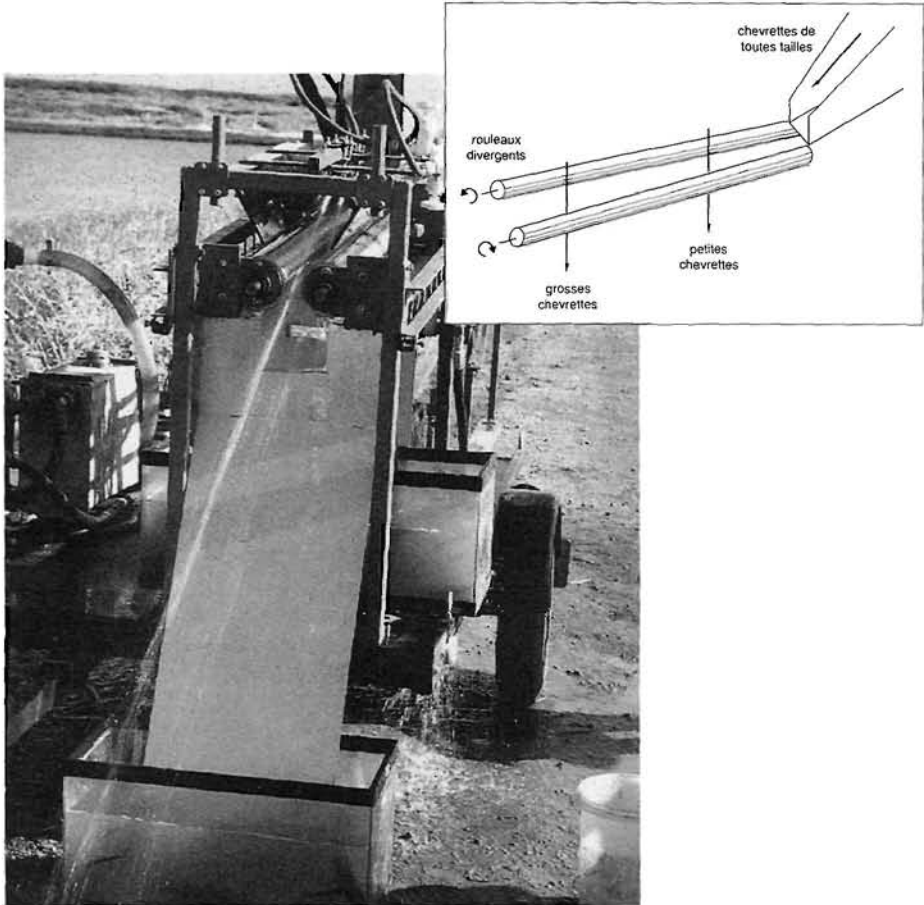
**Figure 2.17 :** Composition schématique des lots obtenus à la suite d'un tri effectué sur des juvéniles de *Macrobrachium* de quelques grammes (mâles en noir, femelles en blanc).



**Figure 2.18 :** Courbes de croissance du lot de tête et du lot de queue obtenus à la suite d'un tri effectué à l'aide d'une senne à maille sélective. (Station Ifremer de Kourou).

### • Méthodes de tri

Pour que l'effet de sélection soit bien net, il est préférable que le tri intervienne sur une population où la différence de taille entre dominants et dominés est importante. L'expérience montre qu'il est préférable d'attendre que la population ait atteint un poids moyen de 3 à 5 grammes. Cependant la biomasse à manipuler lors du tri est importante ce qui constitue un stress plus fort pour les animaux.



**Figure 2.19 :** Trieuse à rouleaux (Hawaï).  
- a : l'ensemble de la machine  
- b : détail des rouleaux.

Les **procédés de sélection** sont stressants et encore mal maîtrisés. Trois procédés sont utilisés :

- les machines à rouleaux rotatifs (figure 2.19),
- les cages de tri à maille rigide ou à barreaux (figure 2.20),
- les sennes à maille sélective.

## Evolution des techniques d'élevage



**Figure 2.20** : Cages de tri à barreaux :  
a) modèle utilisé à la station de Kourou (Guyane) ;  
b) modèle utilisé en Guadeloupe avec ses grilles de tri d'écartements différents.



## ***Evolution des techniques d'élevage***

Des machines à rouleaux existent dans le commerce pour le calibrage de poissons ou de crevettes mais leur prix est élevé et elles ont l'inconvénient d'être lourdes à mettre place et à utiliser. De plus, les pinces gênent le passage des animaux entre les rouleaux, ce qui nuit à l'efficacité de la machine surtout pour des individus de grosse taille. Leur précision pour des juvéniles est correcte.

Différents types de cages de tri (à maille ou à barreaux) ont déjà été testés. Le tri est passif, c'est-à-dire que les cages sont immergées et les animaux se séparent d'eux-même. Elles ne permettent pas de trier de grandes quantités d'animaux ce qui rend leur utilisation sur des fermes de production quasi impossible. A petite échelle, elles sont fiables.

Finalement, le procédé le plus simple et le plus utilisable à grande échelle est le filet à maille sélective. Bien que l'efficacité de pêche à la senne ne soit pas parfaite, des travaux menés à la station Ifremer de Kourou ont montré qu'on obtenait un effet net de sélection (figure 2.21). La correspondance entre la taille de la maille et celle des animaux est donnée dans la fiche *Filets et techniques de pêche*.

Ce procédé a le gros avantage de pouvoir décaler la constitution des lots dans le temps en utilisant le même filet comme le montre la figure 2.22.

- ***Conclusion***

La constitution de lots de tailles homogènes grâce à un tri permet d'**augmenter le rendement** en phase de grossissement. La production du lot de tête est de tailles très homogènes, alors que celle du lot de queue est voisine de celle d'une population non triée.

Cependant le tri doit intervenir lorsque la population initiale a atteint un poids moyen suffisamment fort. L'utilisation d'un filet à maille sélective dans une phase 1 de grossissement est le procédé le plus pratique dans un contexte de production.

### **1.2. Tri après grossissement (système rotationnel)**

En système discontinu, lorsque l'on vidange le bassin de grossissement, il reste un stock d'animaux de petite taille. Il est possible de remettre ce stock en élevage dans une phase de "finition de croissance" en regroupant par exemple les individus issus de plusieurs vidanges de bassins. Ce système permet aux animaux n'ayant pas atteint la taille de commercialisation de continuer de grossir jusqu'à celle-ci. Cette phase peut être partie intégrante d'un schéma d'élevage en discontinu. La théorie de ce mode d'élevage a été émise en 1981 par des chercheurs de l'université d'Hawaï : il s'agit du système **rotationnel**, dont le schéma le plus simple est décrit dans la figure 2.23.

## Evolution des techniques d'élevage

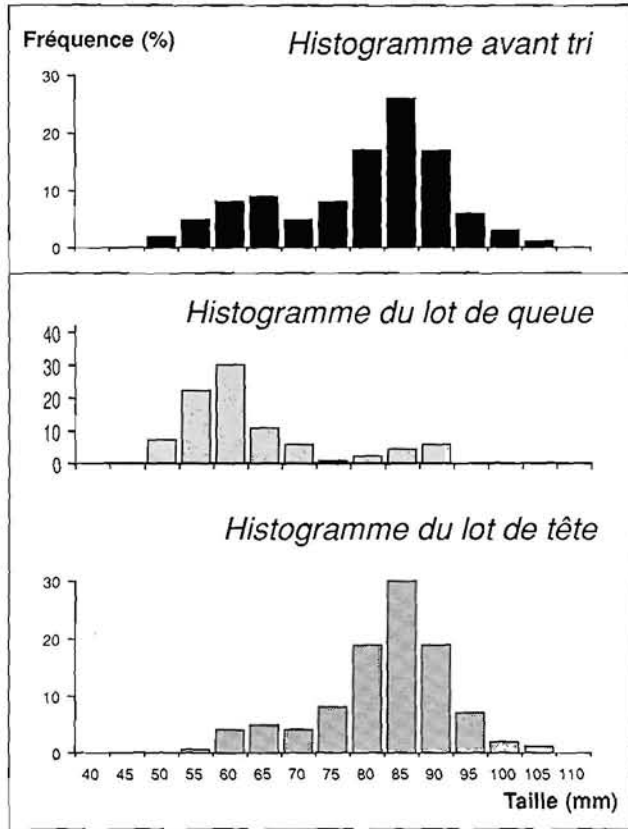


Figure 2.21 : Histogramme de taille d'une population avant et après un tri effectué par le passage d'une senne à maille sélective de 14 mm.

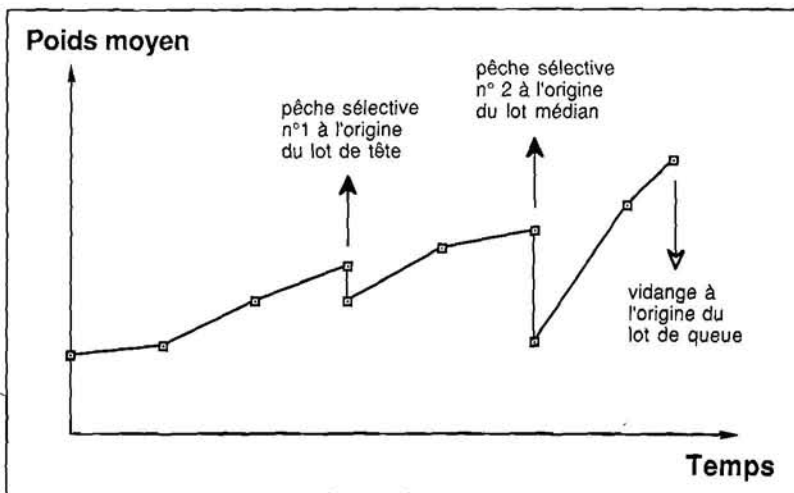


Figure 2.22 : Sélection de lots décalés dans le temps grâce à l'emploi d'un filet à maille sélective.

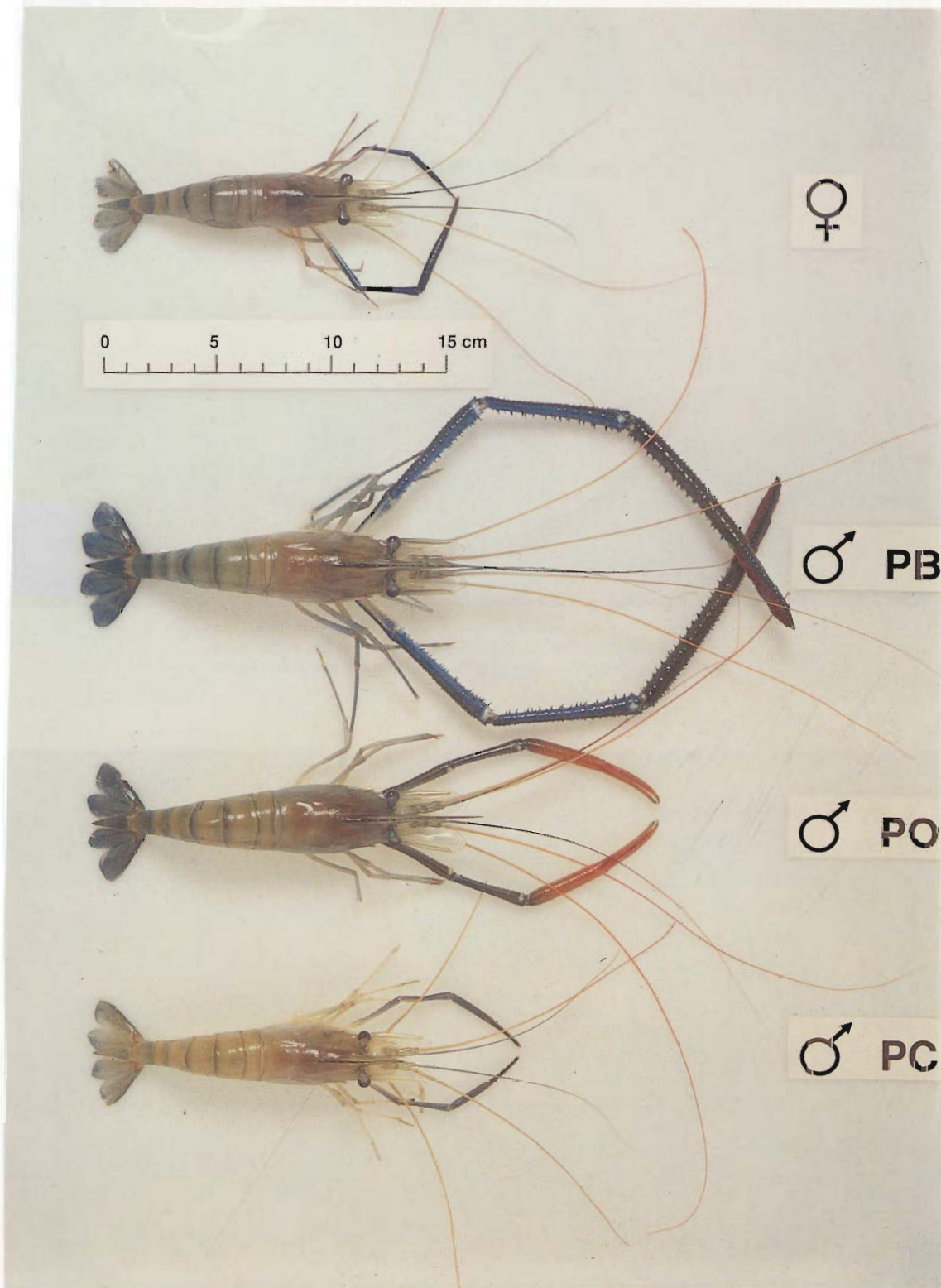


Photo 1 - Types morphologiques de la chevette adulte :  
en haut, femelle en bas, mâles à pinces bleues (PB), à pinces orange (PO) et à pinces claires (PC).



Photo 2 - Appréciation de la maturation des œufs par la couleur : jaune-orangé au début, gris à la fin, juste avant la ponte des larves.



Photo 3 - Bacs d'élevage larvaire de 5 m<sup>3</sup> utilisés dans l'écloserie de Guyane (en eau claire et circuit fermé).





Photo 4 - Ferme artisanale de 3,3 ha de l'anse Charpentier, en Martinique.



Photo 5 - Ferme industrielle de 37 ha de la Comté, en Guyane.





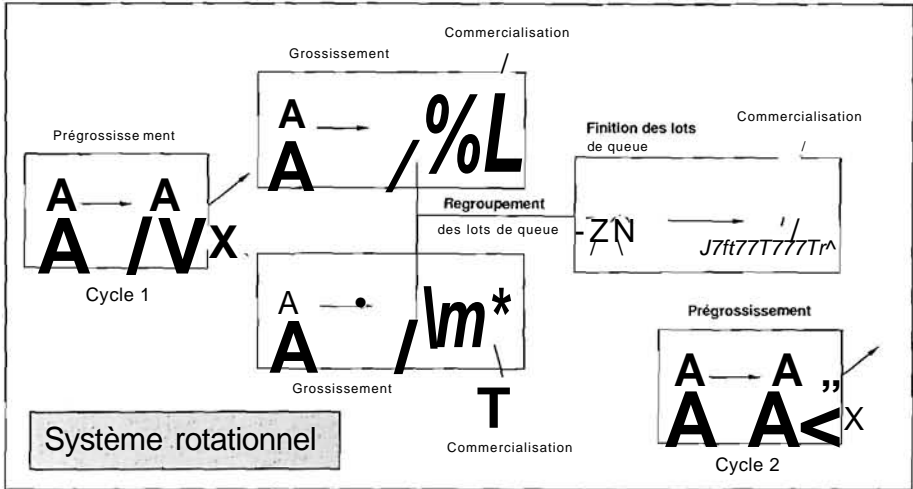
Photo 6 - Tri à la main à la fin de la pêche à la senne.



Photo 7 - Affiches et fiches-recettes de la campagne commerciale 1989-1990, en France métropolitaine.

## Evolution des techniques d'élevage

A partir du modèle de base de la figure 2.23, d'autres schémas théoriques plus compliqués ont été proposés. Ils consistent en une succession de phases terminées par des vidanges où l'on trie la population en lots. Les lots de différents bassins sont regroupés en fonction de leur nature (lot de tête, lot médian ou lot de queue) dans la phase suivante ce qui permet à chaque fois d'obtenir une population d'animaux de même taille.



**Figure 2.23:** Principe de base du système rotationnel.

Dans ce schéma théorique, à chaque vidange de bassin, le tri de la population correspond à une récolte sélective efficace à 100 %. Ce système constitue une application extrême des techniques de sélection par la taille. Il n'a jamais été appliqué sur une ferme car il nécessite de trier vivants la totalité des animaux récupérés lors de la vidange du bassin de grossissement. Ceci est impossible en l'absence de dispositif adapté limitant le stress des animaux durant cette opération.

## 2. Elevage de populations monosexes

Mâles et femelles ont des caractéristiques de croissance différentes. Leur élevage séparé permet de les gérer selon leur mode de croissance propre. On attend une amélioration des performances à cause de l'absence d'individus du sexe opposé. En effet, la part d'énergie consacrée à la reproduction se fait au détriment de la croissance : compétition entre les mâles pour accéder aux femelles, production de gamètes, accouplement, ponte, oxygénation des œufs. Les populations monosexes sont obtenues actuellement grâce à un tri manuel basé sur l'observation des orifices génitaux. Des travaux effectués sur le contrôle génétique du sexe visent à les obtenir par voie génétique afin de s'affranchir de ce tri inapplicable à grande échelle.

### 2.1. Elevage monosexé de mâles

En population mixte, la vitesse de croissance des mâles est plus élevée que celle des femelles. En population monosexé, les mâles ont une croissance plus rapide que dans une population mixte (figure 2.24).

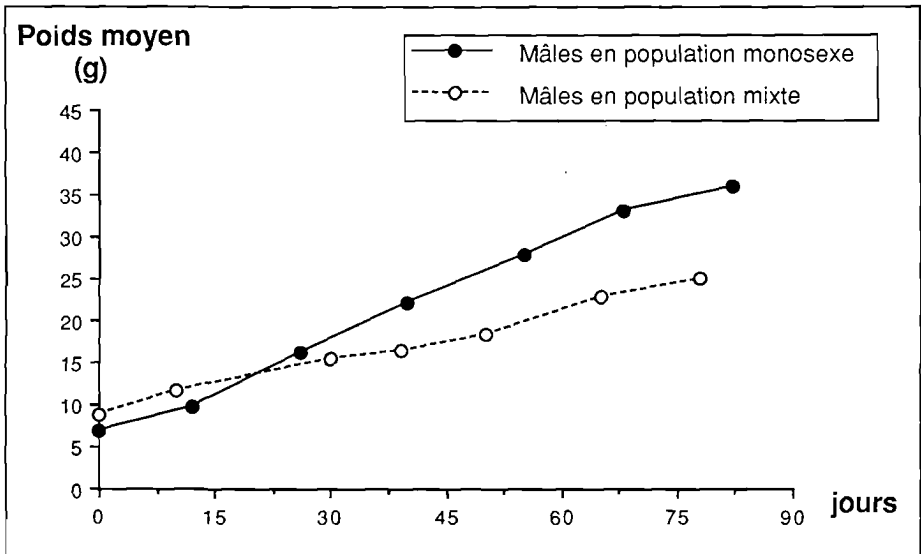


Figure 2.24 : Croissance d'une population monosexé mâle par rapport à celle des mâles seuls dans une population mixte (densité 4 ind/m<sup>2</sup>).

Les travaux des Israéliens et de la station Ifremer de Kourou montrent que la survie globale en élevage monosexé est légèrement inférieure à celle d'une population mixte.

Cela doit tenir au comportement plus agressif des mâles en l'absence de femelles. Dans une population monosexé mâle, les interactions sociales existent toujours puisque l'on retrouve les morphotypes qui y sont liés

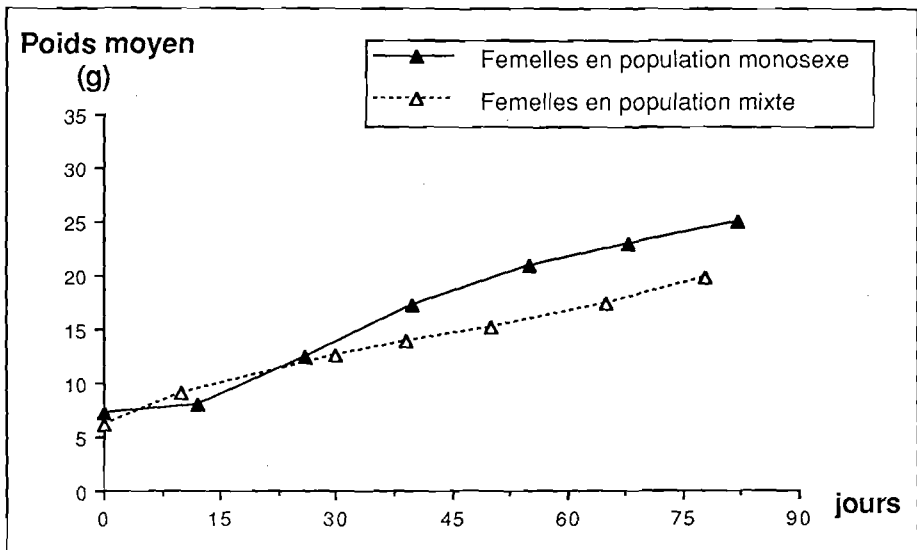


## Evolution des techniques d'élevage

(mâles à pinces bleues, pinces orange et pinces claires) et dans des proportions identiques. Cette hétérogénéité des tailles justifie la pratique de pêches sélectives avant la vidange pour stimuler la croissance compensatoire. Le rendement d'un élevage monosexé mâle est **supérieur de 30 à 40 %** à celui d'une population mixte, ce qui rend ce type d'élevage très intéressant.

### 2.2. Elevage monosexé de femelles

La vitesse de croissance des femelles augmente de 50 % quand elles sont élevées en l'absence de mâles (figure 2.25). Ce gain peut être imputé à l'économie de l'énergie pour l'entretien et à l'oxygénation des œufs. Lorsque les œufs ne sont pas fécondés, les femelles les perdent au bout d'un jour ou deux, contre une durée d'incubation de quinze à vingt jours s'ils sont fécondés. Ceci se vérifie par le faible pourcentage de femelles grainées observé dans les populations monosexes femelles étudiées en Israël et à la station de Kourou.



**Figure 2.25 :** Courbe de croissance d'une population monosexé femelle par rapport à une population de femelles élevées dans une population mixte.

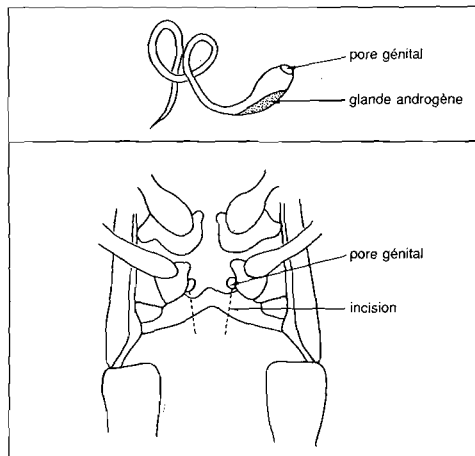
Grâce à ce gain, leur croissance est identique à celle d'une population mixte. La survie étant légèrement meilleure dans le cas du monosexé femelle, le rendement d'une population monosexé femelle est alors **supérieur de 5 à 10 %** à celui d'une population mixte. Les femelles récoltées sont de petite taille, ce qui diminue leur prix de vente et se répercute sur la rentabilité de ce type d'élevage. Par contre, les animaux produits sont homogènes en taille ce qui permet de commercialiser toute la production dans deux ou trois classes de taille sans avoir recours à des pêches sélectives en cours d'élevage.

## Evolution des techniques d'élevage

### 2.3. Contrôle génétique du sexe

Les populations monosexes mâles présentent donc des rendements nettement supérieurs à ceux des populations mixtes ou monosexes femelles. Il serait donc intéressant de produire de telles populations par voie génétique. Les travaux menés chez des poissons (truite, tilapia) ou des crustacés (Isopodes, Amphipodes) à déterminisme du sexe de type mendélien (un gène ou un chromosome déterminant) ont démontré la validité de plusieurs méthodes. Le choix de la méthode appropriée repose en premier lieu sur le type de déterminisme du sexe. Ce déterminisme est encore inconnu chez *M. rosenbergii*.

L'une des méthodes d'analyse du déterminisme du sexe consiste à produire des animaux sexuellement inversés, puis à les croiser (individuellement) avec leurs congénères non inversés. L'étude du sex-ratio parmi les descendants (testage sur descendance) permet alors de privilégier quelques hypothèses, testées ensuite par d'autres croisements appropriés.



**Figure 2.26** : Schéma de l'appareil génital et de la face ventrale du céphalothorax d'un jeune mâle. L'appareil reproducteur est situé à la base de la cinquième paire de péréopodes. L'incision pratiquée avec un scalpel, donne accès au tractus génital et à la glande androgène qui seront extraits à l'aide d'une pince fine.

L'équipe californienne de Nagamine montra, dès 1980, comment opérer des inversions de sexe chez la chevrette. L'andrectomie, lorsqu'elle est pratiquée sur de jeunes mâles, peut conduire à une féminisation complète puisque ces individus, appelés néofemelles, sont capables de se reproduire comme des femelles naturelles. L'andrectomie consiste en l'ablation bilatérale de la glande androgène sur des mâles juvéniles de longueur céphalothoracique comprise entre 9 et 9,5 mm. L'ensemble tractus génital et glande androgène est retiré (figure 2.26). La mortalité post-opératoire ne dépasse pas 25 %. La moitié des survivants environ seront des néofemelles fonctionnelles.

## ***Evolution des techniques d'élevage***

Réciproquement, la greffe de glande androgène permet d'inverser une femelle en mâle fonctionnel ou néomâle.

Malecha et son équipe de l'université d'Hawaii ont analysé la descendance de néomâles et celle de croisements entre leurs descendants. Il en ressort qu'un déterminisme du sexe de type femelle homogamétique (femelle XX, mâle XY, comme chez les mammifères) est à exclure. Par ailleurs, les résultats des premières expériences menées par l'Ifremer à Tahiti font écarter l'hypothèse d'un déterminisme du sexe de type mâle homogamétique (femelle ZW, mâle ZZ, comme chez les oiseaux). La descendance de néofemelles croisées avec des mâles ordinaires a en effet présenté une sex-ratio de 74 % de mâles. Le déterminisme du sexe n'est donc pas aussi simple chez cette espèce qu'il ne l'est chez les autres crustacés décapodes étudiés. Le choix du sexe pourrait donc dépendre de plusieurs gènes ou des conditions environnementales comme cela a été démontré chez d'autres crustacés. Un éventuel effet perturbateur de la consanguinité partielle du stock de Tahiti (17 années d'isolement reproducteur) n'est pas à écarter, la consanguinité pouvant être à l'origine d'importants déséquilibres du sex-ratio.

L'emploi des méthodes de sélection doit permettre, dans l'hypothèse d'un déterminisme génétique, de constituer une souche de géniteurs qui engendrera des populations monosexes mâles. La sélection de tels géniteurs sera probablement longue et coûteuse. L'obtention et l'entretien de cette souche nécessitera la création de néofemelles (par andrectomie) à chaque génération.

### **3. Contrôle génétique de la maturation sexuelle**

---

Dans ce cas, il ne s'agit pas d'obtenir des populations monosexes mais des populations d'individus stériles. Les animaux restant immatures, ils ne dépensent pas d'énergie dans la reproduction ; on s'attend donc à une meilleure croissance.

#### **3.1. Triploïdie induite**

Un individu triploïde possède dans chacune de ses cellules trois jeux de chromosomes homologues au lieu de deux chez un individu diploïde normal. Chez de nombreuses espèces de poissons et de mollusques d'élevage, la **triploïdie induite** s'accompagne d'une stérilité plus ou moins marquée qui permet à l'aquaculteur de s'affranchir des mortalités et de la baisse de croissance liées à la maturation sexuelle.

La triploïdie peut théoriquement être induite par traitement des œufs (rétention d'un globule polaire) ou par croisement de géniteurs diploïdes et tétraploïdes (individus possédant respectivement deux et quatre jeux de chromosomes homologues). La difficulté que représente le traitement

## ***Evolution des techniques d'élevage***

routinier des œufs chez une espèce ovigère fera probablement retenir la méthode du croisement (sous réserve de la démonstration de sa validité). La création des géniteurs tétraploïdes peut réclamer un effort de recherche plus important, mais l'apport à la profession sera de meilleure qualité. La mise en œuvre est des plus aisées puisqu'elle ne requiert de la part de l'éleveur que la mise en présence de géniteurs diploïdes normaux et de géniteurs tétraploïdes qu'il se sera procuré auprès d'un laboratoire spécialisé.

### **3.2. Hybridation interspécifique**

Elle constitue une seconde approche. On rencontre en effet de nombreux hybrides stériles tant dans le règne végétal qu'animal. La stérilité de l'hybride n'est toutefois pas une règle absolue et on ne peut présager de ses caractéristiques reproductives.

Plusieurs croisements sont réalisables entre les espèces du genre *Macrobrachium*. Ainsi *M. rosenbergii* s'hybride naturellement avec *M. malcolmsonii*. Les espèces *M. formosense* et *M. nipponense* ont été hybridés artificiellement. Par ailleurs, l'hybride de *M. asperulum* et *M. shokitai* est stérile.

La recherche d'un hybride stérile de *M. rosenbergii*, qui présenterait en outre des performances zootechniques comparables, peut donc s'avérer une voie des plus prometteuses pour l'amélioration génétique de la chevrette.

# Choix du système d'élevage

1. Critères liés à la biologie
2. Critères liés aux infrastructures
3. Critères socio-économiques
4. Analyse économique
  - 4.1. Le schéma en discontinu
  - 4.2. La phase 2 du mode séquentiel
  - 4.3. Le schéma en continu
  - 4.4. Analyse des trois modes d'élevage

Le choix d'un système d'élevage est une démarche analogue à celle du choix d'un site. Dans le choix d'un site, on cherche un emplacement qui respecte des normes imposées (topographie, qualité d'eau, logistique, etc.). Dans le choix d'un système d'élevage on cherche le schéma de production le plus adapté aux contraintes sur lesquelles on ne pourra pratiquement pas influencer (température, prix de l'aliment, prix de vente du produit, etc.).

Certains de ces facteurs interviennent à la fois dans le choix d'un site et dans le choix du système d'élevage mais à des niveaux différents. Ainsi, on éliminera un site en altitude où la température descend en dessous de 20° C. En parallèle, si pendant la saison froide, la température descend pendant 3 mois sous 20° C, on s'orientera vers un système d'élevage en mode discontinu.

## 1. Critères liés à la biologie

Le principal critère est la température. L'existence d'une saison froide qui limite fortement la croissance, implique de choisir un système discontinu. Le cycle d'élevage se déroulera donc pendant la saison chaude favorable. A l'opposé, le système continu ne peut être utilisé que si la température permet l'élevage tout au long de l'année.

La Guyane fournit un autre exemple de choix d'un système d'élevage en fonction de contraintes biologiques. En effet, la très faible minéralisation de l'eau ne permet pas un bon contrôle de la qualité de l'eau d'élevage dans les grands bassins pendant la saison sèche. Les pertes enregistrées

## ***Evolution des techniques d'élevage***

à l'ensemencement des postlarves en système continu durant cette période ont conduit à l'utilisation de phases de prégrossissement pour mieux contrôler le milieu et donc la survie des postlarves.

## **2. Critères liés aux infrastructures de l'exploitation.**

---

Plus le schéma d'élevage est complexe et plus l'outil de production doit être adapté. Ainsi, le système séquentiel prévoit des vidanges de bassin fréquentes avec un transfert du cheptel d'une phase à l'autre. Cela nécessite des bassins adaptés (pente du fond correcte, évacuation largement dimensionnée, pêcherie) et une voirie soignée facilitant les déplacements d'un bassin à l'autre.

## **3. Critères socio-économiques.**

---

Ce sont les plus importants car ils déterminent les charges de production et donc la rentabilité du schéma d'élevage. Chaque schéma possède des caractéristiques liées aux performances de l'élevage (taux de survie, indice de conversion, rendement, etc.) mais aussi des caractéristiques bioéconomiques (main d'œuvre nécessaire pour suivre l'élevage, besoin en postlarves ou en juvéniles, classes commerciales obtenues, etc.).

Par ailleurs, dans chaque contexte, le prix des postlarves, de l'aliment, de la main d'œuvre ainsi que le prix de vente du produit, sont fixés par les lois du marché. La rentabilité de chaque système d'élevage et finalement le choix de l'un d'eux dépendra de ces données. Un exemple de ce type d'analyse est donné dans le paragraphe suivant dans les conditions économiques de Tahiti.

D'autre part, des critères qualitatifs entrent en ligne de compte comme le niveau de formation de la main d'œuvre, le type d'entreprise dont il s'agit ou la nature du marché visé. En effet, certains systèmes d'élevage complexes, à plusieurs phases par exemple, demandent une main d'œuvre qualifiée que seules les grosses fermes peuvent s'offrir. Aux Antilles, l'implantation des petites exploitations dans le cadre d'un plan de diversification agricole, n'a pas permis l'utilisation de tels schémas. Enfin, on ne peut choisir un système discontinu que si le marché accepte des catégories de tailles différentes.

## **4. Analyse économique**

---

La ferme d'Aquapac a comparé la rentabilité d'un schéma discontinu, d'un schéma séquentiel et d'un schéma en continu type Antilles-Guyane pour déterminer le plus rentable dans ses propres conditions. Cette

## Choix du système d'élevage

analyse, établie en 1989, est fournie ici à titre d'exemple. Les données utilisées pour les schémas discontinu et séquentiel ont été obtenues au cours d'une vingtaine d'élevages réalisés sur la ferme. La simulation du schéma en continu est faite en utilisant des résultats moyens observés aux Antilles-Guyane avec une correction due à son application éventuelle dans le contexte Polynésien (notamment un meilleur indice de conversion grâce à une meilleure qualité de l'aliment).

Les **éléments fixes** de la comparaison sont les suivants.

- Pour les coûts de production, les **charges de structure** de l'entreprise qui comprennent la main d'œuvre, les frais généraux et financiers, les amortissements. Ces charges fixes sont ramenées au m<sup>2</sup> et au jour dans la méthode de gestion économique d'Aquapac. Elles s'élèvent à 3,2 centimes/m<sup>2</sup>/jour dans les schémas séquentiel et discontinu, et à 3,45 centimes/m<sup>2</sup>/jour dans le schéma en continu en raison des besoins plus importants en personnel dûs aux nombreuses pêches partielles.
- Pour les recettes, le **prix de vente** de la chevrette en fonction de sa taille sur le marché de Tahiti (tableau 2.7).

**Tableau 2.7** : Prix de vente au détail de la chevrette à Tahiti, en fonction des classes de taille (1989).

Classes de taille (ind/kg)	Prix de vente (F/kg)
(ind/kg)	(F/kg)
20/30	121
30/40	115
40/60	107
60/80	88
80 up	72

### 4.1. Le schéma en discontinu

Il est appliqué sur un hectare de bassins et est caractérisé par:

- un ensemencement d'animaux prégressis de 1 g à 15/m<sup>2</sup>. Le coût de revient d'une chevrette de 1 g a été calculé à Aquapac à 16,5 centimes l'unité, ce qui représente une charge de 24 750 francs pour un hectare ;
- une durée d'élevage de 240 jours à laquelle il convient d'ajouter une durée d'asec de 21 jours représentant une durée totale d'immobilisation du bassin de 261 jours ;
- un rendement biologique de 2,44 T/ha/an et un rendement économique (incluant la durée de l'asec) de 2,24 T/ha/an ; ceci correspond à une récolte de 1 754 kg représentant un accroissement de biomasse depuis l'ensemencement de 1 604 kg pour une survie globale de 65 % ;

## **Choix du système d'élevage**

- un poids moyen à la récolte de 18 g correspondant à la répartition en classes de taille suivantes :
  - 30/40 = 15 %
  - 40/60 = 35 %
  - 60/80 = 25 %
  - 80 up = 25 %
- un indice de conversion de 2,3 c'est à dire une quantité d'aliment utilisée de 3 689 kg représentant une charge de 23 351 francs (6,33 F/kg d'aliment).

### **4.2. La phase 2 du mode séquentiel**

Elle est également appliquée dans un hectare de bassins et est caractérisée par :

- un ensemencement d'animaux de 9 g à 2,3 /m<sup>2</sup> ; le coût d'une chevrette de 9 g a été calculé à Aquapac à 66 centimes l'unité, ce qui représente une charge de 15 180 francs ;
- une durée d'élevage de 92 jours et un assec de 7 jours soit une durée totale d'immobilisation de 99 jours ;
- un rendement biologique de 1,48 T/ha/an et un rendement économique de 1,38 T/ha/an ce qui correspond à une récolte de 590 kg représentant un accroissement de biomasse de 392 kg pour une survie de 80 %;
- un poids moyen à la récolte de 32 g correspondant à la répartition en classes de taille suivantes :
  - 20/30 = 30 %
  - 30/40 = 30 %
  - 40/60 = 30 %
  - 60/80 = 10 %
- un indice de conversion de 1,3 c'est à dire une quantité d'aliment utilisée de 510 kg représentant une charge de 3 228 francs.

### **4.3. Le schéma en continu**

Appliqué sur un hectare de bassins, il est caractérisé par :

- un ensemencement de 15 PL/m<sup>2</sup>/an, soit pour un coût de postlarves de 6,3 centimes à Tahiti, une charge de 9 450 F.
- une récolte de 1800 kg/an, correspondant à une rendement de 1,8 T/ha/an et un taux de retour de 30 %.
- un poids moyen de récolte de 40 g correspondant à la répartition en classes de taille commerciales suivantes :
  - 20/30 = 70 %
  - 30/40 = 30 %



## Choix du système d'élevage

- un indice de conversion de 3, c'est à dire une quantité d'aliment utilisée de 5 400 kg/an, représentant une charge de 34 182 F.

Schéma d'élevage	discontinu	séquentiel	continu
<b>Coûts de production</b>			
- Charges de structure	0,032 x 10 000 x 261 = 83 520 F	0,032 x 10 000 x 99 = 31 680 F	0,034 x 10 000 x 365 = 125 925 F
- Charges d'ensemencement	0,165 x 150000 = 24 750 F	0,66 x 23 000 = 15 180 F	0,063 x 150 000 = 9 450 F
- Coût de l'aliment	6,33 x 3689 = 23 351 F	6,33 x 510 = 3 228 F	6,33 x 5 400 = 34 182 F
Total par cycle =	131 621 F	50 088 F	169 557 F
<b>Total à l'année =</b>	<b>184 068 F</b>	<b>184 668 F</b>	<b>169 557 F</b>
<b>Recettes</b>			
- Quantité vendue après 6 % perte par essorage	1 754 kg x 0,94 = 1 648 kg	590 x 0,94 = 554 kg	1 800 x 0,94 = 1 692 kg
- Répartition des ventes classes commerciales	248 x 115 F = 28 520 F	166,2 x 121 F = 20 110 F	1 184,4 x 121 F = 143 312 F
20/30	30/40	166,2 x 115 F = 19 113 F	507,6 x 115 F = 58 374 F
40/60	576 x 107 F = 61 632 F	166,2 x 107 F = 17 783 F	
60/80	412 x 88 F = 36 256 F	55,4 x 88 F = 4 875 F	
80 up	412 x 72 F = 29 664 F		
Total par cycle =	156 072 F	61 881 F	201 686 F
<b>Total à l'année =</b>	<b>218 262 F</b>	<b>228 147 F</b>	<b>201 686 F</b>
<b>Bénéfice/ha/an</b>	<b>218 262 - 184 068 = 34 194 F</b>	<b>228 147 - 184 668 = 43 479 F</b>	<b>201 686 - 169 557 = 32 129 F</b>

soit un gain du schéma **séquentiel** par rapport au schéma **discontinu** de **9 285 F/ha/an**

**Tableau 2.8** : Comparaison de la rentabilité d'un schéma discontinu, d'un schéma séquentiel et d'un schéma continu, testé dans les conditions d'Aquapac (Tahiti).

### 4.4. Analyse des trois modes d'élevage

L'analyse des différents postes (tableau 2.8) montre que, malgré un meilleur rendement, le système discontinu classique dégage un chiffre d'affaire moins important que le système séquentiel. Ce paradoxe provient de la répartition des ventes dans les différentes classes commerciales. En effet, dans le système séquentiel, les individus produits sont plus gros et donc vendus plus cher. Cet élément est en grande partie responsable du meilleur résultat économique du système séquentiel sur la ferme d'Aquapac.

Pour la simulation de rentabilité du système continu, on constate que pour un rendement de 1,8 T/ha/an, ce type d'élevage est moins rentable que les deux autres systèmes et ce, malgré la grosse taille des individus produits. Pour obtenir un bénéfice équivalent, il serait nécessaire d'obtenir un rendement de 1,9 à 2 T/ha/an. Compte tenu de la saison froide existant à Tahiti, il est peu probable que le système continu puisse donner des tels résultats. Les essais effectués depuis 1988 ont toujours donné des rendements en dessous de 1,5 T/ha/an.

Cette comparaison montre que meilleur rendement ne signifie pas nécessairement plus de bénéfice. Il faut tenir compte des facteurs

## ***Choix du système d'élevage***

économiques qui régissent l'entreprise aquacole. C'est pourquoi les systèmes d'élevage doivent être évalués selon des critères de rentabilité et non seulement à partir de critères biologiques. L'objectif d'une ferme aquacole n'est pas de produire le tonnage le plus élevé possible mais d'être la plus rentable possible. Sous cet angle, il apparaît qu'il n'existe pas de système d'élevage supérieur aux autres. Il y a seulement des systèmes mieux adaptés que d'autres au contexte donné au départ.

Toute la difficulté du choix du système d'élevage est donc liée à la qualité de l'appréciation de ce contexte : plus l'analyse de celui-ci sera précise et complète, plus le choix final sera facilité.

## Troisième Partie

# Guide pratique

---

## Création de l'entreprise

---

Le guide pratique s'adresse d'abord à un investisseur qui recherche les informations nécessaires pour prendre la décision de s'engager dans cette activité. Il s'agit donc :

- de situer dans quel contexte général cet élevage s'inscrit (le contexte agricole) et quels seront ses interlocuteurs pour le montage du dossier ;
- de l'informer des principaux types d'entreprises existants : entreprise intégrée indépendante ou entreprise associée au sein d'une coopérative assurant des intérêts communs ;
- de lui faire bénéficier des expériences qui ont révélé les points faibles de certains projets : cet élevage présente des risques pouvant conduire à l'échec de l'entreprise ; ces risques sont significativement réduits lorsque les dispositions et les garanties adéquates sont prises à tous les niveaux de préparation, de réalisation et de démarrage du projet.
- de lui donner des informations plus précises sur l'analyse économique et la rentabilité d'un tel élevage ainsi que les règles de base pour la construction d'une ferme, afin de pouvoir préparer de manière précise son projet définitif.

Ces notions sont développées dans trois fiches.

<input type="checkbox"/>	<b>L'entreprise aquacole</b> .....	134
<input type="checkbox"/>	<b>Analyse du projet</b> .....	143
<input type="checkbox"/>	<b>Choix du site et normes de construction</b> .....	155

---

# L'entreprise aquacole

1. Elle s'insère dans le domaine agricole
2. Un interlocuteur naturel :  
l'administration en charge de l'agriculture
3. Formes d'aides publiques
4. Un partenaire obligé : le banquier
5. Types d'entreprises
  - 5.1. L'entreprise intégrée
  - 5.2. La structure coopérative
  - 5.3. La taille de l'entreprise

## 1. Elle s'insère dans le domaine agricole

Une entreprise d'élevage de chevrettes s'apparente plus à une entreprise agricole qu'à une entreprise industrielle de type pêche par exemple. Elle s'insère parmi les zones de culture et d'élevage, où elle prend souvent la place d'une spéculation agricole qui n'est plus rentable. Cette implantation se pose alors en termes de concurrence ou de compétition pour l'emploi des terrains et surtout pour l'utilisation de l'eau.

La ferme de chevette a besoin de beaucoup d'eau : onze litres par seconde et par hectare de bassin, tout au long de l'année. Cette eau ne doit pas être polluée ni par des produits chimiques ni par des produits organiques d'élevage ou d'habitation ni par des agents pathogènes. L'eau rejetée par la ferme est enrichie en déchets azotés mais dans une proportion qui ne constitue à aucun moment une pollution ; ces déchets sont très rapidement oxydés et cette eau peut être rendue à la rivière sans gêne pour les activités installées en aval. Il n'existe actuellement pas de législation particulière dans les DOM-TOM pour l'utilisation et le rejet de l'eau dans cette activité aquacole, si ce n'est une demande d'autorisation de captage.

## 2. Un interlocuteur naturel : l'administration en charge de l'agriculture

Par cette implantation dans le domaine agricole, l'entrepreneur a comme interlocuteur l'administration en charge de l'agriculture et de l'élevage.

L'intérêt de cette administration pour la création de ce type d'entreprise est réel ; c'est une activité qui est encore novatrice et qui pose donc des problèmes différents des spéculations agricoles tropicales traditionnelles. Elle répond également à des soucis chroniques des économies locales : le besoin de création d'emplois en milieu rural, de diversification des productions agricoles ou d'accroissement des exportations. Aussi cette administration est pour l'entrepreneur :

- **une source d'informations et de compétences** dans la recherche et l'étude du site, sur le plan cadastral (cartes, plans), topographique (photos aériennes, relevés), pédologique (analyse des sols) et hydraulique (débit moyen et débit d'étiage des rivières) ;
- **un conseil et un appui** pour la préparation du projet, car cette structure intervient naturellement auprès des organismes financiers et des autres administrations ;
- la pièce maîtresse du mécanisme d'**octroi des aides publiques** pour lesquelles le projet est éligible : cette administration intervient de différentes façons selon la nature et l'origine des aides ; elle a le pouvoir de décision de l'octroi pour des budgets du ministère de l'Agriculture qu'elle gère directement ; elle instruit des dossiers pour des instances locales de décision qui disposent de différents fonds ; elle formule un avis pour des instances nationales ou communautaires. Dans tous les cas, elle pèse fortement sur ces sources de financement.

### **3. Formes d'aides publiques**

---

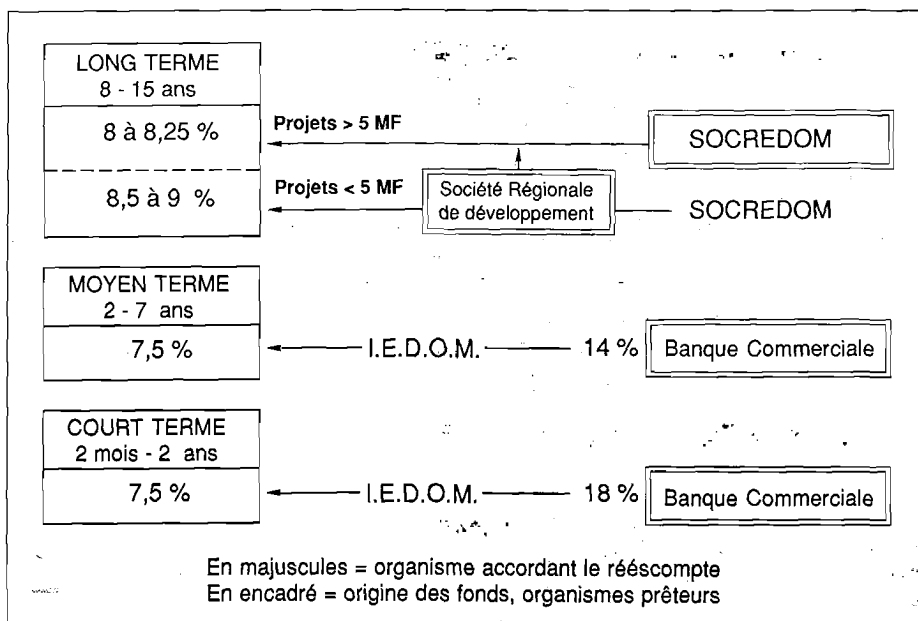
Dans la première moitié de la décennie 80, l'élevage de la chevrette a été introduit dans l'économie agricole des DOM-TOM comme un des moyens de son développement et de sa diversification.

A ce titre, il a bénéficié des aides publiques incitatives à la création d'entreprises productives, entrant dans la politique globale de l'Etat pour le développement économique des DOM-TOM Il a également bénéficié d'aides spécifiques d'accompagnement pour la mise en place et le fonctionnement de la filière, attribuées dans les DOM par le FORMA puis par l'ODEADOM à partir de 1985. Enfin, pendant la période 1978-87, deux règlements communautaires pour le financement des structures de production de pêche et d'aquaculture applicables dans les DOM ont complété le dispositif. Ces aides, répondant chacune à des conditions d'octroi particulières, ont revêtu différentes formes :

- des **subventions** venant abonder les fonds propres de l'entrepreneur pour l'investissement (prime d'équipement dans les DOM assujettie à la création minimum de cinq emplois, code des investissements dans les TOM, règlements CEE-FEOGA, etc.) ;

## L'entreprise aquacole

- des **prêts à taux bonifiés** pour les besoins de financement à la création de l'entreprise (long et moyen terme) et pour son démarrage (court terme) : la figure 3.1 présente schématiquement les mécanismes de ces prêts, les organismes prêteurs et l'origine de la bonification ;



**Figure 3.1 :** Les prêts bonifiés aux entreprises aquacoles dans les DOM-TOM : Organismes prêteurs et origine de la bonification.

- des **exonérations de charges sociales** (la prime d'emploi attribuée conjointement avec la prime d'équipement dans les DOM) ;
- des **exonérations de taxes locales** à l'importation et à l'exportation ;
- des **services** supportés pendant un temps déterminé par les pouvoirs publics (l'assistance technique à la création de l'entreprise, au démarrage puis au suivi de l'exploitation ; l'assistance à la gestion de structures professionnelles et à la formation ; la production des postlarves) ;
- des **études** d'intérêt commun à la profession (analyse des coûts de production ; définition d'une politique commerciale, etc.) ;
- des **primes conjoncturelles** (aide à l'achat des postlarves, de l'aliment, des emballages, aides à l'exportation, etc.).

L'importance et la variété de ces aides sont le reflet de la politique très volontariste de développement économique dans les DOM pendant cette période. Ce développement a pris une forme très dirigée par le moyen des budgets du FORMA et de l'ODEADOM accessibles aux entreprises individuelles par l'intermédiaire d'une structure professionnelle coopérative.

Cette forme d'intervention des pouvoirs publics pour la mise en place et l'organisation d'un secteur professionnel a eu des effets très positifs. Elle a apporté à l'ensemble des entreprises participant à un plan de développement régional, des moyens et des services qu'une entreprise seule, surtout de petite dimension, ne pouvait financer. Elle a eu comme inconvénient majeur de limiter l'esprit d'initiative et de responsabilité de l'entrepreneur.

Cette forme d'intervention planifiée a cessé progressivement au cours de la seconde moitié de la décennie 80. La politique d'aide aux projets personnalisés reste d'actualité mais le promoteur doit apporter clairement la preuve de la qualité de son projet et de ses capacités à investir.

### **4. Un partenaire obligé : le banquier**

L'entreprise aquacole est encore considérée par les financiers comme une **entreprise à risques** du fait de son jeune âge (les données disponibles pour contrôler la faisabilité et la rentabilité du projet proposé sont encore peu nombreuses) et des besoins de financement importants. L'entrepreneur doit donc donner au banquier des **garanties** pour l'amener à accepter les risques et à participer au montage financier.

La première garantie réside dans un **apport de fonds propres** à un niveau qui montre sans ambiguïté la confiance que l'entrepreneur porte à son projet. Les besoins financiers nécessaires à la réalisation et au démarrage du projet sont nombreux. Ils portent sur les études préliminaires, les études d'ingénierie, la construction et les équipements, le fonds de roulement de l'entreprise et la trésorerie nécessaire à la mise en route de l'exploitation (voir fiche *Analyse du projet*).

L'ensemble de ces besoins doit être pris en compte au moment du montage du projet. L'importance de la part financée par l'entrepreneur dépend de la taille du projet, de la nature et du montant des aides dont il bénéficie. Si le projet reçoit des aides directes à l'investissement, l'entrepreneur peut réduire son apport à ce niveau. Il utilisera alors ses fonds à financer les postes qui ne reçoivent pas de subventions (dans certains cas le dossier d'ingénierie n'est pas primable) ou pour lesquels les prêts bancaires sont à des taux élevés (le financement de la trésorerie avec un court terme par exemple).

La seconde garantie est apportée par des dispositions que l'entrepreneur adopte pour traiter les points qu'il ne maîtrise pas directement ou pour lesquels il n'a pas de compétence particulière.

## ***L'entreprise aquacole***

- Pour les études de faisabilité et d'ingénierie, le **choix d'un bureau d'études spécialisé**. Chaque projet est unique et il doit donc faire l'objet d'une étude particulière. Le site n'est jamais parfait : il présente des atouts et des points faibles. Le bureau d'études identifiera les atouts et les exploitera au mieux. La valeur de cette étude sera déterminante pour le succès de l'entreprise.
- Pour la construction de la ferme, le **choix d'une entreprise sérieuse**, qui garantit les prix et surtout les délais. Un temps de construction plus long que celui initialement prévu fait sortir le projet du prévisionnel de financement et de rentabilité. Les délais peuvent être respectés s'ils ont été déterminés à partir d'une évaluation raisonnable du nombre de jours de travail par rapport au nombre de jours d'intempéries ; elle ne doit pas être basée sur des années exceptionnelles de beau temps. L'entreprise doit disposer d'un parc de matériels de terrassement en état et en nombre important. Les entreprises qui répondent à ces exigences sont généralement plus chères mais présentent pour l'entrepreneur des garanties de disposer d'un bon outil de production selon le calendrier établi.
- Pour le démarrage de la ferme, la certitude de disposer de **postlarves** et d'**aliment**. Si l'entreprise n'a pas sa propre éclosérie, l'entrepreneur doit avoir un contrat d'approvisionnement avec l'éclosérie qui doit le fournir. L'existence dans la région d'autres écloséries où l'entrepreneur pourra s'adresser en cas de pénurie, renforcera la crédibilité du projet (le transport des postlarves est possible par avion). Pour l'aliment, l'entrepreneur demandera plusieurs offres à des fabricants locaux ou étrangers.
- Pour faire fonctionner la ferme selon les normes d'élevage, l'entrepreneur choisira d'un **chef d'exploitation qualifié** ; une correspondance avec curriculum-vitæ, disponibilité du postulant et indication de sa rémunération en rapport avec l'expérience requise et les responsabilités à assurer, sera un élément montrant la volonté de l'entrepreneur de faire appel durablement aux compétences nécessaires.
- Pour la vente de la production, l'entrepreneur précisera sa politique de **commercialisation**, définie à partir d'une analyse du marché et déterminant le produit (appellation, qualité, présentation), la distribution et les matériels pour la vente.

Depuis quelques années, des compagnies d'assurance assurent les risques aquacoles. Une proposition de contrat protégeant l'entreprise pour des pertes accidentelles de cheptel constitue aussi une garantie importante pour la banque.

Le promoteur, en relation avec le bureau d'études retenu, doit déterminer le type d'entreprise qu'il va constituer en fonction de ses capacités de financement, du marché visé et du profit qu'il envisage.



## **5. Types d'entreprises**

---

Il se définit plus par le niveau d'intégration verticale auquel le promoteur veut aboutir pour avoir la plus grande autonomie vis à vis des fournisseurs ou des prestataires extérieurs que par la dimension du projet lui-même.

Ainsi, il existe tous les degrés d'autonomie, depuis la ferme dont l'objet est uniquement la production d'animaux commercialisables à partir de postlarves achetées à une écloserie, jusqu'à la maîtrise par une même entreprise, de l'amont de la production (production de postlarves) à l'aval (commercialisation). Le prix d'une grande autonomie n'est pas le même que celui d'une dépendance. Il faut savoir à partir de quelle dimension de l'entreprise, l'autonomie est envisageable sur le plan technique et sur le plan de la rentabilité de l'investissement. Il faut connaître, à l'inverse, les contraintes et les limites d'une dépendance ou d'une interdépendance dans le cas d'entreprises associées dans une structure coopérative.

### **5.1. Entreprise intégrée**

Elle correspond à l'aspiration normale d'un entrepreneur à maîtriser l'ensemble des maillons de la filière. Elle présente des **avantages** directs.

- Un **fonctionnement optimum de la ferme** qui prend en compte en permanence, les contraintes du marché (qualité du produit fini et fluctuations saisonnières de la demande),
- Une **meilleure répartition des charges** de structure et de personnel, aboutissant à un coût de production inférieur à celui obtenu dans un schéma de dépendance dans lequel les marges intermédiaires s'ajoutent,
- Une politique de **contrôle du prix de revient** du produit fini en faisant porter les efforts de meilleure gestion, d'économie et de gain de productivité sur plusieurs maillons de la filière.

A partir de quelle dimension de la ferme, un projet peut-il comporter une écloserie, une unité de conditionnement et une structure de commercialisation ? L'analyse économique du projet (voir chapitre suivant) répond à chaque cas particulier. Mais il est important, pour un promoteur, de pouvoir apprécier la faisabilité technique de cette intégration qui nécessite des installations et des compétences supplémentaires.

- **Pour l'écloserie**, la technique d'élevage larvaire en intensif et en circuit fermé, disponible sur le marché de l'ingénierie aquacole, permet de concevoir des installations compactes, modulaires et très fiables, même pour une mise en œuvre par un personnel peu qualifié. D'autre part, l'utilisation d'eau de mer reconstituée à partir de sels industriels permet d'implanter l'écloserie sur le site même de la ferme ce qui

## ***L'entreprise aquacole***

constitue une intégration parfaite de la production des postlarves à l'unité de grossissement avec tous les avantages qui y sont liés.

- **Pour le conditionnement**, le tri de chevrettes en classes de tailles commerciales se fait toujours manuellement, quelle que soit l'importance de l'atelier de traitement. En effet, les trieuses utilisées pour les péneïdes ne fonctionnent pas pour les chevrettes à cause de leurs pinces qui restent accrochées dans les gouttières de tri. Il n'y a donc pas de surcoût pour le traitement du produit dans une unité artisanale par rapport à une unité industrielle. D'autre part, les équipements de froid adaptés à la préparation du produit en frais ou en congelé (machine à glace, bac de congélation à saumure, chambre froide de stockage) existent pour des capacités de traitement réduites et présentent les mêmes caractéristiques de robustesse que des unités plus grosses.

De plus, le conditionnement sur place de la chevette, réduit considérablement les risques de dégradation de sa qualité qui apparaissent dès sa capture dans le bassin. Ceux liés au transfert des animaux (manipulations supplémentaires, entassement, réchauffement, etc.) sont ainsi éliminés.

Le dernier maillon de l'intégration verticale est le **contrôle de la commercialisation**. L'intérêt de plus en plus marqué des consommateurs de bien identifier le produit et son origine va dans le sens d'une commercialisation directe par le producteur. Mais la politique commerciale qui a été déterminée comme la mieux adaptée pour valoriser la chevette d'élevage conduit à un éclatement des ventes hebdomadaires vers un nombre très important de clients auprès desquels il faut intervenir en permanence à la fois pour enregistrer les commandes et pour la facturation. Pour être efficace, cette forme de vente nécessite deux personnes. Le surcoût engendré par ce poste supplémentaire est compensé par un prix de vente très supérieur par rapport à celui d'un produit "banalisé". Mais ce poste, correspondant essentiellement à des charges de salaires, pèsera d'autant moins que le volume de vente sera important. Une entreprise de dimension moyenne (de l'ordre de 50 tonnes par an) devra donc chercher un ou plusieurs partenaires pour conduire ce type d'opération à la condition qu'ils garantissent tous une qualité identique du produit.

## **5.2. Structure coopérative**

L'autre alternative à l'entreprise intégrée est l'entreprise qui se groupe avec d'autres, d'importance similaire, pour traiter en commun les besoins amont et aval de la production. C'est cette forme qui a prévalu dans les plans de développement de Martinique, de Guadeloupe et de Guyane, avec la création de Sica (Société d'intérêt collectif agricole).

Les principaux points d'intérêt commun qui ont permis d'ancrer cette coopération entre exploitants ont été la production de postlarves, la disponibilité sur le marché local d'un aliment adapté, l'assistance technique aux éleveurs et la commercialisation.

L'expérience acquise permet d'analyser cette forme d'association en relevant, au niveau des maillons successifs de la filière, les principaux points faibles qui ont été rencontrés et en rappelant les principaux avantages.

- L'écloserie présente souvent comme problème majeur, un **surdimensionnement** par rapport aux besoins effectifs des élevages aussi bien en phase de démarrage du programme de développement qu'en phase stabilisée. Il entraîne un surcoût du prix de revient des postlarves qui doit être supporté par les éleveurs. Le prévisionnel des besoins de plusieurs projets est toujours très difficile à faire. La solution est de concevoir une écloserie modulaire et de ne décider de la construction d'un nouveau module que lorsque les nouveaux projets sont bien engagés ; il est toujours plus rapide de construire et de démarrer une écloserie qu'une ferme.
- La disponibilité sur le marché d'un **aliment adapté** à la chevrette et de qualité constante toute l'année est indispensable. Pour intéresser les industriels de la fabrication d'aliments composés, les commandes doivent porter sur plusieurs centaines de tonnes par an. Cette démarche ne peut donc pas être le fait d'une seule entreprise et entre bien dans les objectifs que doit afficher un groupement de producteurs. L'expérience a démontré l'importance du contrôle régulier de la qualité des aliments (voir fiche *Fabrication de l'aliment*) ; c'est un des points qui doit figurer dans le contrat liant la fabrique à l'association de producteurs.
- Le **service d'assistance technique** dépendant de la profession répond bien aux besoins et à l'attente des petits exploitants qui n'ont pas les moyens d'embaucher des techniciens spécialisés. Par la multiplicité des élevages suivis, le technicien responsable assimile rapidement les spécificités de l'environnement local et peut ainsi définir et proposer aux aquaculteurs des schémas de production bien adaptés. Le problème majeur est de financer ce service une fois que les aides publiques cessent d'être octroyées à la structure coopérative : ce sont généralement par des taxes sur d'autres services, soit en amont de la production (taxes sur les postlarves, sur l'aliment), soit en aval (sur la vente des chevrettes). Ces taxes pénalisent les aquaculteurs dynamiques et il apparaît plus équitable de les asseoir sur l'outil de production lui-même, c'est-à-dire sur le nombre d'hectares de la ferme.
- La mise en œuvre d'une **unité de conditionnement commune** à plusieurs exploitations pose de nombreux problèmes qui ne peuvent être résolus que par une réglementation très stricte régissant les apports. Elle doit définir notamment les normes de qualité du produit livré et les moyens de son contrôle. L'origine des lots doit être identifiable en cas de réclamation des clients.
- Le succès de la commercialisation dépendra directement de la **qualité du produit** proposé à la vente, c'est-à-dire du travail réalisé par

## ***L'entreprise aquacole***

l'unité de conditionnement commune. Il dépendra aussi de la capacité de la coopérative à respecter les commandes en temps et en quantité. Ceci sera acquis si les exploitants ont l'obligation d'apport total de leur production à la coopérative. Un apport partiel est un handicap permanent pour la structure.

Dans ces structures communes, une entreprise performante et respectueuse des règlements peut être pénalisée par son association avec d'autres qui le sont moins ; ceci illustre les limites de cette forme d'organisation. Les plans de développements dans les DOM ont eu des résultats limités parce que l'individualisme des partenaires a souvent prévalu sur le sens de l'intérêt commun. Les meilleurs résultats, en terme de durée des exploitations, ont été enregistrés là où il y avait déjà, dans le domaine agricole, une pratique de la structure associative.

### **5.3. Taille de l'entreprise**

L'idée communément répandue est que le coût de construction de l'hectare de bassin baisse avec l'augmentation de la taille du projet selon une logique d'économie d'échelle. Cette règle ne s'applique pas de manière automatique à l'élevage de la chevette pour deux raisons : d'abord, la taille des bassins doit rester limitée (moins d'un hectare), ensuite, pour les grandes exploitations, la complexité des réseaux (circulation, eau) entraîne un surcoût qui limite les éventuelles économies d'échelle.

# Analyse du projet

- 1. Besoins financiers**
  - 1.1. Études préliminaires
  - 1.2. Réalisation du projet
  - 1.3. Trésorerie pour le financement du stock
  - 1.4. Fonds de roulement permanent
- 2. Comptes d'exploitation prévisionnels**
- 3. Plan de financement**
  - 3.1. Les dépenses ou l'utilisation des fonds
  - 3.2. Le financement ou l'origine des fonds
- 4. Critères de rentabilité du projet**

Cette fiche présente de façon simplifiée les éléments importants à prendre en compte pour :

- **analyser la rentabilité financière** d'un projet et donc son opportunité pour l'investisseur,
- **prévoir le financement** de la construction et de la montée en production.

La présentation est globale pour rester valable pour tout type de projet d'élevage de *Macrobrachium*. Pour plus de clarté, la démarche est illustrée par un cas type : une ferme de 5 hectares de bassins de grossissement. Les chiffres présentés ne doivent pas être considérés comme des normes, mais comme des ordres de grandeur à titre démonstratif.

En effet, le contexte économique des exemples cités dans cette partie est celui des Antilles françaises, contexte coûteux par rapport à la majorité des pays de la zone tropicale.

## 1. Besoins financiers

---

Les besoins sont de trois ordres : l'étude du projet (les études préliminaires), la construction et la montée en production.

# Analyse du projet

## 1.1. Etudes préliminaires

Celles-ci s'ordonnent en trois étapes successives.

- **Etude du site.**
- **Etude de pré faisabilité du projet :** première ébauche technique du projet avec analyse financière sommaire du projet. Le but est de savoir de façon non détaillée si le projet est techniquement faisable et si sa rentabilité financière est acceptable. Ce niveau d'étude peut amener, soit à abandonner le projet sur le site étudié, soit à décider de concevoir un projet plus grand dès le départ si l'économie d'échelle permet d'en accroître la rentabilité financière.
- **Etude de faisabilité du projet :** le projet étudié est alors complètement étudié sur les plans technique (avant-projet sommaire ou A.P.S.) et financier.

A ce niveau, l'étude permet de rechercher des partenaires financiers (les futurs co-actionnaires), de faire les demandes de subventions et de négocier les prêts nécessaires au financement du projet.

De façon générale, le coût global de ces études préliminaires est de 2 à 3 % de l'investissement en immobilisations. Dans certains cas, elles peuvent être incluses dans les investissements et donc bénéficier d'aides.

## 1.2. Réalisation du projet : investissement de base

La décision de monter le projet étant prise, la réalisation de la ferme induit trois types de dépenses.

- **L'achat du foncier**, dans le cas où l'investisseur n'est pas lui-même le propriétaire du terrain. Dans le cas d'un bail de location, la valeur de ce bail sera considérée comme une charge annuelle d'exploitation (frais de fonctionnement) et non pas comme un investissement initial.
- **Les travaux d'ingénierie et de maîtrise d'œuvre.**
- **Les travaux et équipements** avec génie civil, terrassements, travaux d'infrastructures, bâtiments, bassins, équipements. Ce sont les immobilisations.
  - Le coût de réalisation d'un hectare de bassins (2 à 4 unités) se situe dans une fourchette comprise entre 100 et 350.KF selon le pays, le site, la taille du projet, les coûts locaux, etc.
  - Le coût de l'équipement hydraulique dépend de nombreux éléments comme la nécessité éventuelle de pompage, l'éloignement du captage ou la source d'énergie disponible (réseau électrique public ou autonomie complète). Globalement, l'hydraulique atteint 25 à 30 % du coût de la construction des bassins proprement dit.

## Analyse du projet

- L'équipement complémentaire dépend beaucoup de la taille du projet, de sa situation (isolement) et de son degré d'autonomie notamment en matière de commercialisation (capacités de chaîne de froid). Son coût varie de 30 à 50 % environ du coût des bassins.
- Le total des dépenses d'ingénierie et de maîtrise d'œuvre représente généralement 7 à 9 % de l'investissement global (travaux et équipements).
- Seuls les travaux et équipements sont généralement éligibles pour les subventions nationales et européennes au titre d'investissements.

**Exemple 1 :** Ferme de 4 hectares en diversification sur site viabilisé (type Antilles).

- construction (250 000 F / ha)	1 000 000 F
- hydraulique (alimentation en eau par gravité)	250 000 F
- équipements	250 000 F
<b>Total investissement</b>	<b>1 500 000 F</b>
<b>Fonds propres nécessaires (20 %)</b>	<b>300 000 F</b>

**Exemple 2 :**

Ferme industrielle de 40 hectares, sur site isolé (type Guyane).

- déforestation et construction (350 000 F / ha)	14 000 000 F
- hydraulique (pompage)	4 000 000 F
- équipements (autonomie complète nécessaire)	7 000 000 F
<b>Total investissement</b>	<b>25 000 000 F</b>
<b>Fonds propres nécessaires (20 %)</b>	<b>5 000 000 F</b>

### 1.3. Trésorerie pour le financement du stock

La trésorerie nécessaire au financement du stock est un élément essentiel du plan de financement et reste trop souvent sous-estimée dans l'élaboration du projet. Elle représente la somme totale d'argent qui sera effectivement dépensée entre la mise en élevage de l'exploitation et les premières ventes. Elle comprend donc :

- les coûts liés aux ensemencements,
- les salaires,
- l'aliment,
- l'ensemble des charges d'exploitation.

Cette somme ne prend pas en compte les recettes et dépenses fictives comme valeur des stocks et les dotations aux amortissements qui servent au calcul de l'impôt sur le bénéfice de l'entreprise. Elle doit par contre prendre en compte les frais financiers (intérêts des emprunts) qui sont des dépenses réelles. Ceci amène à considérer deux trésoreries.

## Analyse du projet

- **La trésorerie technique** qui prend en compte le calendrier des charges techniques d'exploitation et le calendrier des recettes ;
- **La trésorerie réelle** qui comprend, en plus, le remboursement des frais financiers. Le montant de ceux-ci dépend bien entendu du plan de financement choisi et des sommes empruntées.

L'importance de la trésorerie nécessaire au financement du stock dépend d'une part, de la taille de l'exploitation et d'autre part, de la durée du cycle d'élevage. Une éclosérie de crevettes, qui assure et vend une production dès le premier mois d'exploitation, a des besoins beaucoup plus faibles qu'une ferme de grossissement de chevrettes où le stock se forme en un peu moins d'une année.

Dans ce cas, la trésorerie nécessaire représente presque une année pleine de charges d'exploitation, ce qui est considérable. Il arrive que le montant de cette trésorerie soit équivalent à celui de l'investissement pour les travaux et équipements. Dans le cas d'une ferme artisanale de 5 ha, la trésorerie technique peut osciller entre 500 et 600 000 F.

### **Les problèmes liés au financement de la trésorerie sont importants.**

En effet, si pour les immobilisations, la banque peut toujours garantir son prêt par une caution sur les immobilisations, pour la trésorerie, la garantie équivalente est le stock lui-même. Or, un stock vivant est fragile et difficile à négocier par la banque en cas d'appel de garantie.

Ce risque se traduit par des taux d'intérêt plus élevés ou la nécessité de fournir une caution équivalente à l'ensemble des prêts sur la trésorerie, et parfois les deux. Mais tout le monde ne peut pas assurer une caution de 1 à 1,5 million de francs sur ses biens personnels.

Il n'existe pas de solution miracle pour résoudre ce problème. Celle qui paraît aujourd'hui la mieux adaptée consiste à mettre en place un **fonds de garantie** (régional ou national) ou une société de caution mutuelle, qui pourrait se porter caution pour le prêt consenti pour la trésorerie.

## **1.4. Fonds de roulement permanent**

Le fonds de roulement permanent est différent de la trésorerie nécessaire au financement du stock. Il représente la valeur des liquidités qu'il faut maintenir dans la caisse de la société pour en assurer le bon fonctionnement. Ce montant dépend bien sûr de l'activité : il est généralement estimé à 3 mois de charges d'exploitation, soit environ 200 000 F pour une ferme de grossissement de 5 hectares.



## 2. Comptes d'exploitation prévisionnels

---

La préparation des comptes d'exploitation prévisionnels est indispensable à trois titres.

- Elle permet d'assurer une vision dynamique de l'activité du projet, en montrant clairement ce qui "entre" et ce qui "sort", au cours d'une année donnée d'activité.
- Elle précise le montant de l'impôt.
- Elle permet d'évaluer le profit d'exploitation et la capacité du projet à rembourser les emprunts (immobilisations et trésorerie).

Quatre points importants sont à souligner dans le compte d'exploitation présenté dans ce tableau 3.1 de la page suivante.

- **Charges (dépenses d'exploitation).** Cette rubrique comprend d'une part, les dépenses réelles comme les charges d'exploitation et les frais financiers et d'autre part, les dépenses fictives comme la dotation aux amortissements (100 % des investissements)
- **Produits (recettes).** Cette rubrique comprend elle aussi des flux réels (recettes liées aux ventes) et des flux fictifs comme l'augmentation de la valeur du stock et l'amortissement des postes subventionnés. Par exemple, un équipement dont l'achat est de 100, qui est amortissable sur 5 ans et qui a été subventionné à 30 %. Dans ce cas la valeur d'amortissement en recettes sera de  $(100/5) \times 30\%$  soit 6. Comme le renouvellement des investissements n'est jamais subventionné, ce poste disparaît à terme.
- **Le bénéfice net.** C'est un élément important de l'estimation de la rentabilité du projet puisqu'il représente le profit de l'entreprise après paiement de l'impôt. Celui-ci est calculé à partir du bénéfice brut après déduction du montant des pertes antérieures éventuelles.
- **Le "cash-flow" ou marge d'auto-financement.** Le cash-flow en année n représente le solde des flux réels d'argent à savoir :

$$\begin{array}{l} \text{Bénéfice net (n)} \\ + \text{ dotation aux amortissements (n)} \\ - \text{ dotation aux amortissements des postes subventionnés (n)} \\ - \text{ augmentation du stock (n)} \\ \hline = \text{ cash-flow} \end{array}$$

Cette somme servira à rembourser le principal des prêts, à assurer des provisions si nécessaire et à distribuer les dividendes aux actionnaires.

## Analyse du projet

CHARGES		PRODUITS	
<b>FRAIS VARIABLES</b>		Recettes :	
Aliment	140 400	12 500 kg à 90 F/kg soit	1 121 000
Emballages	12 000	Variation de stock	0
Juvéniles	135 000	Amortissement des subventions (année 6)	29 000
Fertilisant	7 000		
<b>FRAIS FIXES</b>			
Personnel	273 600		
Energie	48 000		
Maintenance	26 400		
Divers	14 400		
Bail de location	30 000		
<b>AMORTISSEMENTS</b>			
	112 300		
<b>FRAIS FINANCIERS</b>			
Emprunts à long terme	41 000		
Découvert bancaire sur trésorerie	47 000		
<b>RESULTATS</b>			
Bénéfice brut d'exploitation	262 900		
Bénéfice net (34 % d'imposition)	173 500		
Cash-flow	256 800		

Tableau 3.1: Compte d'exploitation sommaire en année de routine d'une ferme de grossissement de 5 hectares (sans éclosérie).

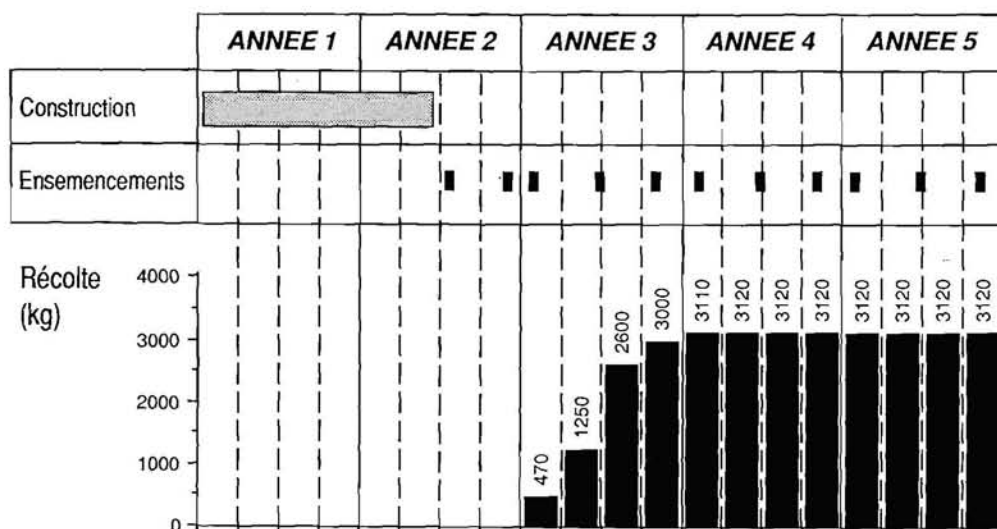


Tableau 3.2 : Planning de construction et de production d'une ferme de grossissement de 5 hectares.

### 3. Plan de financement

Le principe du plan de financement consiste à mettre en place des fonds (fonds propres, subventions, emprunts) pour pouvoir faire face aux dépenses d'investissements (achat du terrain, ingénierie, construction, équipements), et aux besoins de trésorerie réelle (tableau 3.3).

ANNEES	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Utilisation des fonds :</b>													
Investissements, équipements, fonds de roulement, renouvellements	575	588		200	120			120	176		175	22	
Trésorerie réelle	30	351	208										
Remboursement du principal des prêts													
- prêts-relais		230	235										
- découvert bancaire					200	200	189						
- prêt à long terme				5	22	24	27	30	33	36	39	43	48
<b>Total 1</b>	<b>605</b>	<b>1169</b>	<b>443</b>	<b>205</b>	<b>342</b>	<b>224</b>	<b>216</b>	<b>150</b>	<b>209</b>	<b>36</b>	<b>214</b>	<b>65</b>	<b>48</b>
<b>Financement :</b>													
Fonds propres	233												
Prêt relais 1	230												
Prêt relais 2		235											
Subventions		230	235										
Augmentation du découvert bancaire	30	351	208										
Prêts à long terme	112	353											
Cash-flow				243	317	237	236	251	270	272	275	278	280
<b>Total 2</b>	<b>605</b>	<b>1169</b>	<b>443</b>	<b>243</b>	<b>317</b>	<b>237</b>	<b>236</b>	<b>251</b>	<b>270</b>	<b>272</b>	<b>275</b>	<b>278</b>	<b>280</b>
<b>BALANCE (T2 - T1)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>38</b>	<b>-25</b>	<b>13</b>	<b>20</b>	<b>101</b>	<b>61</b>	<b>236</b>	<b>61</b>	<b>213</b>	<b>232</b>

#### Hypothèses de base :

- Investissement initial = 1 163 000 F
- Fonds propres = 20 % soit 233 000 F
- Découvert bancaire = taux d'intérêt de 12 % par an
- Prêt relais = sur 1 an à 12 % par an
- Prêt à long terme = remboursement sur 12 annuités constantes à 10 % par an ; délai de grâce de 3 années

**Tableau 3.3 :** Exemple d'un plan de financement d'une ferme de grossissement de 5 hectares.

Le plan de financement sert à lancer le projet et à "amorcer" la pompe de la production. Par la suite, c'est le cash-flow qui assurera la pérennité de l'entreprise : remboursement des emprunts et rémunération des actionnaires.

# Analyse du projet

## 3.1. Les dépenses ou l'utilisation des fonds

L'ensemble des dépenses comprend les rubriques suivantes.

- **Investissements.** Ce poste regroupe le foncier (éventuellement), les études d'ingénierie et autres études, les travaux de construction et achats d'équipements ainsi que l'immobilisation correspondant au fonds de roulement permanent (tableau 3.4).

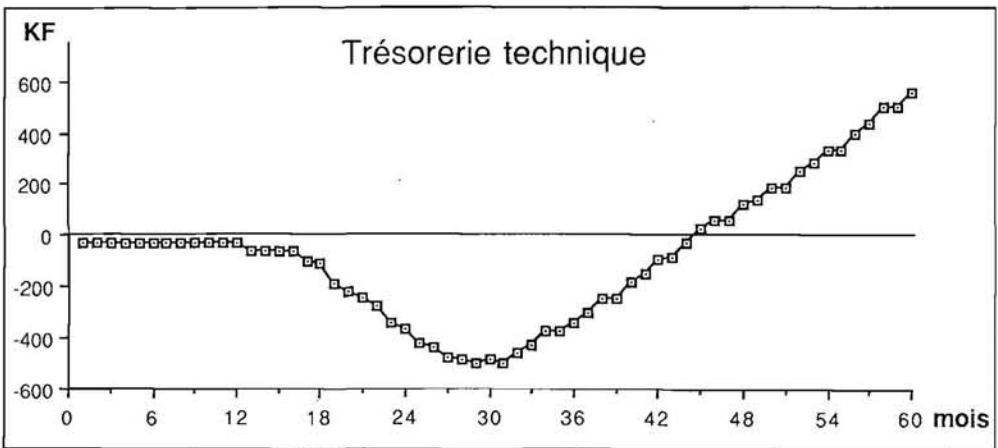
ANNEES	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>Investissement</b>																
Postes amortissables sur 20 ans	520	270														
Postes amortissables sur 10 ans	55	22									55	22				
Postes amortissables sur 7 ans		176							176							176
Postes amortissables sur 3 ans		120			120			120			120			120		
<b>TOTAL</b>	<b>575</b>	<b>588</b>			<b>120</b>			<b>120</b>	<b>176</b>		<b>175</b>	<b>22</b>		<b>120</b>		<b>176</b>
<b>Amortissement (100 %)</b>	<b>31,5</b>	<b>112,3</b>	<b>112,3</b>	<b>112,3</b>	<b>112,3</b>	<b>112,3</b>	<b>112,3</b>	<b>112,3</b>	<b>112,3</b>	<b>112,3</b>	<b>112,3</b>	<b>112,3</b>	<b>112,3</b>	<b>112,3</b>	<b>112,3</b>	<b>112,3</b>
<b>Amortissement sur postes subventionnés (40 %)</b>	<b>12,6</b>	<b>44,9</b>	<b>44,9</b>	<b>44,9</b>	<b>28,9</b>	<b>28,9</b>	<b>28,9</b>	<b>28,9</b>	<b>18,9</b>	<b>18,9</b>	<b>16,7</b>	<b>15,8</b>	<b>15,8</b>	<b>15,8</b>	<b>15,8</b>	<b>15,8</b>

**Hypothèses de base :**

- Investissement initial sur 18 mois = 1 163 000 F
- Taux de subvention (hypothèse de base) = 40 % soit 465 000 F
- Pas d'achat foncier (bail de location)

**Tableau 3.4 :** Prévisions sur 15 ans des investissements, renouvellements et amortissements (hors foncier), d'une ferme de grossissement de 5 hectares (en milliers de francs).

- **Trésorerie réelle.** Cette trésorerie réelle comprend d'une part, les dépenses "techniques" nécessaires au financement du stock (figure 3.2) et d'autre part, les frais financiers.



**Figure 3.2 :** Evolution type de la trésorerie technique d'une ferme de grossissement de 5 hectares, au cours des 5 premières années.

- **Remboursement du principal des prêts.** Un différé de remboursement peut généralement être obtenu auprès des banques, notamment pour les prêts à moyen ou long terme.

### 32. Le financement ou l'origine des fonds

- **Fonds propres.** C'est l'argent que l'investisseur va sortir de sa propre poche. La valeur minimale communément admise est de 20 % de l'investissement en immobilisations et équipements. Une part plus importante en fonds propres présente l'avantage suivant de réduire l'endettement et donc les frais financiers. Par ailleurs, elle montre que l'investisseur a confiance dans son projet ; le banquier le suivra donc d'autant plus facilement pour lui accorder des prêts.

La proportion de fonds propres est aussi fonction des conditions imposées par les bailleurs de fonds ou par l'administration nationale ou communautaire pour l'accès aux subventions.

- **Subventions** - Les subventions sur les investissements peuvent être d'origine régionale, nationale ou européenne (FEOGA). Le scénario le plus fréquent est que la somme des trois subventions représente environ 40 % de l'investissement initial.

Les subventions sont versées pour le remboursement de factures déjà payées par l'investisseur. Le règlement des entreprises ou des fournisseurs doit donc être préfinancé par un prêt-relais à court-terme (généralement 1 an).

- **Emprunts sur investissements**

**Emprunts à long terme.** Ils permettent de financer la part des investissements qui n'a pas été financée par les fonds propres et les subventions.

Les taux d'intérêt constituent un élément important de la négociation avec le banquier. Le point essentiel est l'échéancier de remboursement du prêt et notamment de son principal. Dans le cas d'une filière d'élevage à cycle "long" comme le *Macrobrachium* (début de la construction le mois 1 de l'année 0, premières ventes au mois 25 et ventes significatives au mois 30), il est **vital** de disposer d'un délai de grâce (ou différé) pour le remboursement du principal. L'idéal est un délai de grâce de 3 ans (emprunt contracté en année 0 et premier remboursement du principal en année 3). Les intérêts restent payables dès l'année qui suit l'obtention du prêt.

Si ce différé ne peut être obtenu, l'aquaculteur doit commencer à rembourser le principal alors que les ventes sont encore soit inexistantes, soit très faibles en volume. Il faut donc emprunter à nouveau pour rembourser le prêt, ce qui fait rentrer l'aquaculteur dans une "spirale d'endettement" extrêmement risquée pour la survie de l'entreprise.

## Analyse du projet

**Prêt relais.** Ces prêts relais servent à pré-financer les dépenses subventionnées. Ils sont généralement remboursés en 1 an, après encaissement des subventions.

- **Financement de la trésorerie réelle.** Celle-ci peut être financée soit sur fonds propres, soit par un prêt à moyen terme (rarement à long terme), soit par un découvert bancaire.
- **“Cash-flow”.** Les éléments précédemment décrits servent au financement initial du projet (construction et financement du stock). Le cash-flow sera la source de financement continue lorsque le projet sera en production. Il servira à rembourser le principal des prêts, à assurer le renouvellement des équipements et à rémunérer les actionnaires.

## 4. Critères de rentabilité du projet

---

Les critères d'évaluation de la rentabilité du projet sont très simples et tiennent principalement de la logique et du bon sens.

- **Pour le banquier :** Son opinion est fondamentale car c'est sur la base de celle-ci qu'il accordera ou pas les prêts nécessaires au projet. Ses principaux critères sont la capacité du projet à rembourser les emprunts contractés (intérêt et principal) et l'évaluation subjective du risque (la confiance ...).

Il attachera donc une grande importance au tableau du plan de financement et à l'évaluation des cash-flow.

Dans le cas de l'exemple présenté, on voit que le cash-flow n'est positif qu'à partir de l'année 3. Un délai de grâce sur les prêts est donc absolument nécessaire et permettra au projet de rembourser ses emprunts.

- **Pour l'investisseur.** Son principal critère sera pour lui la rentabilité de fonds propres investis après avoir pris en compte les prêts et les subventions. Vaut-il mieux mettre son argent dans un projet d'élevage de chevrettes, à la Caisse d'Épargne ou ailleurs ? Dans le cas de l'exemple présenté il faut reprendre le tableau de financement et comparer :

- les fonds propres : 233 000 FF en année 0
- la ligne “Balance” (T2 - T1)

Cette ligne “Balance” représente ce qui reste chaque année dans la caisse après que tous les paiements (impôts, principal des prêts, renouvellement éventuel des équipements) aient été effectués.

On peut donc considérer les valeurs représentées comme étant équivalentes aux dividendes distribuables aux actionnaires (ceux qui ont apporté les fonds propres). En année 0, ceux-ci déboursent 233 000 F.

## Analyse du projet

Ils se partageront chaque année, à partir de l'année 3, les dividendes correspondant aux valeurs représentées sur la ligne "Balance".

Cette ligne "Balance" permet de calculer la rentabilité des fonds propres investis. La méthode est la suivante :

- fonds propres en année n (débours) :  $FP_n$
- recettes en année n (dividendes) :  $D_n$
- flux net en année n :  $D_n - FP_n = (FN)_n$
- soit  $i$  le taux d'actualisation,  
le flux net actualisé de l'année n :  $(FN_a)_n = (FN)_n / (1+i)^n$
- valeur actuelle nette (= somme de l'année 0  
à l'année n des flux nets actualisés) :  $V.A.N. = \sum_0^n (FN_a)_n$

Si on veut connaître la rentabilité sur 13 ans, on fait varier  $n$  de 0 à 12 et on calculera la valeur de  $i$  qui donne la V.A.N. la plus proche de 0. La valeur  $i$  sera le **taux de rentabilité interne** des fonds propres investis. C'est cette valeur que l'on peut comparer avec la rentabilité d'autres placements.

Dans le cas du tableau présenté (tableau 3.4), la rentabilité des fonds propres investis est de 16 % sur une période de 13 années.

Dans le cas d'un petit projet artisanal, la rentabilité des fonds propres peut être faible dans la mesure où, la plupart du temps, l'investisseur crée aussi son propre emploi. Dans le cas d'un projet industriel, la plupart des actionnaires interviennent dans le cadre d'un investissement financier. Ils accorderont donc une grande importance à la rentabilité de leurs propres capitaux. Compte-tenu des risques inhérents à une opération aquacole, cette rentabilité des fonds propres doit être au minimum de l'ordre de 15 % à 20 %.





# Choix du site et normes de construction

## 1. Choix du site

### 1.1. Facteurs techniques

- Foncier
- Topographie
- Pédologie
- Disponibilité et qualité de l'eau
- Logistique

### 1.2. Facteurs socio-économiques

- a) Contexte humain
- b) Facteurs économiques

## 2. Aménagement du site

### 2.1. Bassins et voirie

- Bassins
- Voirie

### 2.2. Systèmes hydrauliques

- Adduction d'eau
- Evacuation des eaux d'élevage
- Recyclage des eaux d'élevage

### 2.3. Bâtiments d'exploitation

- Maison de gardiennage
- Bâtiment de service

## 3. Equipements d'exploitation

### 3.1. Matériels roulants

### 3.2. Pêche et conditionnement

### 3.3. Mesure et équipements généraux

## 1. Choix du site

Le choix d'un site pour l'implantation d'une ferme aquacole est complexe. Les paramètres du choix peuvent être classés en deux groupes :

- **les facteurs techniques** : foncier, topographie, pédologie, disponibilité et qualité de l'eau, logistique.
- **les facteurs socio-économiques** : coût de la construction, des équipements, de l'énergie, de l'aliment, du personnel, niveau et disponibilité de la main d'œuvre, taille des marchés et prix de vente des produits finis.

## Choix du site et construction

### 1.1. Facteurs techniques

- **Foncier.** La disponibilité foncière fixe la taille que pourra atteindre la future exploitation et influe donc directement sur la rentabilité du projet.
- **Topographie.** Il est préférable que le terrain soit de pente faible et régulière afin de limiter les volumes de terrassement pour la construction des bassins. On veillera à ce que les bassins ne soient pas trop éloignés du site de captage de façon à limiter les investissements des ouvrages d'adduction d'eau.
- **Pédologie.** Les terrains doivent être de consistance suffisamment argileuse pour assurer une bonne imperméabilité naturelle. Les argiles ne doivent pas être trop plastiques de façon à éviter les phénomènes de liquéfaction et de fluage après compactage des digues. Des études géotechniques sont à prévoir avant toute étude de faisabilité pour une bonne appréciation de la qualité du sol. Enfin, une analyse pédologique simple (granulométrie, teneur en matière organique et calcium) permettra de préciser les besoins en fumure et en amendement.
- **Disponibilité et qualité de l'eau.** Au captage, l'eau douce doit avoir une température entre 23 et 27°C et son pH doit être compris entre 5 et 8. On s'assurera qu'en période d'étiage, le débit disponible puisse alimenter les bassins suivant les normes prescrites pour l'élevage de la chevrette. La norme est de 10 % de renouvellement du volume du bassin par 24 heures, soit environ 11 litres par seconde et par hectare. Il s'avère souvent utile de prévoir une marge de sécurité de 5 % supplémentaires.

L'eau doit être exempte de pollutions organiques et chimiques, en particulier par des pesticides. Une enquête préliminaire est indispensable (voisinage, administration) pour une évaluation du débit d'étiage et des crues caractéristiques.

- **Logistique.** Un accès convenable par tous temps est indispensable pour assurer les nombreux échanges que nécessite une exploitation : personnel, postlarves, aliment, amendement, matériel, production, etc. Dans la mesure du possible, un raccordement à un réseau de distribution d'énergie électrique est préférable à l'installation de groupes électrogènes. Une liaison téléphonique (VHF ou câble) est également indispensable.

### 1.2. Facteurs socio-économiques

- **Contexte humain.** La disponibilité en main-d'œuvre et son aptitude à recevoir une formation aquacole doivent être pris en compte. Cet aspect n'est généralement pas prépondérant dans le choix d'un site, mais peut être déterminant dans le cas d'une grande exploitation éloignée de villages ou de centres urbains. Dans ce cas, il faut prévoir soit des infrastructures d'hébergement sur la ferme pour les employés, voire leurs familles, soit des moyens de transport pour le personnel.

- **Facteurs économiques.** Ils sont importants mais de deuxième ordre dans le déterminisme du choix technique d'un site. Toutefois, le promoteur d'un projet ne pourra décider de sa réalisation que d'après les conclusions d'une étude de faisabilité. Par l'importance des investissements nécessaires à la réalisation des enceintes d'élevage (bassins) et des systèmes hydrauliques (adduction, évacuation), lesquels sont spécifiques de chaque site, cette étude ne peut être conduite qu'à partir d'un avant projet sommaire établi sur un site présélectionné.

## 2. Aménagement du site

---

Les aménagements sont de trois types :

- les bassins d'élevage et la voirie,
- les systèmes hydrauliques pour l'adduction et l'évacuation des eaux d'élevage,
- les bâtiments d'exploitation.

### 2.1. Bassins et voirie

- **Bassins**

Leur ordonnancement nécessite un plan masse à partir d'un levé topographique à l'échelle 1/500, 1/2000 ou 1/5000 suivant l'importance de la ferme projetée. Le nombre et la forme des bassins sont arrêtés par le bureau d'études techniques en fonction de la topographie du terrain, de ses limites foncières et du système d'élevage choisi. Les caractéristiques générales des bassins peuvent être résumées ainsi.

- **Surface unitaire de 3000 à 5000 m<sup>2</sup>.** Elle dépendra pour partie de la capacité instantanée de fourniture des postlarves et du marché auquel sont destinés les animaux. Pour simplifier la gestion des élevages, il est important que les bassins destinés à un même usage aient une superficie identique. Les bassins de prégrossissement doivent être plus petits (500 à 1000 m<sup>2</sup>).
- **Forme rectangulaire** pour avoir le maximum de longueur de digues mitoyenne afin de réduire les investissements (figure 3.3). Une faible largeur (35 m maximum) facilite également la pêche, la dynamique de renouvellement d'eau et la répartition de l'aliment.
- **Hauteur d'eau de 0,8 à 1 mètre** en moyenne avec au point haut des bassins, un minimum de hauteur d'eau de 0,70 m. On évitera dans un même bassin de grandes différences de profondeur (0,60 et 1,60 m par exemple) qui créent des zones d'occupation préférentielle pour les animaux.
- **Digues en terre compactée.** La largeur en tête est au minimum de 2,50 m afin de permettre le passage d'un petit tracteur pour l'exploitation et l'entretien.

## Choix du site et construction



*Figure 3.3 : Ferme de 10 ha en Guyane, comptant 18 bassins homogènes de 5500 m<sup>2</sup> unitaire; distribution de l'eau par canal central.*



*Figure 3.4 : Compactage de digue en Martinique.*

## Choix du site et construction

La pente des digues est généralement dans un rapport compris entre 3/1 et 2/1, dépendant des caractéristiques géotechniques des matériaux employés (figure 3.4). Une digue en pente douce permet d'avoir une meilleure efficacité de pêche et limite l'érosion de la digue. La hauteur est dépendante de la superficie, de la forme des bassins et de la topographie du terrain. La garde est en général de 0,20 à 0,30 m.

Suivant les caractéristiques d'imperméabilité du terrain de fondation, il est nécessaire ou non de prévoir un ancrage de la digue dont la profondeur dépend des matériaux employés.

Afin de les protéger des phénomènes d'érosion par les pluies tropicales, les digues sont enherbées dès leur achèvement. L'entretien de cette couverture végétale se fait régulièrement.

- **Fond en terre compactée**, réglé avec une forme de pente rectangulaire vers l'ouvrage d'évacuation/vidange (figure 3.5). Pour des raisons propres aux techniques de terrassement, la pente ne pourra être inférieure à 7,5 ‰ ; pour les bassins de grande longueur, on préférera des fonds plats et une pente marquée sur le dernier quart du bassin.

- **Voirie**

Elle doit être étudiée et réalisée avec soin pour permettre un accès par tous temps aux bassins pour la pêche, la distribution d'aliment, les mesures de routine et l'entretien.

Suivant l'importance de la ferme, le sommet des digues principales à l'extrémité des bassins, côté évacuation, peut être aménagé comme voirie pour le passage des engins motorisés. Dans ce cas, le sommet de la digue reçoit une couche de roulement d'épaisseur 0,20 à 0,30 m en matériaux graveleux.

La voirie implantée en pied de digues, est bordée de drains de façon à permettre un écoulement aisé des eaux de ruissellement lors des fortes pluies.

## 2.2. Systèmes hydrauliques

- **Adduction d'eau.** Afin de limiter les dépenses d'énergie et d'améliorer la rentabilité des projets, il est préférable de chercher une adduction par gravité. Néanmoins, la solution par pompage peut être retenue quand un système par gravité est impossible ou nécessite des investissements incompatibles avec l'économie du projet.

## Choix du site et construction

- **Captage.** Quelle que soit la solution retenue, le captage peut se faire soit par une prise d'eau latérale à la rivière (figure 3.6), soit par crépine immergée dans le lit. Chaque système a ses avantages et inconvénients, en fonction des régimes de crues et d'étiage. Le captage est équipé d'une grille pour éviter l'entrée d'objets flottants et éventuellement de galets.



Figure 3.5 : Réglage final de la pente sur un bassin de 3000 m<sup>2</sup> en Guadeloupe.

Dans le cas de petites rivières à débit très variable (cas de nombreuses îles tropicales), un dispositif de seuil de mise en charge barrant tout le lit est bien adapté (figure 3.7). Dans le cas d'eaux très limoneuses, il est indispensable de prévoir un bassin de décantation en amont du dispositif d'adduction afin de limiter l'envasement des bassins (figure 3.8). On veillera à le dimensionner pour une turbidité maximale de l'eau (saison des pluies) afin de limiter l'envasement des bassins.

- **Adduction.** Quel que soit le mode de captage (par gravité ou par pompage), l'adduction d'eau peut se faire soit sous pression dans des conduites ou par écoulement à surface libre dans des canaux. Le choix de la technique dépendra du résultat d'un calcul technico-économique qui recherchera le prix minimum pour le m<sup>3</sup> d'eau transporté.

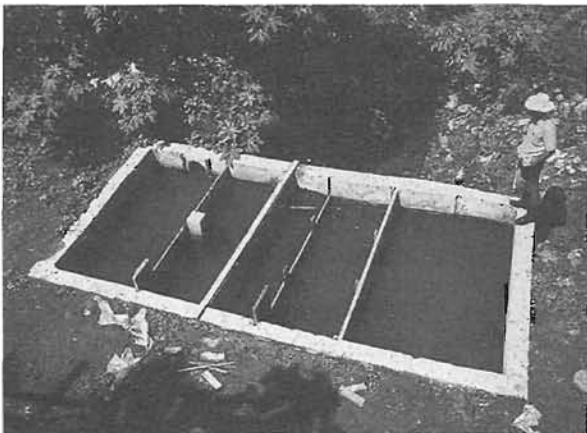
## Choix du site et construction



**Figure 3.6 :** Prise d'eau latérale (Aquapac, Tahiti).



**Figure 3.7 :** Exemple de captage par seuil de mise en charge pour une ferme de 4 ha en Martinique.



**Figure 3.8 :** Décanteur d'une ferme de 3,3 ha en Martinique ; arrivée d'eau et trop plein à gauche ; filtres et chicanes au centres ; départ vers les bassins à droite.

## Choix du site et construction



▲  
**Figure 3.9 :** Canal d'adduction muni de pipes réglables.

◀ **Figure 3.10 :** Moine d'évacuation.



◀ **Figure 3.11 :** Dispositif de bitube.  
A gauche, système en place ;  
à droite trop plein en place  
et filtre retiré.



## **Choix du site et construction**

- **Organes de réglage de la distribution d'eau.** Les débits d'eau rentrant dans les bassins doivent pouvoir être contrôlés de façon fiable et constante. Pour cela, il est utilisé soit des vannes dans le cas d'une adduction par conduite, soit des moines, des vannes murales à orifice noyé ou des pipes orientables dans le cas de canaux (figure 3.9).

Ces organes seront dimensionnés pour permettre un débit de pointe de 50 % du volume du bassin en 24 h.

- **Evacuation des eaux d'élevage.** Chaque bassin est équipé d'un dispositif de vidange qui permet de régler le débit de fuite et de choisir l'évacuation de l'eau de surface ou de l'eau de fond. Les dispositifs les plus souvent utilisés sont :
  - **le moine**, équipé de deux batardeaux et d'un panneau filtrant grillagé (figure 3.10),
  - **le système bitube** (figure 3.11).

Le dispositif est dimensionné pour une vidange totale du bassin en 6 à 8 heures. A l'extérieur des bassins, les eaux sont collectées dans des canaux de drainage et évacuées directement vers un cours d'eau ou vers un bassin de décantation et d'épuration des matières azotées avant rejet.

Le canal d'évacuation doit respecter des règles simples. Le niveau d'équilibre de l'eau doit être situé 20 à 30 cm sous le tuyau d'évacuation afin que les animaux ne restent pas pris dans la canalisation au moment de la vidange. Son dimensionnement (section, pente) doit permettre l'évacuation des eaux d'un bassin dans le temps de vidange souhaité et tenir compte, en cas de canal commun à d'autres bassins, de l'évacuation dans le même temps, des eaux de renouvellement de ceux-ci. Une plate-forme en aval du tuyau d'évacuation de traversée de digue, permet de placer une cage ou un filet de façon à conserver les animaux immergés et vivants lors de la vidange. Ce dispositif appelé "pêcherie" facilite la récolte des animaux (figure 3.12). Il peut être fixe (en béton) ou amovible (en bois).

- **Recyclage des eaux d'élevage**

Dans certains cas, l'eau nécessite des traitements importants en amont des bassins (décantation, oxygénation) ou dans les bassins eux-mêmes (correction de la dureté, de l'alcalinité, etc.). Souvent, l'eau rejetée des bassins présente un plan qualitatif des caractéristiques supérieures à l'eau d'origine (pH moins acide, correction de l'alcalinité, enrichissement en matières azotées). Après neutralisation des déchets par oxygénation, cette eau peut être avantageusement réutilisée par recyclage partiel dans les bassins ou pour l'irrigation agricole.

## Choix du site et construction

Cette technique, déjà mise en œuvre sur une ferme en Jamaïque, est justifiée dans le cas de milieux naturels très pauvres en minéraux, notamment en calcium.

### 23. Bâtiments d'exploitation

Leurs fonctions sont multiples. Ils doivent être soigneusement conçus pour une bonne exploitation de la ferme. Leur importance est en rapport avec la taille du projet.

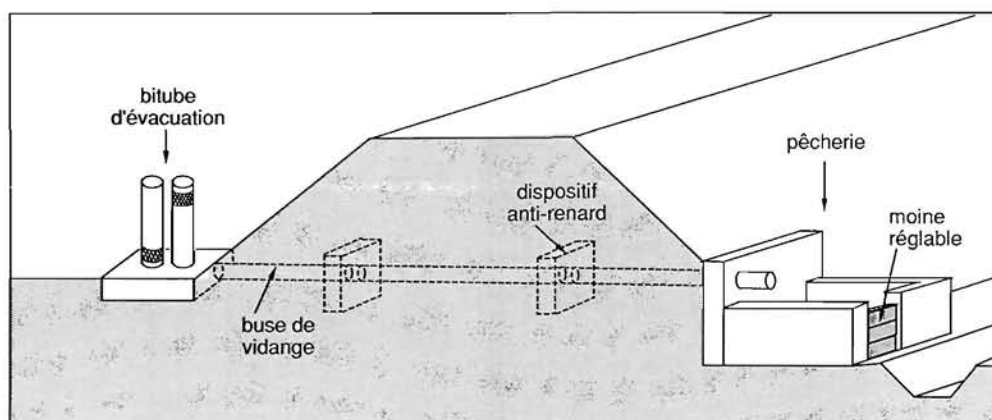


Figure 3.12 : Vue en coupe d'une digue au niveau de l'évacuation et de la pêcherie.

- **Maison de gardiennage.** En fonction de la taille de la ferme, l'hébergement d'un gardien de nuit ou d'une famille peut être nécessaire.
- **Bâtiment de service.** Ce bâtiment regroupe les fonctions suivantes :
  - bureau,
  - bloc sanitaire pour le personnel,
  - zone de conditionnement des pêches (calibrage, pesée, emballage),
  - petit atelier d'entretien courant des équipements.

Pour les grandes exploitations, il pourra être prévu un atelier complet de conditionnement avec machine à glace, chambre froide et chambre de congélation.

### **3. Equipements d'exploitation**

---

Leur taille et leurs caractéristiques dépendent pour une bonne part de l'importance de la ferme et de son contexte d'exploitation.

#### **3.1. Matériels roulants**

- Un tracteur quatre roues motrices équipé avec avec remorque et divers engins agraires (gyrobroyeur et rotavator). Sa fonction est d'assurer toutes les tâches de transport sur la ferme (filets, aliment, glace, animaux) ainsi que l'entretien des digues et du fond des bassins (hersage pour l'aération des fonds de bassins lors des assecs).
- Pour les exploitations de grande taille, un ou plusieurs engins légers (vélo, moto tout terrain) pour le contrôle quotidien des bassins : relevés des paramètres physico-chimiques, nettoyage et réglage des ouvrages hydrauliques, etc.
- pour la distribution d'aliment, le choix du mode de distribution et donc du véhicule est fonction de l'importance de la ferme. Pour les grandes fermes, un véhicule autonome est préférable à un dispositif tracté qui mobilise un tracteur.
- pour les liaisons externes à la ferme : un véhicule léger, un camion ou une fourgonnette type "pick up" bâché pour le transport des récoltes et parfois de l'aliment.

#### **3.2. Matériels de pêche et de conditionnement**

- des filets de pêche et d'échantillonnage,
- une balance d'échantillonnage 0-5 kg,
- des bacs et des paniers en grillage plastique (30 à 100 litres),
- une cuve pour la tuerie en bain d'eau glacée (0,5 m<sup>3</sup>),
- une table de tri/calibrage,
- une balance 0-20 kg pour le conditionnement des animaux pêchés et la préparation des rations de granulé,
- des bacs isothermes pour la livraison de la production en frais ou son transport vers l'usine de traitement.

#### **3.3. Matériels de mesure et équipements généraux**

- un thermomètre,
- deux oxymètres,
- deux pH-mètres,
- une trousse colorimétrique de mesure d'alcalinité et de dureté,
- un micro-ordinateur avec imprimante,
- une machine à calculer,
- mobilier de bureau.

# Matières premières

---

Certains projets d'élevage comportent une éclosion et une chaîne de fabrication d'aliment intégrées. Cependant, même si le promoteur ne fait qu'acheter les postlarves et de l'aliment granulé industriel pour se consacrer au grossissement et à la commercialisation, il est utile qu'il connaisse ces deux maillons indispensables à tout élevage : l'éclosion et la chaîne de fabrication de l'aliment.

En effet, il peut être amené, en tant que membre d'une SICA ou d'une coopérative, à participer à la gestion d'une éclosion et à formuler des observations au fabricant local pour améliorer la qualité de l'aliment.

Ces notions sont développées dans deux fiches.

- Production des postlarves**..... 166
  - Fabrication de l'aliment** ..... 177
-

# Production des postlarves

## 1. Types d'écloseries

- 1.1. Ecloserie pilote
- 1.2. Ecloserie intégrée
- 1.3. Ecloserie régionale

## 2. Systèmes d'élevage larvaire

- 2.1. Système "eau verte"
- 2.2. Système "eau claire" en circuit ouvert
- 2.3. Système "eau claire" en circuit fermé

## 3. Critères de choix du système d'élevage

- 3.1. Site
- 3.2. Besoins en postlarves

## 4. Exemples

- 4.1. Ecloserie pilote de Guadeloupe
- 4.2. Ecloserie intégrée de Porto Rico
- 4.3. Ecloserie régionale de Guyane
- 4.4. Ecloserie de l'île Maurice

De l'éclosion des larves à la métamorphose, le cycle biologique de la chevrette se déroule en eau saumâtre : estuaire, lagune (voir *Fiche signalétique*). Dans l'eau douce du bassin d'élevage, les larves meurent peu après l'éclosion.

Pour pouvoir développer l'élevage de la chevrette, il a fallu maîtriser l'élevage larvaire en milieu artificiel afin de fournir de manière fiable les postlarves, "matière première" des fermes de grossissement. Cette étape est réalisée dans une structure spécialisée : **l'écloserie**.

## 1. Types d'écloseries

---

La taille et le type d'une écloserie sont fonction du projet, des particularités du site d'implantation, des schémas d'élevage utilisés en grossissement et des investissements mis en œuvre. Il existe trois principaux types d'écloseries correspondant à trois objectifs différents :

- **l'écloserie pilote** destinée à une démonstration technique,
- **l'écloserie intégrée** à une ferme de grossissement,
- **l'écloserie régionale** à vocation de large développement.

# ***Production des postlarves***

## **1.1. Écloserie pilote**

L'objectif de ce type d'écloserie est de démontrer rapidement et à moindre coût, la faisabilité de la production de postlarves dans les conditions locales. De petite taille mais de conception élaborée, elle constitue une "vitrine" de la technologie. Sa mise en œuvre permet aussi de catalyser le développement de la filière d'élevage en convaincant les investisseurs potentiels.

## **1.2. Écloserie intégrée à une ferme de grossissement**

Une écloserie propre à une ferme de grossissement se justifie soit par l'ampleur, soit par l'isolement du projet.

Deux situations sont possibles : écloserie à proximité de la mer et transport des postlarves sur la ferme, ou implantation de l'écloserie sur la ferme. Ce deuxième choix nécessite une technologie plus évoluée : circuit fermé, transport d'eau de mer par citerne ou utilisation d'eau saumâtre artificielle.

## **1.3. Écloserie régionale**

Ce type d'écloserie est destiné à la fourniture de postlarves d'un ensemble de fermes faisant partie d'un programme de développement à l'échelle d'une région. Cette écloserie de taille industrielle et de conception modulaire répond aux trois contraintes suivantes :

- l'écloserie, premier maillon de la filière, ne doit jamais être un frein au développement des surfaces par manque de capacité ;
- inversement, ce type d'écloserie vendant au prix coûtant, il faut éviter tout surdimensionnement ;
- sa conception doit permettre une fourniture "à la carte" en fonction des besoins spécifiques des aquaculteurs.

## 2. Systèmes d'élevage larvaire

On distingue trois systèmes (figure 3.13) :

- a) le système "eau verte" en circuit ouvert ;
- b) le système "eau claire" en circuit ouvert ;
- c) le système "eau claire" en circuit fermé.

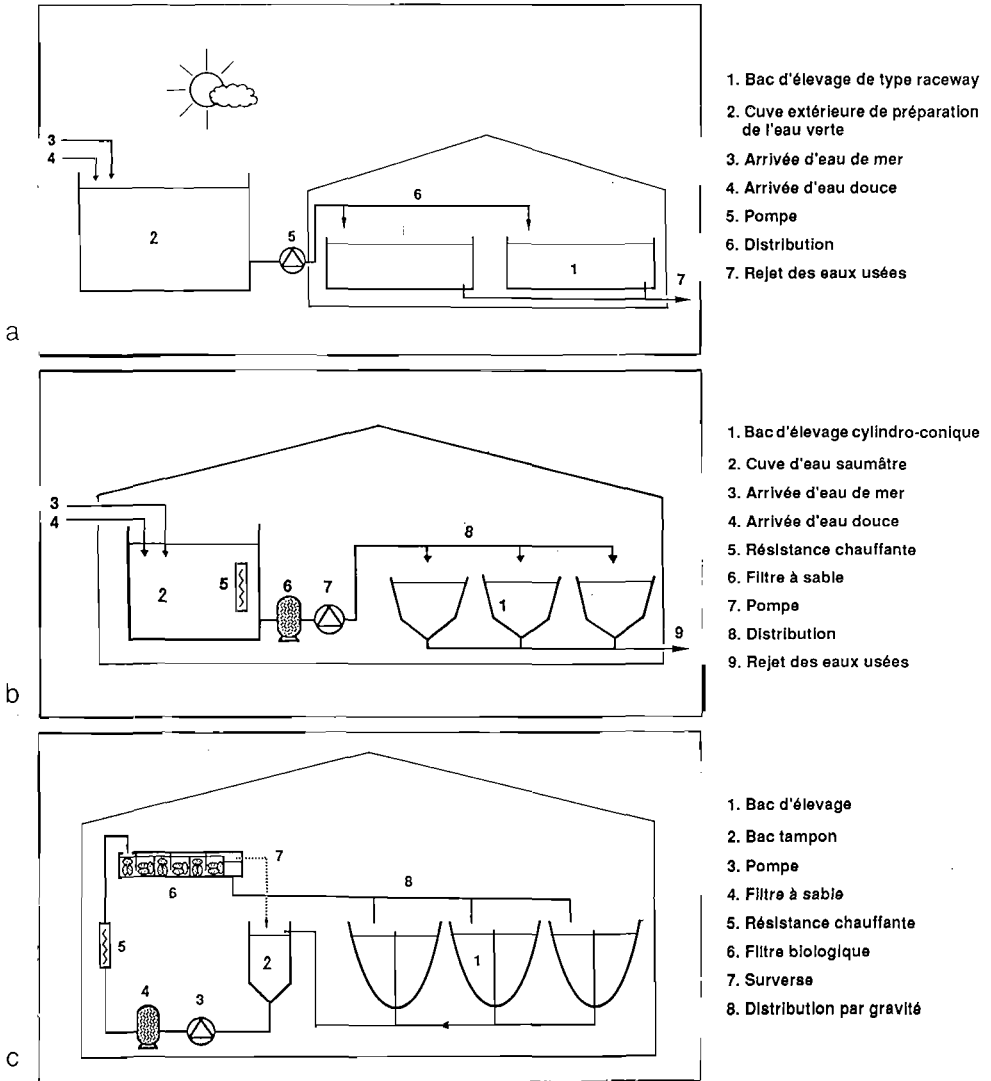


Figure 3.13 : Schémas des différents systèmes d'élevage larvaire.

Au sein de chaque système, il existe un grand nombre de variantes qui correspondent à des adaptations aux conditions locales.

## Production des postlarves

### 2.1. Système "eau verte"

L'enrichissement de l'eau d'élevage en phytoplancton préserve la qualité du milieu en recyclant les déchets des larves. Ce système, conçu par Ling en Malaisie (1962), a été perfectionné à Hawaï entre 1966 et 1974. Il a permis de lancer l'élevage de la chevette dans divers pays (Hawaï, Maurice, Martinique, etc.). Il est maintenant abandonné au profit des systèmes "eau claire" plus performants.



*Figure 3.14 : Bacs d'élevage larvaire en "eau verte" (Martinique 1979).*

**Caractéristiques.** Pour disposer de phytoplancton dans le milieu d'élevage, l'eau verte est préparée dans des cuves à l'extérieur (figure 3.13), avec parfois une salle d'algues pour la culture des souches. L'utilité du phytoplancton n'a pas été clairement établie ; elle semble limitée à l'épuration des déchets azotés. L'eau est changée tous les 2 ou 3 jours. Les bacs d'élevage (10 à 20 m<sup>3</sup>) sont de type raceway. La densité d'élevage est peu élevée : 20 à 60 larves/litre.

**Avantages.** Bâtiments et équipements sont faciles à réaliser d'où un investissement modéré. L'élevage larvaire est simple à mettre en œuvre, la technicité peu élevée et la formation du personnel rapide.

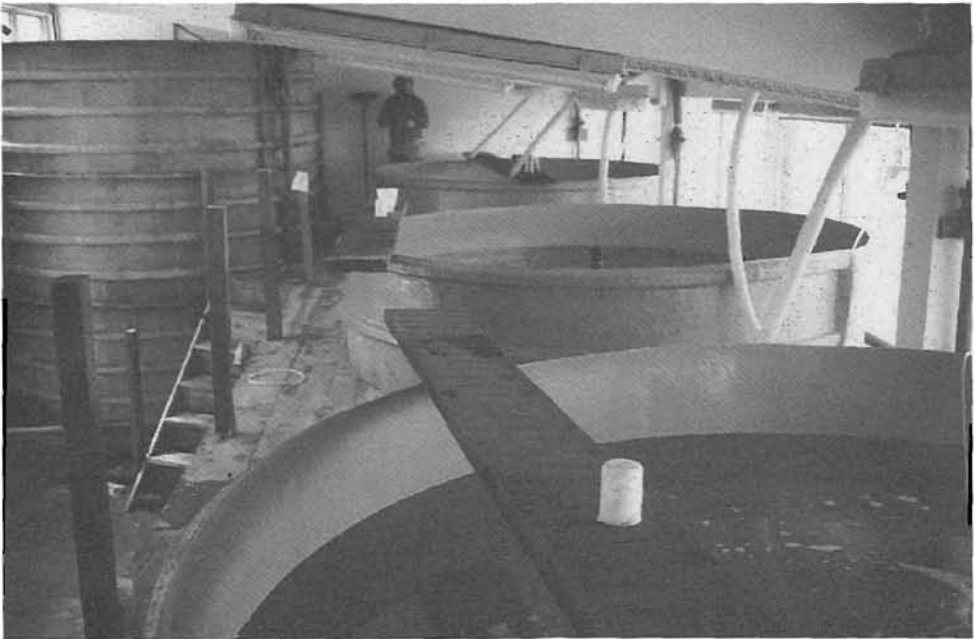
**Inconvénients.** La préparation et la gestion de l'eau verte sont difficiles car sa qualité varie selon la météo. L'observation directe de certains paramètres d'élevage est gênée par la présence des algues. Gros consommateur d'eau, ce système nécessite des réserves importantes et implique une installation à proximité de la mer. Les performances sont moyennes : 10 à 40 postlarves/litre et le cycle d'élevage est long (35 à 40 jours).



### 2.2. Système "eau claire" en circuit ouvert

Cette seconde méthode est caractérisée par l'intensification de la densité d'élevage dans une eau dépourvue de phytoplancton, d'où son appellation "eau claire". Elle a été élaborée au Centre Océanologique du Pacifique entre 1973 et 1977.

**Caractéristiques.** L'eau d'élevage, changée quotidiennement, est souvent chauffée pour maintenir la température la plus favorable pour la croissance : 30-32°C (figure 3.13). La préparation et le traitement de l'eau d'élevage se font en cuves séparées (mélange eau douce-eau de mer, chloration-déchloration). Les bacs, de volume réduit (1 à 7 m<sup>3</sup>), sont de forme cylindro-conique. La densité d'élevage est élevée (100 larves/litre en moyenne).



*Figure 3.15 : Bacs d'élevage larvaire en "eau claire" circuit ouvert (Martinique, 1983).*

**Avantages.** Ce système, relativement simple à mettre en œuvre, est fiable grâce à un contrôle rigoureux des paramètres d'élevage qui limite la dépendance par rapport aux conditions extérieures (température, turbidité). Ses performances sont bonnes avec 50 à 70 postlarves/litre en 30 jours en moyenne.

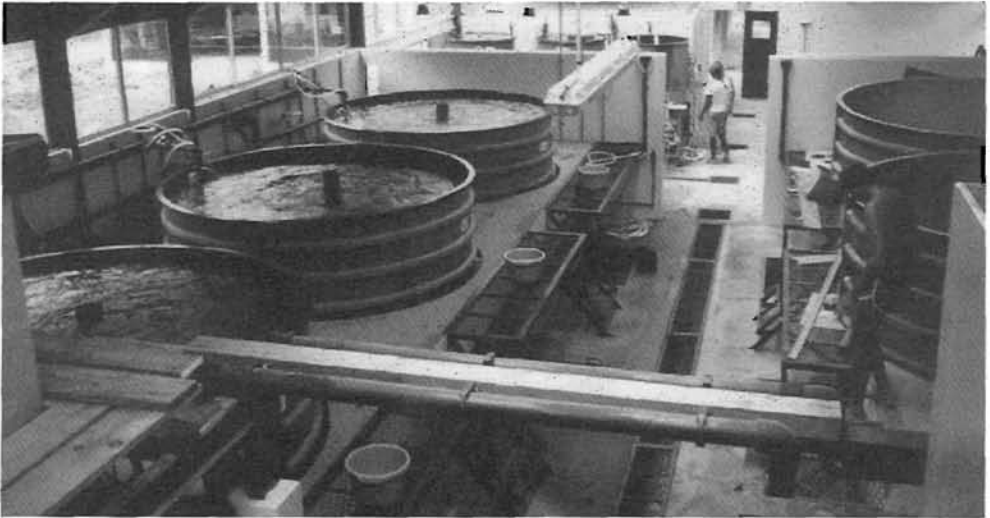
**Inconvénients.** L'utilisation est coûteuse en fonctionnement intensif car c'est un système consommateur d'énergie (pompage, chauffage et transfert) et d'eau. Comme pour le système "eau verte", il est nécessaire de s'implanter près de la mer et à proximité d'une source d'eau douce permanente.

## **Production des postlarves**

### **2.3. Système "eau claire" en circuit fermé**

En 1983, la technique "eau claire" a été perfectionnée à Tahiti puis en Guyane française par l'ajout d'un système de recyclage biologique de l'eau d'élevage, réduisant considérablement les besoins en eau et en énergie. Le circuit fermé permet pratiquement de s'affranchir des contraintes de proximité de la mer. Il est alors possible d'implanter des écloséries à l'intérieur des terres.

**Caractéristiques.** Ce sont les mêmes que celles du système "eau claire" en circuit ouvert mais adaptées et complétées pour la recirculation. La salle d'élevage est divisée en modules, chaque module comprenant 2 à 4 bacs de volume réduit (1 à 7 m<sup>3</sup>) reliés en un dispositif de circuit fermé (figure 3.13). L'eau d'élevage est recyclée en permanence grâce à une filtration mécanique à travers un filtre à sable, puis une filtration biologique assurée par des bactéries neutralisant les déchets toxiques pour l'élevage. Dans ces conditions, la qualité de l'eau est maintenue en permanence à son optimum.



*Figure 3.16 : Module d'élevage larvaire en "eau claire" circuit fermé (Guadeloupe, 1986).*

**Avantages.** Ce système présente une autonomie presque complète par rapport à l'environnement et permet donc de réduire fortement les contraintes du site (proximité de la mer, fiabilité de la qualité d'eau, variations climatiques). C'est le système le plus performant avec 70 à 90 postlarves/litre en 26 à 32 jours et le plus économique en utilisation intensive.

**Inconvénients.** L'investissement est important à la construction. Le niveau technologique est élevé, nécessitant un technicien bien formé pour le suivi et le contrôle rigoureux du filtre biologique et une bonne formation générale du personnel.

### **3. Critères de choix du système d'élevage**

---

Le choix du système se fait en fonction du site et des besoins en postlarves.

#### **3.1. Site**

Le site idéal pour la construction d'une écloserie bénéficie d'un approvisionnement en eau douce et salée constant et régulier en qualité comme en quantité, de conditions climatiques favorables toute l'année (température, ensoleillement), d'une source d'énergie fiable et d'un accès aisé pour l'acheminement des postlarves vers les fermes.

Dans la réalité, ces conditions sont rarement réunies. Il faut donc choisir le système d'élevage le mieux adapté aux contraintes locales. Plus les contraintes sont fortes, plus le choix doit tendre vers l'autonomie de l'écloserie. Le système "eau claire" en circuit fermé constitue alors le dispositif le plus évolué.

#### **3.2. Besoins en postlarves**

La capacité de production d'une écloserie est calculée en fonction des besoins annuels en postlarves et de la répartition de ces besoins dans le temps. Cet étalement dans le temps peut être imposé par le système de grossissement adopté (ensemencement en continu par exemple) ou quand une saison froide marquée interdit tout ensemencement pendant plusieurs mois. Le dimensionnement doit enfin tenir compte des performances du système d'élevage retenu.

Une écloserie régionale dont la vocation est de répondre à des demandes multiples aura intérêt à répartir son volume d'élevage en plusieurs unités afin d'ajuster au mieux sa production à la demande et de gérer strictement les vides sanitaires. En fonction des commandes, on utilisera une ou plusieurs unités.

Inversement, pour une écloserie privée dont les commandes peuvent être programmées, le volume d'élevage sera calculé au plus juste et le nombre d'unités sera réduit afin de limiter l'investissement et les charges d'exploitation.

Dès qu'une taille industrielle est nécessaire, il faut prévoir la construction de l'écloserie par tranches, au fur et à mesure du développement des surfaces. L'investissement est ainsi mieux réparti dans le temps.

### **4. Exemples**

---

Les exemples suivants illustrent les choix des systèmes en fonction de la nature du projet et des besoins en postlarves ainsi que leur adaptation aux contraintes locales.

## ***Production des postlarves***

### **4.1. Écloserie pilote de Guadeloupe**

En plus de son rôle de démonstration technique, cette éclosérie pilote devait fournir rapidement des postlarves pour alimenter les bassins déjà existants, l'approvisionnement se faisant jusqu'alors par avion depuis la Martinique. Les besoins étaient d'environ 2 millions de postlarves par an pour une superficie de 10 ha en eau.

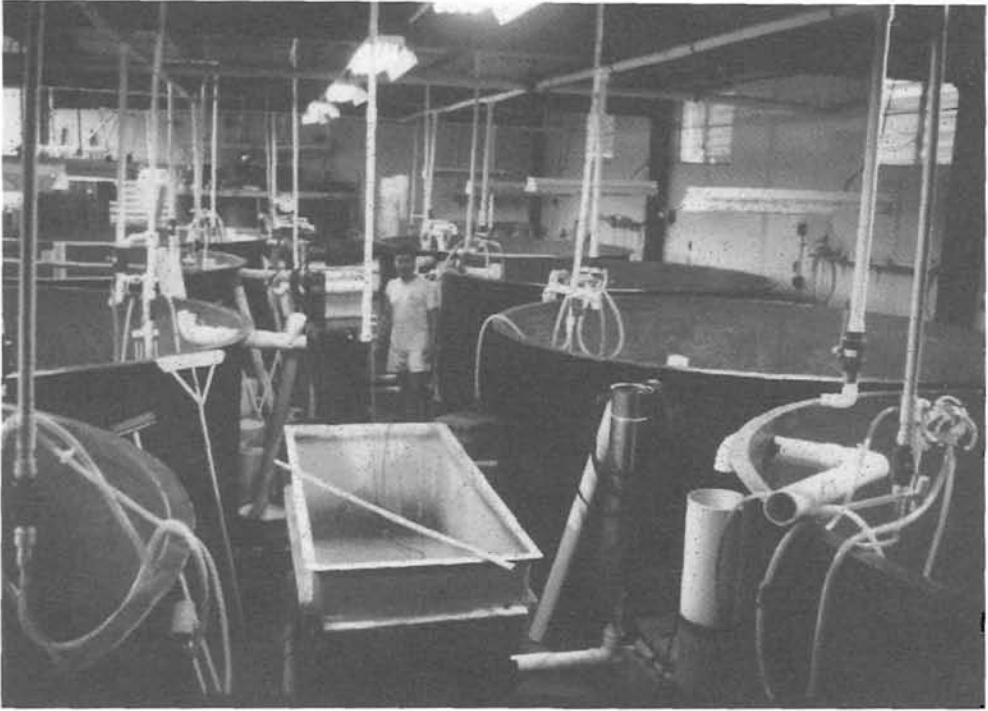
L'éclosérie a été spécialement conçue pour permettre un acheminement rapide par conteneur (bâtiment et équipements) et un montage sur place par le personnel. Cette conception a permis une première production de postlarves sept mois après la décision d'implantation.



**Figure 3.17** : *Écloserie provisoire de Guadeloupe en construction (1983).*

Ses caractéristiques techniques sont les suivantes : éclosérie sous serre agricole en polyéthylène, travée d'élevage unique composée de cinq bacs d'1 m<sup>3</sup> chacun, système d'élevage "eau claire" en circuit fermé et implanté sur un site favorable (proximité de la mer, approvisionnement d'eau douce par puits, électrification, bonne accessibilité).

Au vu des bons résultats obtenus, l'éclosérie régionale définitive a été construite sur le même site.



*Figure 3.18 : Ecloserie de la ferme Sabana Grande (Porto Rico, 1988).*



*Figure 3.19 : Ecloserie régionale de Guyane (1986).*

## ***Production des postlarves***

### **4.2. Écloserie intégrée Porto Rico**

**Sabana Grande** est la seule exploitation de taille industrielle (50 ha) de Porto Rico. Le schéma d'élevage utilisé en grossissement requiert chaque mois un grand nombre de postlarves, pour un total de 13 à 15 millions de postlarves/an. Elle a donc eu besoin dès l'origine de sa propre écloserie. Pour des raisons pratiques, l'écloserie se trouve sur l'exploitation, soit à environ 5 km de la mer. Cet isolement a orienté le choix d'un système d'élevage vers le système "eau claire" en circuit fermé calqué sur le modèle Ifremer, avec transport d'eau de mer par citerne et l'installation d'importantes réserves d'eau (figure 3.18).

### **4.3. Écloserie régionale de Guyane**

L'écloserie **Guyane Aquaculture** a été construite en bord de mer aux environs de Cayenne, pôle économique de la Guyane. Elle bénéficie donc d'un accès aisé, de l'électrification et d'une alimentation régulière en eau douce grâce au réseau d'eau potable de la ville. Cependant, la qualité variable de l'eau de mer (turbidité, salinité) a nécessité l'adjonction de cuves de décantation et la mise au point d'un dispositif original de traitement de l'eau (figure 3.19).

Cette écloserie à vocation de développement régional devait fournir plusieurs exploitations utilisant des schémas d'élevage en continu (restockages à intervalles réguliers). Le système d'élevage "eau claire" en circuit fermé a été choisi pour sa fiabilité. Son volume d'élevage est réparti en 4 modules de 15 m<sup>3</sup>, chaque module comptant 3 bacs. Cette disposition permet de faire face à des commandes allant jusqu'à 2,2 millions de postlarves par cycle. Sa capacité est de 25 millions de postlarves par an ce qui correspond à une surface potentielle d'élevage de 150 ha.

### **4.4. Écloserie de l'île Maurice**

En raison d'une saison froide marquée, l'écloserie centrale de l'île Maurice ne produit que d'octobre à avril, ce qui correspond à l'été austral et donc à la période obligatoire des ensemencements. Les schémas de grossissement sont généralement discontinus avec un restockage par an. L'écloserie doit donc répondre à de grosses demandes réparties sur une courte période. Elle utilise le système d'élevage en "eau verte" implanté en 1974 qui, malgré des performances moyennes (40 à 45 postlarves/litre soit 55 % de survie), lui permet de répondre aux commandes qui sont de 5 à 6 millions de postlarves/an pour une capacité de 12 millions.

# Fabrication de l'aliment

## 1. Fabrication industrielle

- 1.1. Cuisson-extrusion
- 1.2. Agglomération avec vapeur
- 1.3. Un problème spécifique : la tenue à l'eau
  - *Facteurs qui la déterminent*
  - *Liants*
- 1.4. Prémix
- 1.5. Additifs
  - *Enrobage*
  - *Anti-oxydants*
  - *Anti-fongiques*
  - *Attractants*
- 1.6. Présentation de l'aliment
  - *Forme*
  - *Taille*
- 1.7. Conservation
- 1.8. Exemples de granulés industriels

## 2. Fabrication artisanale

- 2.1. Intérêt
- 2.2. Chaîne de fabrication type
- 2.3. Compléments
- 2.4. Conservation
- 2.5. Exemples de granulés artisanaux

En règle générale, l'éleveur ne fabrique pas lui-même l'aliment qu'il distribue sur les bassins. Il choisit simplement la marque qu'il juge la mieux appropriée à ses besoins. Cependant si l'usine d'aliment est dans la région, il est utile de connaître les principes de fabrication du granulé industriel. En effet, l'observation quotidienne sur les bassins (tenue à l'eau, appétence, etc.), permet de proposer éventuellement au fabricant des modifications de composition ou de texturation du granulé afin d'en améliorer la qualité.

Dans certains cas, la fabrication artisanale du granulé par l'éleveur lui-même est mieux adaptée.

Dans les deux cas, l'observation de règles simples pour le stockage garantissent une bonne conservation de l'aliment pour plusieurs semaines.

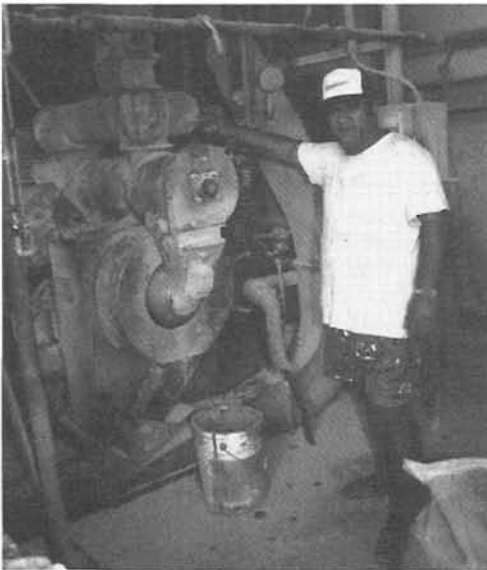
## Fabrication de l'aliment



▲ **Figure 3.20 :** Extrudeuse pour produire de l'aliment chevrette de 3 mm de diamètre (Tahiti).



▲ **Figure 3.21 :** Séchoir à lit fluidisé pour granulés en sortie d'extrudeuse (Tahiti).



◀ **Figure 3.22 :** Machine à granulé "pellet mill" produisant 1 tonne/heure de granulés crevettes (Tahiti).



## **1. Fabrication industrielle**

---

### **1.1. Cuisson-extrusion**

Par ce procédé, le mélange de farines forme une pâte où l'on fait réagir l'amidon par l'effet combiné de la chaleur et de la pression (gélatinisation). Ce procédé a l'avantage de ne pas nécessiter de substance liante particulière pour obtenir une bonne tenue à l'eau de l'aliment mais présente certains risques de produire un granulé qui flotte.

Les étapes de fabrication sont les suivantes.

- Les matières premières sont conduites vers un broyeur à marteaux ou à rouleaux, de façon à obtenir une poudre homogène de granulométrie inférieure à 800 microns.
- La poudre est acheminée sur la trémie de l'extrudeuse et passe dans le canon où la température atteint 120 à 130 °C (figure 3.20). La quantité d'eau doit être suffisamment importante pour faire réagir les amidons ou le gluten de la formule. Les frottements, l'apport d'eau ainsi que le cisaillement de la pâte, conduisent le produit aux filières de sortie. Le spaghetti ainsi formé est coupé à la longueur voulue à l'aide d'un cutter. Le débit horaire est de l'ordre de 250 à 300 kg/heure.
- En sortie, les granulés contiennent plus de 20 % d'humidité. Ils sont donc passés dans un séchoir discontinu à lit fluidisé pendant 15 à 20 minutes à une température de 80°C (figure 3.21), avant d'être refroidis légèrement et mis en sac en matière plastique tissée par poids unitaire de 30 à 50 kg.

Ce procédé présente l'inconvénient d'être plus onéreux que le procédé dit "à sec". Par contre, sur le plan nutritionnel, il a l'avantage de rendre les amidons de la formule plus digestibles par la chevrete.

### **1.2. Agglomération avec vapeur (pellet mill)**

C'est le procédé le plus courant, encore appelé "à sec". Le mélange de farines est façonné sous pression à travers une filière circulaire (figure 3.22). La formule doit inclure une substance liante qui garantit la tenue à l'eau des granulés car le procédé n'apporte pas suffisamment de chaleur (75 à 90° C) pour permettre une gélatinisation des amidons de la formule comme dans le cas de la cuisson-extrusion.

Les étapes de fabrication sont identiques, sauf pour deux d'entre elles : l'opération de broyage peut nécessiter un soin particulier pour certaines formulations et le pressage proprement dit, au cours duquel il faut limiter l'apport de vapeur. L'opération de séchage se réduit à un simple refroidissement. Le débit horaire est nettement plus élevé avec un coût énergétique moindre que dans le cas de la cuisson-extrusion.

## **Fabrication de l'aliment**

### **1.3. Un problème spécifique : la tenue à l'eau**

- **Facteurs qui la déterminent**

Pour améliorer la tenue à l'eau, le fabricant recherche une synergie entre le procédé de fabrication, la formule, la finesse des farines, la quantité d'eau, la température, la pression et la présence éventuelle d'un liant.

Pour la cuisson-extrusion, les deux paramètres principaux à considérer pour une bonne gélatinisation des amidons sont la quantité d'eau et le couple pression-température.

Dans le procédé d'agglomération avec vapeur, les deux paramètres essentiels à prendre en compte sont la finesse du broyage et le liant. Une bonne finesse du broyage signifie l'obtention d'une granulométrie inférieure à 800 microns ; les Taïwanais vont jusqu'à 220 microns de diamètre moyen des particules. La compression au travers d'une filière étant le principal facteur de compaction du granulé, celui-ci sera d'autant plus cohérent que cette compaction s'appliquera sur une mouture fine. Par ailleurs, l'action de la substance liante se fera d'autant mieux qu'elle s'appliquera sur un ensemble de poudres homogènes en taille.

- **Liants**

Il existe un grand nombre de liants avec d'une part, les liants à caractère nutritionnel et d'autre part, les produits non nutritifs ou de synthèse. Le choix est dicté par la technologie utilisée, le prix de revient du produit et l'incidence économique du liant sur l'aliment en fonction du pourcentage d'incorporation nécessaire pour une bonne tenue à l'eau.

*Tableau 3.5 : Principaux liants et leurs caractéristiques.*

<b>Types</b>	<b>Caractéristiques</b>	<b>Doses (%)</b>	<b>Prix (F/kg)</b>
<b>Alginate de Sodium</b>	extraits d'algues	5 à 15	30
<b>Amidons pré-gélatinisés</b>	amidons traités	12	10
<b>Aquabind</b>	polymère	1 à 3	15
<b>Basfin</b>	polymère urée-formol	0,5 à 0,8	16
<b>Nutribinder</b>	amidon traité de sorgho	10 à 25	10
<b>Gluten de froment</b>	protéine de blé	5 à 15	10
<b>Farine de froment</b>	amidons de blé	20 à 30	2,30
<b>Manioc- gomme</b>	amidons	10 à 30	9

Le pourcentage de liant dans la formule peut aller de 0,5 % à 30 % en fonction de la nature du produit (tableau 3.5). Certains produits très efficaces pourront tomber sous le coup d'une législation et ne plus pouvoir être utilisés. C'est le cas récent du Basfin, polymère urée-formol d'une grande efficacité même dans des conditions de broyage moyen, de faible apport d'eau et de température d'agglomération insuffisamment élevée. Son utilisation a été suspendue pour des raisons de toxicité du produit chez les animaux terrestres (propriétés cancérigènes) bien que les doses employées en aquaculture soient très faibles (moins de 1 % de l'aliment).

La réactivité de ces différentes substances liantes dépend largement des conditions de température, de pression et d'humidité réunies au moment du passage dans la presse. Tout l'art du fabricant réside dans la meilleure adéquation possible entre la formule, les caractéristiques de sa presse, les paramètres modifiables et le choix du liant.

### **1.4. Prémix**

Il existe différents types de prémix : ceux qui contiennent surtout des vitamines, généralement associées aux minéraux et oligo-éléments, appelés CMV (concentré minéral vitaminique). On trouve aussi des concentrés appelés parfois "mégapremix" qui contiennent des sources concentrées de protéines pour réaliser l'apport spécifique à la formule.

Les **prémix** ont un rôle essentiel dans la préparation du granulé en facilitant les opérations de mélange et en évitant des erreurs de pesée. Dans des situations insulaires, le prémix est importé et est simplement mélangé aux autres ingrédients non spécifiques comme le maïs, le tourteau de soja ou la farine de viande et os qui sont des ingrédients courants dans les usines d'aliments.

Le prémix peut représenter jusqu'à 20 % de la formule de l'aliment chevrette. Sa composition n'est pas détaillée mais les caractéristiques proximales sont les suivantes : 60 % de protéines, 10-12 % de minéraux et 8 % de lipides.

Les prix sont élevés pour le mélange vitaminique et représentent 12 à 15 % du prix final de l'aliment. L'utilisation de "mégapremix" a représenté une excellente solution pour la confection d'aliments en zone insulaire tropicale. D'autres alternatives se dessinent actuellement avec l'amélioration des connaissances sur les besoins précis de la chevrette et la diversification des produits disponibles sur le marché.

### **1.5. Additifs**

Les additifs sont apportés dans l'aliment à raison de 0,2 à 0,8 %. Lorsqu'il s'agit d'enrobage ou d'ajout d'attractants, ils peuvent représenter jusqu'à 3 %.

- **L'enrobage.** Il consiste à apporter aux granulés un complément d'huile et/ou de lécithine avant distribution afin de préserver ces substances fragiles de tout risque d'oxydation. C'est une façon d'apporter quelques vitamines très fragiles telle la vitamine C, en mélange forcé avec les huiles. Cette pratique est utile pour fournir une meilleure qualité de nourriture aux chevrettes, notamment pour certaines phases délicates de l'élevage (prégrossissement). Les opérations d'enrobage autour du granulé se font dans une vis type "Hayes et Stolz" ou bien plus simplement dans une bétonnière (figure 3.23).

## **Fabrication de l'aliment**

- **Anti-oxydants.** Le butylhydroxytoluène (BHT) ou l'éthoxyquin permettent d'éviter un rancissement trop rapide des lipides de l'aliment. Ils sont apportés à raison de 0,01 à 0,02 % en prémélange dans l'huile ou bien rajoutés à la farine de poisson juste après la fabrication.



**Figure 3.23 :** Bétonnière utilisée pour l'enrobage du granulé.

- **Anti-fongiques.** Ils doivent systématiquement être rajoutés au cours de la préparation afin d'éviter tout développement de moisissures suite à une reprise accidentelle d'humidité au cours du stockage ou bien en raison d'un séchage incomplet des granulés. Le problème est particulièrement aigu en zone tropicale et en saison des pluies lorsque

l'humidité ambiante dépasse 95 %. Le produit couramment employé est l'acide propionique à 0,05 % de l'aliment, soit 25 kilos par mélange d'une tonne environ.

- **Attractants.** Ils sont parfois rajoutés mais en général les formulations contiennent assez de substances conférant du goût et attirant les chevrettes vers la nourriture. Ainsi le concentré soluble de poisson relargue des peptides ou bien des acides aminés qui semblent jouer un rôle attractant sur la chevette.

### **1.6. Présentation de l'aliment**

- **Forme.** Elle varie en fonction de la technique de fabrication et du stade de développement de l'animal.

**Granulés** - En fin de presse, un cutter rotatif sectionne les "spaghettis" formés par les filières de sortie, en granulés d'un diamètre moyen de 3 mm et d'une longueur comprise entre 1,2 et 1,8 cm (figure 3.24). Ces granulés, conçus pour le grossissement, sont souvent utilisés pour le prégrossissement car les miettes ne sont pas toujours disponibles.

**Miettes** - Elles sont préparées pour les juvéniles et proviennent d'un concassage de granulés de diamètre 2 ou 3 mm, fabriqués en usine par agglomération avec vapeur. Ce procédé présente l'inconvénient de générer beaucoup de "fines" et de donner des particules de stabilité moyenné dans l'eau. Bien que le prix soit un peu plus élevé, les "microspaghettis" dont le diamètre peut aller de 3 mm à 400 microns conviennent mieux aux postlarves (figure 3.25).

**Disques** - Il existe des aliments pour chevette préparés à l'aide d'un cuiseur dont les filières sont de gros diamètre (6 mm environ) et dont le couteau de sortie tourne à grande vitesse pour produire un granulé en forme de pastille. L'exemple le plus connu est celui des "disques" fabriqués par la société américaine Ralston Purina.

- **Taille.** La taille de l'aliment est adaptée selon la phase de l'élevage. Les miettes, destinées aux juvéniles, font entre 500 microns et 1,5 mm environ et les "fines" qui les accompagnent souvent servent surtout à fertiliser le bassin. Pour le grossissement, on utilise quelquefois le terme de granulé premier âge qui est en fait un extrudé ou un "pellet" dont le diamètre est compris entre 2 et 3 mm et la longueur entre 5 et 6 mm. La taille est généralement beaucoup plus régulière lorsqu'il s'agit d'un "pellet", surtout en ce qui concerne le diamètre. En grossissement, dit de finition, on peut utiliser la même taille de granulé ou bien passer sur du granulé de plus gros diamètre (3 à 5 mm).

Le changement de diamètre est intéressant si le granulé change aussi de spécifications (taux protéique, rapport calories/protéines, teneur en minéraux, etc.). Ce n'est pas une pratique courante en élevage de *Macrobrachium*.

**Fabrication de l'aliment**



*Figure 3.24 : Granulé utilisé pour le grossissement des adultes.*



*Figure 3.25 : Miettes et microgranulés destinés aux juvéniles.*

### **1.7. Conservation**

La rotation du stock en fonction de la fiabilité d'approvisionnement doit être soigneusement réfléchi car elle conditionne en partie la qualité finale de l'aliment.

**Les matières premières** arrivent pour la plupart en container et sont stockées en silos (maïs, soja, blé). Leur bonne rotation est assurée par la production d'aliments pour animaux terrestres dans le cas d'une usine mixte (aliments pour animaux terrestres et pour l'aquaculture). Le problème est plus délicat avec la farine de poisson et les concentrés divers dont la rotation est moins rapide et dont le stockage requiert plus de précautions. Les vitamines doivent séjourner en local climatisé tandis que le mégaprémix, la farine de poisson et le gluten, sont conservés en hangar dont l'isolation est spécialement étudiée.

**Les granulés finis** ne doivent rester qu'un minimum de temps à l'usine. On considère que la durée entre le moment de la fabrication et la distribution de l'aliment dans les bassins d'élevage ne doit pas excéder trois semaines. Ce sont des conditions que l'on rencontre par exemple à Taïwan où de nombreuses petites usines traitent en permanence les demandes des éleveurs en aliments de qualité. Dans les DOM-TOM, on considère qu'un stockage d'un mois en conditions normales est acceptable : sacs sur palettes, local bien abrité, ventilé et si possible climatisé afin de mieux préserver la qualité du granulé (figure 3.26).

### **1.8. Exemples de granulés industriels** (figure 3.27)

## **2. Fabrication artisanale**

---

### **2.1. Intérêt**

La fabrication artisanale présente un intérêt dans plusieurs cas : démarrage d'élevages à petite échelle, disponibilité de sous-produits agricoles ou main d'œuvre abondante et peu chère. Ce type de fabrication a cependant des limites en raison des problèmes de conservation, des aléas de la fourniture de matières premières et de la difficulté à reproduire convenablement des préparations en raison des faibles quantités mises en jeu.

### **2.2. Chaîne de fabrication type**

Une chaîne de fabrication type comporte les éléments suivants (figure 3.28) :

- un broyeur (à marteaux le plus souvent),
- un mélangeur de 100 à 200 litres,
- une granuleuse type hachoir à viande semi-industriel,
- des clayettes pour le séchage.

## Fabrication de l'aliment

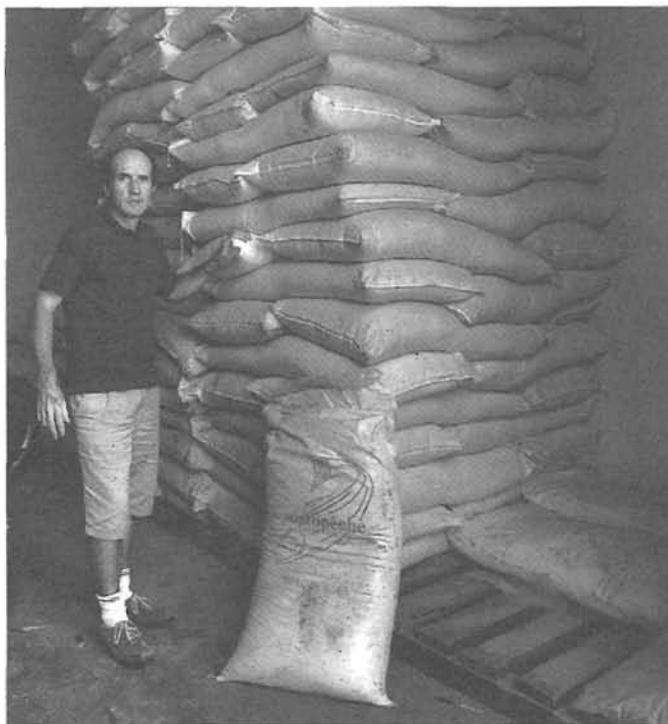
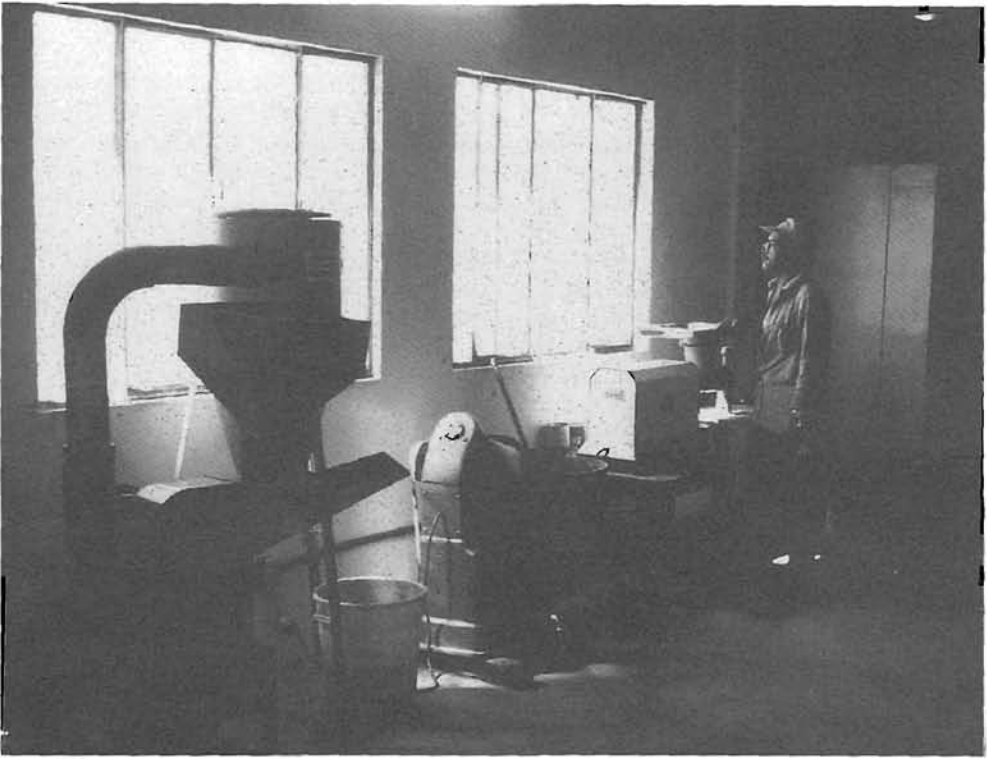


Figure 3.26 : Stockage des sacs d'aliment sur palettes en local climatisé (Tahiti).

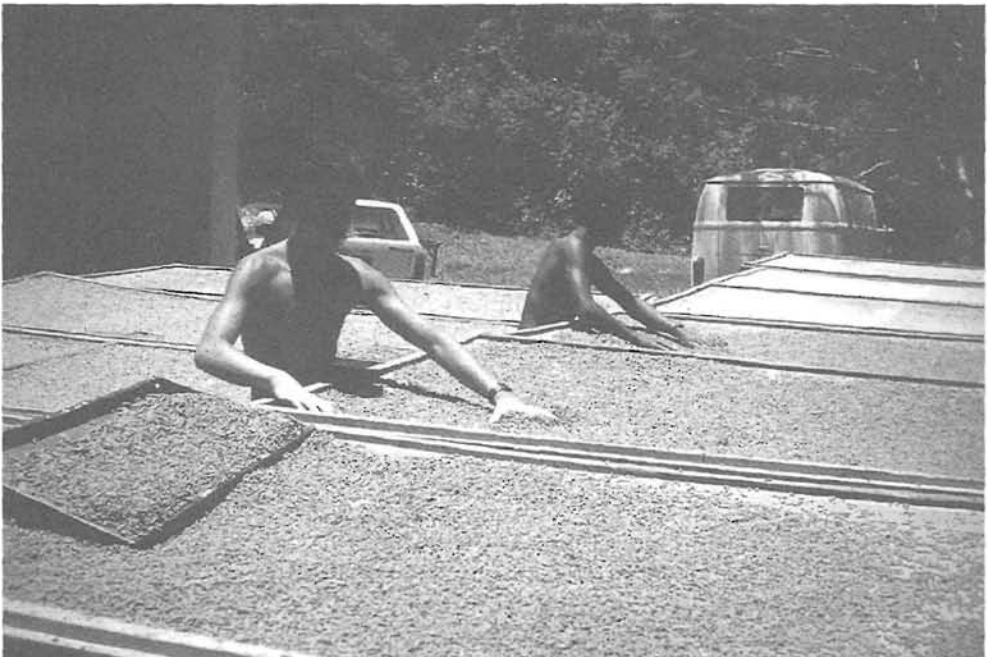
Guyane	Ile Maurice	Thaïlande
<p><b>Composition</b></p> <p>Brisures de riz 9 %            Son de riz 15 %            Blé 10 %            Tourteau de palmiste 10 %            Tourteau de soja 25 %            Farine de poisson 8 %            Farine de viande 5 %            Concentré poisson soluble 5 %            Prémix (vitamines + minéraux) 5 %            Carbonate de calcium 7 %            Liant 1 %</p> <p><b>Analyse</b></p> <p>lipides 5 à 8 %            protéines 25 à 30 %            cendres 15 %            fibres 10 %</p> <p><b>Prix</b></p> <p>4,00 F le kilo</p>	<p><b>Composition</b></p> <p>farine de froment 34 %            soja 20 %            farine poisson local 10 %            farine crustacés 4 %            limestone 2 %            vitamines 0,5 %            lysine 0,5 %            tourteau de coton ou d'arachide 30 %</p> <p><b>Analyse</b></p> <p>humidité 10 %            protéines 25 %            lipides 5 %            fibres 3 %            cendres 10 %</p>	<p><b>Composition</b></p> <p>Farine de crevettes 12 %            Farine de poisson 4 %            Huile de poisson 3 %            Brisures de riz 38 %            Son de riz 38 %            Farine de soja 2 %            Farine d'arachide 2 %            Gomme de guar 1 %</p> <p><b>Analyse</b></p> <p>Protéines 20 %</p> <p><b>Prix</b></p> <p>0,22 US \$ le kilo</p>

Figure 3.27 : Exemples de granulés industriels utilisés en Guyane, à l'île Maurice et en Thaïlande.





*Figure 3.28 : Chaîne de fabrication artisanale (Brésil).*



*Figure 3.29 : Séchage des granulés au soleil (Brésil).*

## **Fabrication de l'aliment**

Les farines sont passées au broyeur afin d'homogénéiser la finesse des ingrédients. Après pesée, les ingrédients sont introduits dans le mélangeur selon les proportions souhaitées par l'éleveur. Pour faciliter l'amalgame des constituants et donc la tenue ultérieure du granulé, de l'eau est ajoutée en fin de mélange à raison de 20 à 35 % du poids des farines.

Un temps de maturation de 15 minutes est nécessaire avant la phase de granulation. Celle-ci s'effectue le plus souvent sur un simple hachoir à viande. Pour des débits plus importants (supérieurs à 50 kg/h) une granuleuse à pâte (type Kustner) est mieux adaptée.

Les spaghettis récupérés sont étalés sur des clayettes en couche de quelques centimètres d'épaisseur. Le séchage s'effectue soit à l'air libre, au soleil sur des tables ce qui facilite la circulation d'air (figure 3.29), soit en séchoir, local fermé où les granulés subissent un courant d'air chaud pendant 7 à 12 heures selon la température et le degré d'humidité ambiante. Le granulé sec est mis en sac ou bien enrobé à l'huile avant mise en sac.

### **2.3. Compléments**

Dans certains pays des compléments sont apportés comme des têtes de crevettes jetées directement dans l'eau ou encore des débris végétaux de toutes sortes (canne broyée, mangues, écorces d'ananas). Ces apports sont utiles à condition qu'ils restent modérés en évitant surtout de polluer le fond du bassin ou de créer un déficit d'oxygène.

### **2.4. Conservation**

Les farines doivent être conservées dans un endroit sec et si possible climatisé, surtout s'il s'agit de farines riches en lipides comme la farine de poisson. Les sacs d'aliment sont également conservés en chambre climatisée ou à défaut dans un endroit bien ventilé et protégé des insectes, des rongeurs et de l'humidité.

La durée maximale de conservation est de deux mois et il est préférable de prévoir la production pour une rotation régulière du stock sur moins d'un mois. Les compléments éventuels riches en eau ou les granulés semi-humides doivent être conservés au congélateur.

**2.5. Exemples de granulés artisanaux (figure 3.30)**

<b>Tahiti</b>	
<b>Composition</b>	
Poisson local	29 %
Tourteau de coprah	40 %
Sang en poudre	5 %
Lait en poudre	5 %
Drêches de brasserie	2 %
Manioc	8 %
Huile de lin	3 %
Huile de foie de morue	2 %
Mélange vitaminique	2 %
Mélange minéral	2 %
<b>Analyse</b>	
Protéines	26 %

<b>Brésil</b>	
<b>Composition</b>	
Farine de poisson	30 %
Farine de maïs	30 %
Soja	20 %
Blé	18 %
Prémix vitaminique	2 %
<b>Analyse</b>	
Protéines	30 à 33 %

*Figure 3.30 : Exemples de granulés artisanaux utilisés à Tahiti et au Brésil.*

# Le milieu

---

Le guide pratique s'adresse aussi à l'éleveur qui va trouver ici les informations nécessaires à la pratique quotidienne de l'élevage. Celui-ci commence par la **gestion du milieu** dans lequel les animaux vivent. Il faut préparer le bassin et l'eau du bassin qui doit accueillir les postlarves, puis entretenir en permanence la bonne qualité du milieu afin de garantir une croissance et une survie optimales. Le milieu assure trois grandes fonctions :

- il conditionne la qualité de l'environnement, c'est-à-dire la valeur des paramètres physico-chimiques vitaux (température, oxygène, pH, etc.) ;
- il apporte une source de nourriture complémentaire à l'aliment composé par les chaînes trophiques qui s'y développent ;
- il élimine in situ l'excédent des matières organiques qui ne peut pas être exporté hors du bassin car le renouvellement d'eau est faible.

En fonction du schéma d'élevage pratiqué, à cycle long ou à cycle court, l'éleveur travaillera à développer les deux fonctions trophique et épuratrice lors de la préparation du bassin en assec puis, en cours d'élevage, par le contrôle des renouvellements d'eau et l'emploi d'amendements et d'engrais. Il mettra en œuvre des dispositifs de brassage et d'oxygénation de l'eau pour éviter les risques d'asphyxie du cheptel pendant la nuit qui peuvent apparaître dans certaines conditions. Il cherchera également à prévenir ou à combattre les prédateurs et les compétiteurs susceptibles de coloniser le bassin.

Ces notions sont développées dans cinq fiches.

<input type="checkbox"/>	<b>Rôle du sol et choix des amendements</b> .....	191
<input type="checkbox"/>	<b>Suivi de la qualité d'eau</b> .....	203
<input type="checkbox"/>	<b>Contrôle du phytoplancton</b> .....	216
<input type="checkbox"/>	<b>Aération artificielle</b> .....	226
<input type="checkbox"/>	<b>Contrôle des prédateurs</b> .....	232

---

# Rôle du sol et choix des amendements

## 1. Rôle du sol

- 1.1. Le sol est un milieu complexe
- 1.2. Caractéristiques d'un bon sol
  - *Le sol doit être compact*
  - *Perméable dans sa couche superficielle*
  - *pH entre 7 et 8*
  - *Riche en matière organique*

## 2. Les amendements

- 2.1. Quel amendement choisir ?
  - *Carbonates*
  - *Chaux*
  - *Gypse*
- 2.2. Efficacité et valeur d'un amendement
- 2.3. Quelle dose utiliser ?
  - *Apport initial*
  - *Bassin en eau*
  - *Bassin en assec*
- 2.4. Comment amender ?
  - *Bassin neuf*
  - *Bassin déjà productif*

## 1. Rôle du sol

---

### 1.1. Le sol est un milieu complexe

La chevrette vit sur le fond, à la frontière de deux milieux très différents : l'eau et le sol. Le sol assure pour la chevrette quatre fonctions essentielles (notées de **a** à **d** sur la figure 3.31) :

- **un support physique** pour l'animal.
- **un lieu d'échanges intenses** entre le sédiment et l'eau de fond.
- **une "usine" bactérienne de transformation et de recyclage** de l'ensemble de la matière organique et des déchets qui s'accumulent sur le fond. Ces bactéries se fixent sur les particules de matière organique et dégradent progressivement celle-ci en de nombreux composés de plus en plus simples.

## Rôle du sol et choix des amendements

- **une source de nourriture variée**, sous forme de débris organiques plus ou moins décomposés et d'organismes vivants.

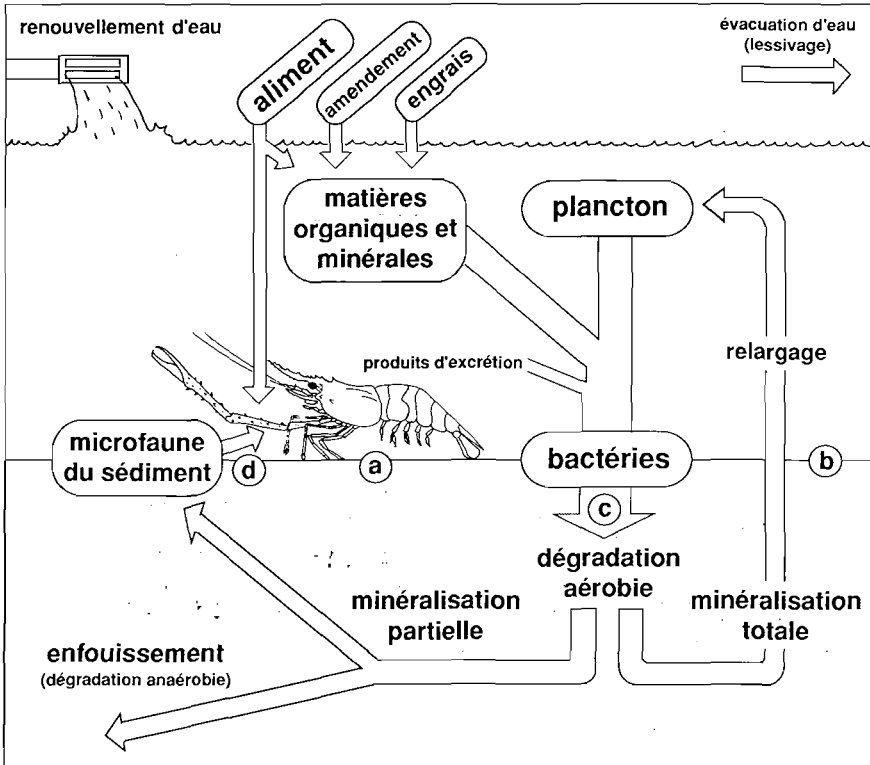


Figure 3.31 : Schéma simplifié des flux des matières organiques et minérales dans l'eau et dans le sol d'un bassin.

### 1.2. Caractéristiques d'un bon sol

Si l'on reprend les quatre fonctions essentielles du sol, on peut résumer les caractéristiques du sol par quatre éléments :

- **Le sol doit être compact et pas trop vaseux**

L'excès de vase est néfaste pour l'élevage : l'animal est gêné pour respirer (risque de colmatage des branchies) et pour chercher sa nourriture car les granulés distribués s'enfouissent rapidement. Les conditions de milieu se détériorent (diminution de l'oxygène disponible) ce qui favorise l'apparition de maladies, notamment la nécrose noire de la carapace (voir *Pathologie*). Enfin, la pêche est plus difficile car la boue freine le filet et enfouit les animaux, entraînant une mortalité après pêche plus élevée.

## Rôle du sol et choix des amendements

Pour conserver un **fond compact**, on utilise des moyens mécaniques et les amendements. L'ion calcium associé à la matière organique facilite la structuration du sol et donc son compactage.

<b>Comment éviter l'envasement ?</b>	
<p>L'envasement progressif du bassin d'élevage avec le temps est un phénomène naturel. En effet, tous les éléments qui entrent dans le bassin finissent par tomber sur le fond (matières en suspension apportées par le renouvellement d'eau, granulés, amendements, engrais, phyto et zooplancton morts, micro-faune du fond, fécès de l'ensemble de la faune, etc.). Le ravinement ou l'effondrement des berges est également une cause importante d'envasement.</p>	<p>présente la propriété de faciliter la structuration du sol et donc son compactage.</p>
<p>Pour obtenir et garder un sol compact et homogène, deux séries de mesures doivent être prises :</p>	<p>c) protéger le bassin d'une turbidité excessive par l'installation de décanteur en amont ou l'utilisation de canaux pour l'alimentation en eau.</p> <p>d) contrôler fréquemment la grille alimentaire afin d'éviter tout apport excessif.</p>
<p><b>En préventif</b></p> <p>a) soigner le compactage du fond et des berges lors de la construction. La pente des berges doit être douce (environ 30 degrés) et plantée d'herbe.</p> <p>b) amender correctement afin de disposer d'une bonne réserve de calcium dans le sol : l'ion calcium associé à la matière organique</p>	<p><b>En curatif</b></p> <p>a) siphonner la boue au moyen d'une crépine raccordée à un tuyau souple et une pompe (type pompe à lisier ou pompe de chantier). Pour réduire la zone à balayer, la boue peut être rassemblée au fil des pêches successives dans un coin du bassin.</p> <p>b) vidanger le bassin et traiter la boue après séchage soit par curage soit par amendement et sablage éventuel.</p>

### • **Le sol doit être perméable dans sa couche superficielle**

Le sol d'un bassin doit être étanche pour éviter toute fuite; par contre, il est souhaitable que la couche superficielle du sol (cinq premiers centimètres environ) soit perméable. Les échanges permanents d'ions et de gaz dissous avec l'eau ne sont possibles que si des canaux de circulation existent dans cette couche. Une légère percolation de l'eau du bassin à travers le sol est bonne car elle est l'indice d'une bonne circulation de l'eau interstitielle. Cette perte d'eau est largement compensée par le renouvellement quotidien. Si l'oxygène ne peut plus circuler, la décomposition anaérobie de la matière organique entraîne l'apparition de produits toxiques pour la chevette, notamment l'hydrogène sulfuré ( $H_2S$ ) détectable par une odeur caractéristique "d'œuf pourri" quand on remue la vase. Les particules argileuses qui s'accumulent sur le fond et qui forment un colloïde, sorte de crème terreuse à la consistance de la gelée, risquent de colmater les canaux existants. L'ajout de calcium provoque la formation d'agrégats, faits de fines particules agglutinées et de fragments grossiers de sable, de limon et d'humus (figure 3.32). Pour bien se structurer, un sol a donc besoin d'argile, de matière organique plus ou moins dégradée (humus) et de calcium.

## Rôle du sol et choix des amendements

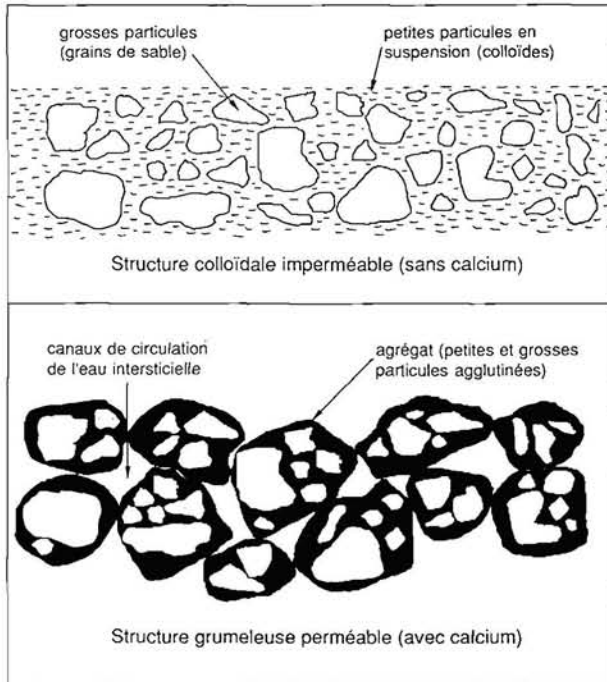


Figure 3.32 : Représentation schématique de la structure colloïdale (ou particulière) et de la structure organisée (ou grumeleuse).

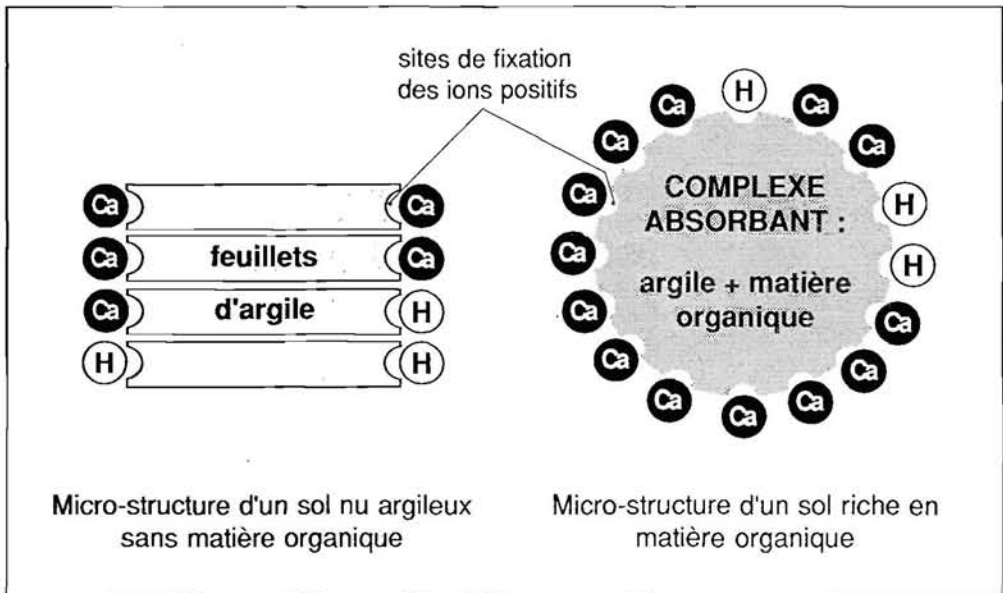


Figure 3.33 : Microstructures schématiques de l'argile et du complexe argilo-humique et fixation potentielle du calcium dans les deux cas.



## Rôle du sol et choix des amendements

L'argile est généralement abondante dans les fonds fraîchement décapés des bassins neufs. L'apport de matière organique est nécessaire car il permet l'alliage de l'argile et de l'humus en un complexe argilo-humique stable. Ce complexe, dit "absorbant", facilite et multiplie les possibilités de fixation des ions calcium alors que l'argile seule offre peu de sites d'accrochage (figure 3.33). Il est donc nécessaire d'apporter **d'abord de la matière organique puis du calcium** (amendement), pour que la couche superficielle du sol évolue vers une structure stable et perméable.

- **Le pH du sol doit être situé entre 7 et 8**

Une forte activité bactérienne est indispensable pour le bon équilibre du sol. Le pH optimum pour les bactéries se situe entre 7 et 8. Or, la plupart des sols des bassins sont acides au départ (pH entre 4 et 6). Il faut donc corriger cette acidité. Celle-ci est liée étroitement à la nature du sol et surtout à sa teneur en calcium : plus elle est faible, plus le sol risque d'être acide. Il faut donc amender pour atteindre un pH de 7.

- **Il doit être suffisamment riche en matière organique**

La chevrette étant détritivore-omnivore, elle s'alimente sur la matière organique et sur la micro-faune disponibles sur le fond. Or, plus la matière organique du fond est importante, plus la micro-faune est abondante et variée. Par ailleurs, la matière organique est transformée par les bactéries en composés de toutes tailles, utilisables directement ou indirectement par la faune du fond.

Ainsi, l'apport de matière organique avant la mise en eau du bassin permet de faire démarrer précocement l'activité bactérienne et facilite l'alimentation des chevrettes dès leur ensemencement. De nombreuses sources de matière organique peuvent être utilisées : semis de riz, pailles broyées, résidus d'ensilage (origine végétale) ou fiente de volaille, fumier et lisier (origine animale). La fiche *Contrôle du phytoplancton* détaille les types et les doses à utiliser.

**En conclusion**, l'amendement calcique est indispensable pour deux fonctions essentielles :

- **rééquilibrer le pH du sol**, premier facteur de la régulation de l'activité bactérienne du sol.
- **apporter du calcium**, élément-clef de tous les échanges dans le sol. Pour que cet amendement soit efficace dans un bassin neuf, il faut enrichir d'abord le sol en matière organique.

### **2. Les amendements**

---

Tout amendement destiné au sol a également une influence directe sur l'eau parce que les amendements sont solubles et parce que l'eau et le sol sont en équilibre permanent. En raison de cette double action, tous les amendements sont étudiés dans cette partie autant pour leur influence sur l'eau que sur le sol.

#### **2.1. Quel amendement choisir ?**

Le choix se fait en fonction de l'effet recherché dans le bassin à amender.

- **Carbonates**

La forme pure du carbonate de calcium  $\text{CaCO}_3$  est la calcite; lorsque le calcium est associé au magnésium, il s'agit de dolomie  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ . La présentation commerciale la plus connue est le "calcaire" qui contient 80 à 95 % de  $\text{CaCO}_3$  et qui est appelé par extension "carbonate de calcium" ou souvent improprement "chaux".

Les carbonates sont caractérisés par une faible solubilité, même sous forme pulvérisée. Ils se transforment en bicarbonates dans l'eau en l'espace d'environ deux mois. Cette solubilisation progressive est un avantage car elle facilite la structuration du sol. Par ailleurs le carbonate de calcium libère simultanément du calcium et des ions bicarbonates ce qui permet d'élever à la fois la dureté et l'alcalinité avec un seul amendement.

Les carbonates ont cependant un inconvénient : ils élèvent rapidement le pH de l'eau (en quelques heures). Après quelques jours, le pH décroît progressivement pour se situer entre 7 et 8. L'aquaculteur doit tenir compte de ce pic de pH, pour éviter toute valeur excessive ( $\text{pH} > 9$ ), notamment lors d'un ensemencement.

- **Chaux**

La chaux vive ( $\text{CaO}$ ) et la chaux éteinte ou hydratée ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), sont des composés très solubles et caustiques. Leur agressivité chimique en fait des produits très toxiques pour les parasites et les larves de poissons ce qui est très utile pour l'assainissement du fond des bassins en assec.

- **Gypse**

Le gypse, ou sulfate de calcium ( $\text{CaSO}_4$ ) est très soluble et a la particularité d'être un amendement acide. Son emploi est donc recommandé quand il est nécessaire d'abaisser le pH du sol. La présence de soufre (S) dans ce composé entraîne un risque d'apparition de sulfures toxiques ( $\text{H}_2\text{S}$  par exemple) en cas d'insuffisance d'oxygène.

## Rôle du sol et choix des amendements

Le tableau 3.6 résume les principaux avantages et inconvénients de chaque amendement.

NATURE DE L'AMENDEMENT	PRINCIPAUX AVANTAGES	PRINCIPAUX INCONVENIENTS	EMPLOI RECOMMANDE
<b>carbonate de Calcium</b> $\text{CaCO}_3$  ou <b>dolomie</b> $\text{CaMg}(\text{CO}_3)$	- action progressive  - élève la dureté et l'alcalinité	- action lente surtout si grosse granulométrie  - valeur neutralisante peu élevée  - élève pendant quelques jours le pH de l'eau	- à petites doses en cours d'élevage  - traitement de fond notamment en assec
<b>chaux vive</b> $\text{CaO}$	- action très rapide (solubilité très forte)  - valeur neutralisante élevée  - action sanitaire en assec	- produit toxique dangereux à manipuler  - élève le pH	- assainissement (en assec)
<b>chaux éteinte</b> $\text{Ca}(\text{OH})_2$	- action très rapide  - forte valeur neutralisante  - action sanitaire en assec	- élève le pH	- assainissement (en assec)  - floculation des colloïdes (en eau)
<b>gypse</b> $\text{CaSO}_4$	- action rapide  - abaisse le pH du sol  - pas d'effets sur le pH de l'eau si le bassin est en eau	- risque de formation de sulfures toxiques en cas de manque d'oxygène dans le sédiment	- correction de sols trop basiques (en assec)

**Tableau 3.6** : Avantages et inconvénients des principaux amendements.

### 2.2. Efficacité et valeur d'un amendement

Chaque amendement possède une efficacité et une valeur neutralisante propres :

- **L'efficacité est liée à la vitesse de solubilisation.** Celle-ci dépend de la nature de l'amendement (le carbonate de calcium est très peu soluble et sature à 13 mg/l, au contraire de la chaux vive qui est soluble jusqu'à 26 g/l) et de sa présentation granulométrique. Les particules les plus finement broyées réagiront le plus rapidement. L'efficacité des grosses particules n'est en fait jamais nulle mais l'effet de leur solubilisation ne se fera sentir qu'après plusieurs mois, voire plusieurs années. L'estimation de l'efficacité d'un amendement s'obtient à partir de la granulométrie moyenne indiquée par le fournisseur de l'amendement (tableau 3.7).

## Rôle du sol et choix des amendements

- **La valeur neutralisante** mesure la capacité de l'amendement à ramener le pH à la neutralité (7). Elle est déterminée chimiquement et calculée à partir de la valeur de référence du carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$  : base 100). Le tableau 3.8 montre que la chaux vive est presque deux fois plus active que le carbonate de calcium pour corriger le pH. En pratique, les amendements ne sont jamais composés d'éléments purs. La valeur neutralisante est alors généralement calculée en fonction des pourcentages des différents composants indiqués par le fabricant (une détermination précise peut être faite par titrage à l'acide chlorhydrique).

**Tableau 3.7** : Efficacité relative d'un amendement selon la taille des particules.

Diamètre des particules (mm)	Efficacité relative (%)
$d < 0,25$	100
$0,25 < d < 0,85$	60
$0,85 < d < 2,40$	20
$d > 2,40$	0

**Tableau 3.8** : Valeur neutralisante des principaux amendements.

Type d'amendement	Valeur neutralisante (%)
Carbonate de Calcium $\text{CaCO}_3$	100
Dolomie $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	109
Chaux éteinte $\text{Ca}(\text{OH})_2$	136
Chaux vive $\text{CaO}$	179

### 2.3. Quelle dose utiliser ?

Pour le calcul de la dose d'amendement à apporter dans le bassin, il faut distinguer trois cas :

- bassin neuf à sec
- bassin en eau
- bassin déjà productif vide (en assec).

#### • **Apport initial pour un bassin neuf**

La plupart des bassins étant construits en creusant le sol pour pouvoir monter les digues, le fond est un substrat neuf, fraîchement décapé qu'il faut traiter pour garantir de bonnes conditions d'élevage dès la mise en eau. Pour cela, il faut amener le pH du sol à la neutralité (7) ce qui revient à chercher à saturer le sol en calcium. A cette condition,

## Rôle du sol et choix des amendements

on peut compter lors de la mise en eau sur des valeurs d'au moins 20 mg/l pour la dureté (teneur en calcium) et l'alcalinité (teneur en carbonates), valeurs minimales pour assurer un milieu favorable en début d'élevage. La nature du sol joue également un rôle primordial car elle influe directement sur la capacité de fixation du calcium. La nature du sol peut être appréciée à la main avec un peu d'expérience. On peut également s'adresser au conseiller agricole ou à la direction départementale de l'Agriculture et des Forêts.

Le tableau 3.9, intégrant les principales valeurs de ces deux facteurs essentiels (acidité initiale et nature du sol) permet de déterminer la dose d'amendement nécessaire pour l'apport initial.

**Tableau 3.9 :** Quantité d'amendement calcique nécessaire en apport initial en fonction du type de sol et du pH (en T/ha de CaCO<sub>3</sub> ou équivalent).

pH du sol	sol argileux	sol limoneux	sol sableux
4 - 4,5	9	6	5
4,5 - 5	7	5	3,6
5 - 5,5	5	3,6	1,8
5,5 - 6	3,6	1,8	1
6 - 6,5	1,8	1	0

Le pH du sol peut être mesuré de la manière suivante :

- prendre 50 g environ du sol séché et broyé et les mettre dans un récipient en verre.
- ajouter 50 g d'eau distillée et mélanger soigneusement
- mesurer le pH de la boue obtenue en remuant la sonde. Le pH obtenu est celui du sol.

**Exemple de calcul de la dose d'amendement à apporter :**

Un sol sablo-limoneux donnant un pH de 5,3 nécessitera environ =  $\frac{(1,8 + 3,6)}{2}$   
soit 2,7 T de CaCO<sub>3</sub> par hectare

- **Bassin en eau**

Tout bassin en eau "consomme" du calcium et des carbonates avec le temps (piégeage dans le sédiment, lessivage par le renouvellement, utilisation par les chevrettes ou d'autres animaux, etc.). Il faut donc compenser régulièrement les pertes.

## Rôle du sol et choix des amendements

La décision d'un amendement d'entretien dépend d'une règle simple : **ni la dureté ni l'alcalinité ne doivent descendre en dessous de 20 mg/l.**

Une formule de calcul (formule de MARTIN simplifiée) peut être utilisée facilement pour les amendements très solubles (chaux vive ou éteinte, gypse) :

$$Q = (C_f - C_i) \times K \times \frac{V}{1000}$$

où

**Q** = quantité d'amendement à apporter (en kilo)

**C<sub>f</sub>** = concentration finale recherchée en calcium (en mg/litre)

**C<sub>i</sub>** = concentration initiale mesurée dans l'eau de fond du bassin (en mg/litre)

**V** = volume du bassin en eau (en m<sup>3</sup>)

**K** = coefficient de transformation du calcium; il est variable selon l'amendement utilisé:

K = 1,4 si utilisation de CaO

K = 2,6 si utilisation de Ca(OH)<sub>2</sub>

K = 3,4 si utilisation de CaSO<sub>4</sub> (gypse)

**Exemple** : Sur ce bassin de 5000 m<sup>2</sup> de 1 m de profondeur d'eau moyenne, la mesure de la dureté au fond donne 5 mg/l alors qu'elle devrait être de 20 mg/l au moins. L'amendement disponible est du gypse CaSO<sub>4</sub>.

L'utilisation de la formule de MARTIN donne le résultat suivant :

$$Q = (20 - 5) \times 3,4 \times \frac{5000}{1000} = 255 \text{ kg}$$

Dans le cas de l'utilisation de carbonate de calcium, notamment pour relever une alcalinité insuffisante, il n'existe pas de formule de calcul simple. Il faut alors amender régulièrement avec des petites quantités à chaque apport (25 à 75 kg de CaCO<sub>3</sub> par hectare et par semaine) et ajuster en fonction de la mesure de la dureté et de l'alcalinité.

- **Bassin en assec**

La vidange d'un bassin est une excellente opportunité pour recharger le sol en calcium, améliorer sa structure et accélérer la minéralisation de la matière organique. Le meilleur amendement est le carbonate de calcium et les doses varient selon l'épaisseur et l'aspect de la vase : plus elle est épaisse, noirâtre, nauséabonde, plus l'amendement doit être important (jusqu'à 3 T/ha) ; si elle est fine et claire, un apport d'entretien de 500 kg/ha est suffisant. Trois semaines sont nécessaires pour une bonne efficacité de l'amendement et de l'oxydation du sol. Après la remise en eau, la mesure de la dureté et de l'alcalinité de l'eau du fond permet de compléter le cas échéant l'amendement effectué durant l'assec.

### **2.4. Comment amender ?**

Le mode de traitement est différent pour un bassin neuf ou pour un bassin déjà productif

- ***Bassin neuf***

On sait qu'il est nécessaire d'apporter de la matière organique sur le sol d'un bassin neuf (voir 1.2). Pour faciliter "l'alliage" de la matière organique et de l'argile du sol et donc augmenter les possibilités de fixation du calcium et de structuration du sol, il est très utile de scarifier superficiellement le sol avec un râteau ou un engin équivalent. Il faut mouiller le sol et le garder humide et attendre au moins 3 semaines avant d'amender. L'amendement doit être réparti de manière homogène sur toute la surface.

- ***Bassin déjà productif***

- **En assec** (entre deux cycles de production)

L'amendement en assec est simple puisque le sédiment est déjà riche en matière organique et saturé d'eau. Il est bénéfique de laisser sécher le sol après l'amendement et de favoriser la pousse d'un gazon naturel ou artificiel quelques jours avant la mise en eau.

- **Bassin en eau**

L'apport d'amendement en cours d'élevage est recommandé mais trois précautions importantes doivent être prises.

- La plupart des amendements élèvent le pH de l'eau. Même si cette élévation est brève (quelques jours), comme avec le carbonate de calcium, il faut en tenir compte et donc éviter d'amender quand le pH dépasse 8,5.

- L'amendement en cours d'élevage doit être toujours fractionné en petites doses (100 kg/ha/semaine maximum) afin d'éviter tout choc chimique et tout déséquilibre brutal du milieu.

- Les amendements très solubles (chaux et gypse) libèrent le calcium de manière rapide. Si l'eau est riche en particules minérales en suspension, l'apport massif de calcium entraînera une floculation de toutes ces particules et un éclaircissement rapide de l'eau. Il faut fractionner, voire éviter, l'emploi d'amendements très solubles pendant les périodes de forte turbidité minérale de l'eau du bassin.

Le tableau 3.10 résume les principales règles d'emploi des amendements selon les objectifs recherchés. L'épandage doit se faire sur toute la surface du bassin en insistant sur la zone des arrivées d'eau et les bords (zone préférentielle de mues).

## Rôle du sol et choix des amendements

### Précautions particulières

- **Pour les bassins très acides** (pH entre 3 et 4,5) notamment ceux construits sur des sols d'origine volcanique riches en soufre, il est nécessaire de commencer par neutraliser l'acidité sulfurique par de la chaux éteinte  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  à raison de 200 kg/ha environ avant d'amender au carbonate de calcium.
- **Pour les bassins très basiques** (pH entre 8,5 et 10) l'amendement le mieux adapté est le gypse  $\text{Ca SO}_4$  qui a un effet acidifiant.

*Tableau 3.10 : Choix des amendements selon les objectifs recherchés.*

Objectifs	Amendements adaptés
<b>Pour le sol</b> équilibrer le pH	si sol acide, <b>chaux</b> si sol basique, <b>gypse</b>
améliorer la structure et/ou compenser les pertes de calcium	<b>carbonate de calcium</b> ou <b>dolomie</b>
assainir	<b>chaux vive</b> ou <b>chaux éteinte</b>
<b>Pour l'eau</b> élever la dureté	action rapide, <b>chaux</b> ou <b>gypse</b> action progressive, <b>carbonate de Calcium</b>
renforcer le pouvoir tampon (élever l'alcalinité)	<b>carbonate de Calcium</b> ou <b>dolomie</b>
éliminer la turbidité minérale	amendements très solubles <b>chaux</b> ou <b>gypse</b>

Une formule simple (BOYD) permet de calculer la dose nécessaire (Q en kg) pour le volume du bassin à partir de la mesure de la dureté (TH) et de l'alcalinité (TAC).

$$Q = (\text{TAC} - \text{TH}) \times 4,3 \times \frac{V}{1000}$$

où **Q** = quantité d'amendement à apporter (en kg)  
**TAC** = alcalinité (en mg/l)  
**TH** = dureté calcique (en mg/l)  
**V** = volume du bassin (en m<sup>3</sup>)

- Si l'on fertilise le bassin avec un engrais phosphaté (superphosphates par exemple), il faut attendre au moins 3 semaines **après** l'amendement calcique pour éviter la formation d'un composé insoluble, le phosphate de calcium ( $\text{Ca PO}_4$ ).



# Suivi de la qualité d'eau

1. **pH**
  - 1.1. Mesure du pH
  - 1.2. Moyens d'action sur le pH
2. **Oxygène dissous**
  - 2.1. Mesure de l'oxygène
  - 2.2. Moyens d'action sur l'oxygène
3. **Température**
  - 3.1. Mesure
  - 3.2. Moyens d'action sur la température
4. **Dureté et alcalinité**
  - 4.1. Mesure de la dureté-alcalinité
  - 4.2. Moyens d'action
5. **Turbidité**

La croissance et la survie de la chevrette dépendent directement de la qualité du milieu. Cette qualité est caractérisée par la mesure des principaux paramètres physiques et chimiques de l'eau :

- **paramètres physiques** :
  - la température,
  - la turbidité.
- **paramètres chimiques** :
  - le pH,
  - l'oxygène dissous,
  - la dureté et l'alcalinité.

Les paramètres importants comme le pH et l'oxygène sont mesurés plus fréquemment que les autres. Dans tous les cas, une mesure isolée n'a pas de signification et doit être comparée à d'autres valeurs enregistrées régulièrement. C'est grâce à ce suivi que l'on peut intervenir pour maintenir l'élevage dans des conditions favorables.

### 1. pH

Le pH (potentiel hydrogène) mesure l'acidité ou l'alcalinité d'un milieu. Un pH de 0 à 7 est acide, de 7 à 14 il est alcalin ; 7 correspond à un milieu neutre. A la mise en eau d'un bassin, le pH de l'eau est directement fonction de la nature du sol et du pH de l'eau de renouvellement (exemple : en Guyane, le pH du sol et des rivières est toujours acide, de l'ordre de 5 à 6).

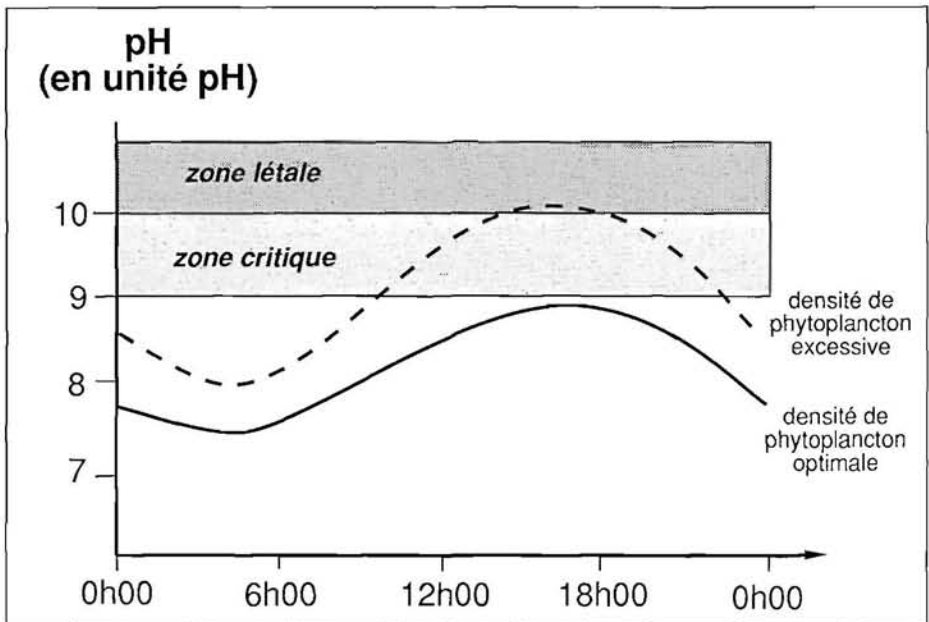


Figure 3.34 : Variations quotidiennes du pH.

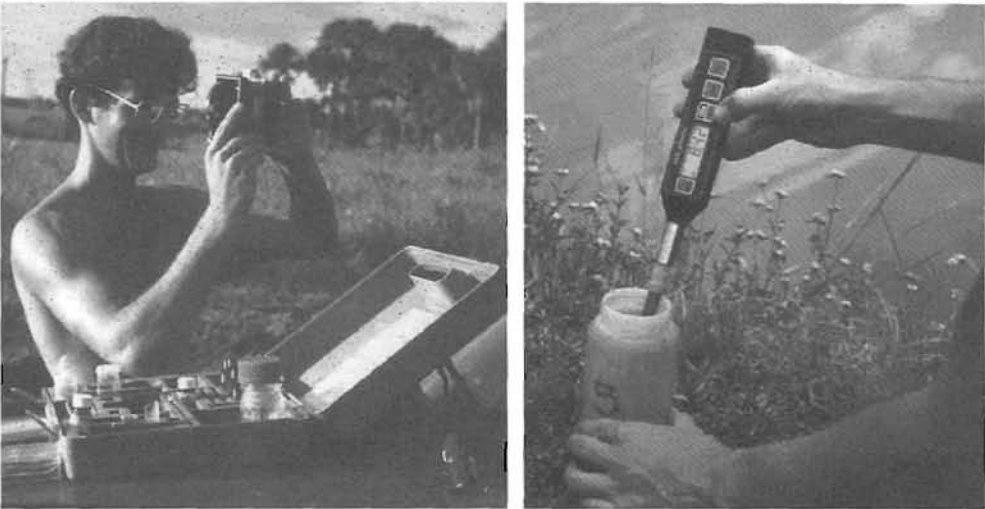
En cours d'élevage, une fois l'activité biologique installée, le phytoplancton est le premier responsable des variations de pH dans le bassin. Pendant la journée, la photosynthèse fait augmenter le pH, puis celui-ci baisse au cours de la nuit en absence de lumière (figure 3.34). L'amplitude et la vitesse de variation du pH dépendent de la densité du phytoplancton et du pouvoir tampon de l'eau, c'est-à-dire de la teneur en ions carbonates ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) et bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ). Dans les eaux à faible pouvoir tampon, le pH peut varier de 6 à 10 au cours de la journée. A l'inverse, dans des eaux plus minéralisées, le pH est plus stable.

La valeur optimale de pH pour les chevrettes se situe entre 7 et 8,5. Les valeurs inférieures à 6 et supérieures à 9 sont létales pour les postlarves et les juvéniles. La tolérance à ces valeurs extrêmes augmente avec l'âge de l'animal. Plus que la valeur absolue du pH, c'est la durée d'exposition aux valeurs extrêmes et les variations rapides qui provoquent les mortalités.

### 1.1. Mesure du pH

La mesure du pH s'effectue selon deux modes.

- **pH-mètre colorimétrique** (figure 3.35). On verse un réactif dans l'eau à analyser et la coloration obtenue est comparée à une échelle de teintes correspondant à des valeurs de pH. La précision est d'environ 0,3 point pH. Sa simplicité et sa robustesse en font un appareil de terrain idéal. Toutefois il est recommandé de stocker les réactifs (pilules ou gouttes) à l'abri de la lumière, de la chaleur et de l'humidité.
- **pH-mètre électronique** (figure 3.35). La mesure est faite à l'aide d'une sonde que l'on plonge dans l'échantillon à mesurer. La valeur du pH est affichée sur un cadran. En climat tropical, il dérive rapidement et doit être ré-étalonné fréquemment. Sa précision est de 0,1 point pH mais sa fragilité est un handicap pour un usage de terrain. Il est préférable de s'en servir dans un local sec et climatisé où l'on transportera les échantillons.



*Figure 3.35 : a) pH-mètre colorimétrique ; (b) pH-mètre électronique.*

La mesure du pH se fait en fin d'après-midi, au moment où sa valeur est la plus élevée sur un échantillon d'eau prélevée au fond du bassin. En routine, il est conseillé de faire 2 à 3 mesures par semaine. Pendant les périodes à risque (avant un restockage, en saison sèche, lors d'une coupure d'eau, etc.), la mesure du pH doit être effectuée tous les jours.

Le suivi régulier du pH permet de détecter précocement une montée de pH et donc d'intervenir avec plus d'efficacité.

## Suivi de la qualité d'eau

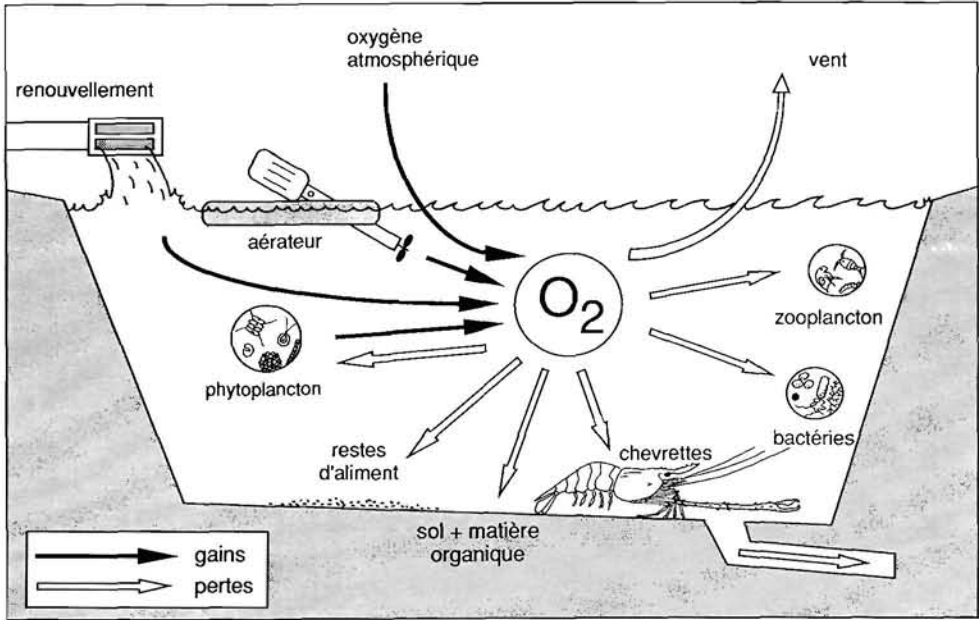


Figure 3.36 : Gains et pertes en oxygène dissous dans le bassin d'élevage.

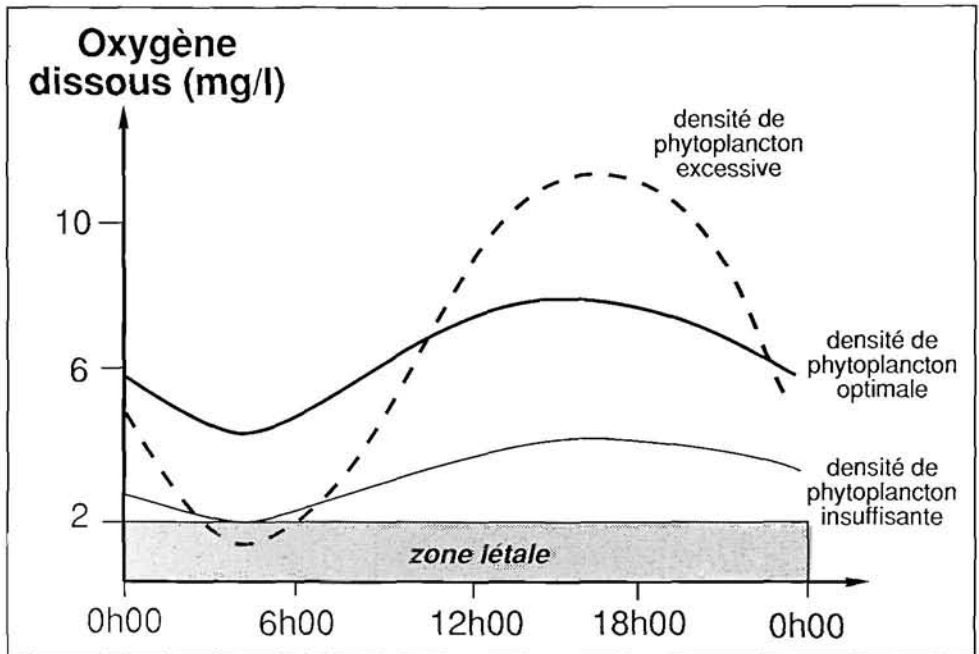


Figure 3.37 : Variations quotidiennes de l'oxygène dissous d'un bassin normalement brassé.

### 1.2. Moyens d'action sur le pH

Les moyens d'intervention dont on dispose sont surtout :

- **le contrôle du phytoplancton** en préventif grâce à la gestion du renouvellement d'eau ; en cas de fort pH, l'aquaculteur effectuera une chasse ou augmentera la turbidité de l'eau (voir *Contrôle du phytoplancton*).
- **les amendements** : à la mise en eau d'un bassin, l'utilisation d'amendements carbonatés permet de corriger une acidité trop faible du sol et de l'eau (voir *Rôle du sol et amendements*).

## 2. Oxygène dissous

La solubilité de l'oxygène dépend surtout de la température mais aussi de la pression atmosphérique (tableau 3.11). Cette solubilité correspond à la concentration obtenue lorsque l'eau et l'air sont en équilibre. Des valeurs supérieures à la saturation sont possibles. On dit alors que le milieu est sursaturé.

**Tableau 3.11** : Solubilité de l'oxygène en mg/l selon la température et l'altitude (air saturé en vapeur d'eau).

Température (°C)	Niveau de la mer	200 m d'altitude	400 m d'altitude
20	9,1	8,9	8,8
22	8,7	8,5	8,4
24	8,4	8,2	8,1
26	8,1	7,9	7,8
28	7,8	7,6	7,5
30	7,6	7,4	7,3
32	7,3	7,1	7,0
34	7,1	6,9	6,8

L'oxygène dissous provient essentiellement de l'activité phytoplanctonique, de l'air et de l'eau de renouvellement (figure 3.36). L'apport d'oxygène le plus important est dû à la photosynthèse pendant la journée. Les teneurs en oxygène dissous sont donc plus élevées en fin d'après midi et en surface, là où la photosynthèse est la plus active. La nuit, en absence de lumière, le phytoplancton respire et la concentration en oxygène diminue (figure 3.37). Ce phénomène est d'autant plus marqué que le phytoplancton est dense.

## Suivi de la qualité d'eau

La diffusion dans le sens air-eau est amplifiée par le vent. Sur un site bien ventilé, le transfert d'oxygène est accru de façon considérable. De plus, le brassage de la masse d'eau par le vent limite les risques de stratification et les faibles teneurs en oxygène au fond du bassin. Les pertes sont surtout dues à la respiration par les organismes vivants (plancton, bactéries, chevrettes) et à la diffusion dans le sens eau-air.

La respiration de la chevette varie avec sa taille (elle augmente avec l'âge), son état physiologique (elle augmente en période de mue ou de stress) et avec l'activité (elle augmente pendant l'alimentation). Au dessus de 5 mg/l, la chevette est dans des conditions favorables à l'élevage. Au dessous de 2 mg/l, les chevrettes ne peuvent plus équilibrer leurs besoins, elles cherchent à fuir le fond et se concentrent près des berges. Si la teneur en oxygène dissous reste pendant plusieurs heures inférieure à 2 mg/l, les chevrettes meurent. Un signe caractéristique d'asphyxie est le blanchissement progressif de l'animal qui reste au bord des berges même si la température est élevée.



*Figure 3.38 : Mesure de la teneur en oxygène dissous d'un échantillon d'eau de fond à l'aide d'un oxymètre électronique.*

### 2.1. Mesure de l'oxygène

Il existe des méthodes chimiques utilisées en laboratoire, mais sur le terrain, la mesure s'effectue généralement avec un **oxymètre électronique** (type YSI 57, figure 3.38).

Ces appareils sont pour la plupart faciles d'emploi, robustes et fiables. On plonge la sonde dans le bassin ou dans l'échantillon d'eau et la valeur d'oxygène s'affiche en mg/l. La sonde doit être agitée en permanence pendant la mesure. La sonde à oxygène est généralement couplée à une sonde température, permettant de prendre les deux paramètres au cours de la même intervention.

La sonde contient deux électrodes baignant dans un électrolyte et séparées du milieu extérieur par une membrane très fine. Cette membrane est fragile et doit être remplacée régulièrement en prenant soin de ne pas emprisonner de bulle d'air dans l'électrolyte, source d'erreur des mesures. La sonde doit être ré-étalonnée avant chaque série de mesures en suivant les indications livrées avec l'appareil.

La concentration en oxygène dissous se mesure au niveau du fond, là où vivent les chevrettes. La mesure du matin (vers 7h00) permet d'estimer la valeur minimale obtenue en fin de nuit ; on peut aussi prévoir cette valeur en effectuant deux mesures à trois heures d'intervalle au début de la nuit. Le prolongement de la courbe donne la valeur prévisible en fin de nuit (figure 3.39). On peut ainsi intervenir avant que n'ait lieu la crise d'oxygène.

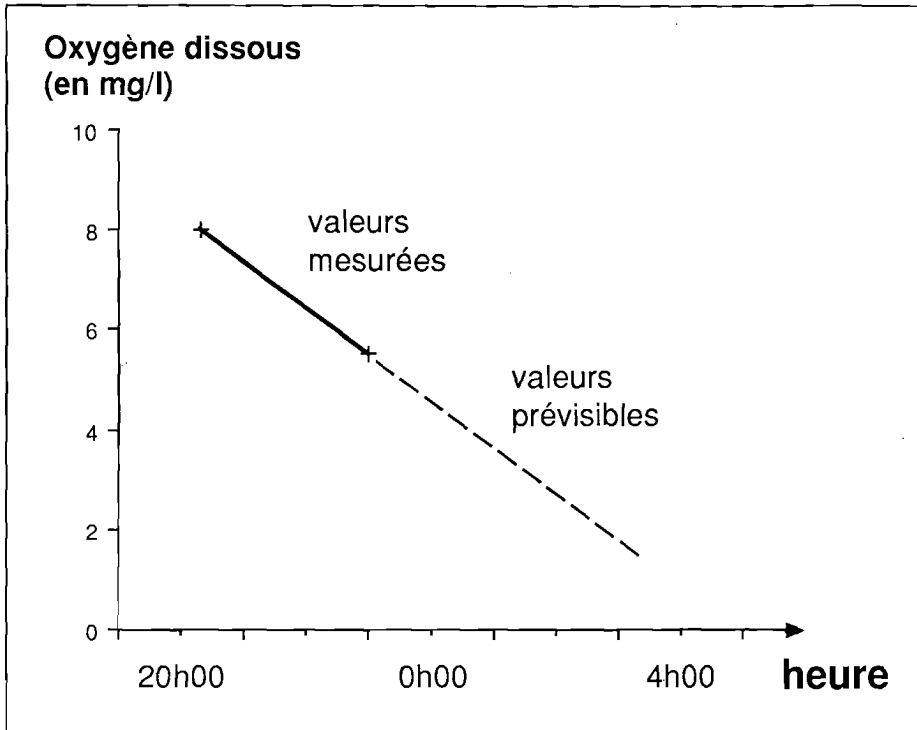


Figure 3.39 : Méthode graphique de prédiction de l'évolution des teneurs en oxygène dissous en cours de nuit.

### 2.2. Moyens d'action sur l'oxygène

En situation normale, les concentrations en oxygène dissous varient de 4 à 6 mg/l le matin, et de 9 à 13 mg/l le soir. La gestion de l'oxygène se fait essentiellement en contrôlant et en régulant le phytoplancton par les moyens habituels (voir *Contrôle du phytoplancton*) :

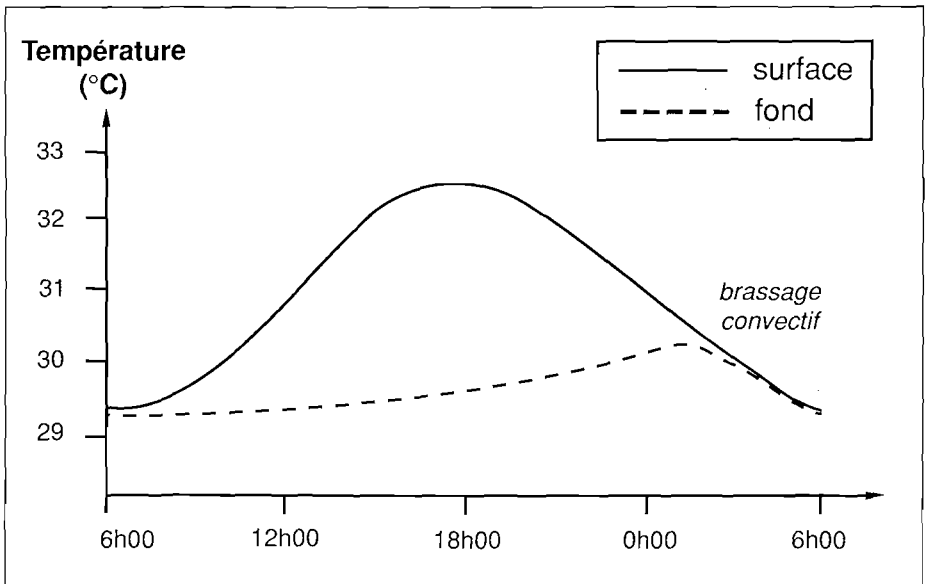
## Suivi de la qualité d'eau

- renouvellement d'eau en routine de 10 % du volume du bassin par jour ;
- évacuation préférentielle de l'eau de surface ou de fond.

Les fermes ne pouvant garantir un renouvellement suffisant tout au long de l'année (saison sèche marquée, débit réservé en rivière insuffisant), doivent se doter d'équipements d'agitation mécanique qui brassent et oxygènent la masse d'eau (voir *Aération artificielle*).

### 3. Température

Pendant la journée, l'élévation de la température d'un bassin est liée à l'ensoleillement. Le réchauffement s'effectuant par la surface, la couche superficielle subit de fortes variations journalières. La température de la couche du fond est plus stable et reste plus fraîche. Les couches d'eau de surface et de fond se mélangent en fin de nuit car la couche superficielle se refroidit pendant la nuit et "tombe" au fond. On parle alors d'un brassage convectif (figure 3.40). La stratification est également réduite par le brassage naturel dû au vent.



**Figure 3.40** : Exemple de variations thermiques journalières.

En cours d'année, la température des bassins fluctue avec le climat : saison froide plus ou moins marquée selon la latitude, saison des pluies, saison sèche. L'eau d'alimentation étant plus froide que celle du bassin, le débit de renouvellement influe aussi sur la température du bassin.



La température agit directement sur les activités biologiques qui doublent pour chaque élévation de 10°C. Ainsi, la consommation d'oxygène ou le métabolisme général de toutes les espèces vivantes dans le bassin sont deux fois plus élevés à 30°C qu'à 20°C. En conséquence, si la température de l'eau descend en dessous de 24°C, il est conseillé de diminuer la ration alimentaire de 25 % car les chevrettes s'alimentent moins.

Bien que la chevette supporte une assez large gamme de température (20 à 34°C) et tolère sans dommage des changements progressifs de température, elle supporte mal des variations brusques et importantes. Lors de toutes manipulations de changement de milieu (ensemencement, transfert), il faut acclimater progressivement les animaux pour éviter les chocs thermiques (environ 30 minutes pour un écart de 4°C).

Lors de la mue, les chevrettes se rapprochent souvent des berges et sont donc particulièrement vulnérables à la plus forte température de l'eau de surface. C'est un cas fréquent de mortalité.

### 3.1. Mesure

Elle se mesure avec un thermomètre gradué en demi-degrés ou avec la sonde température de l'oxymètre, en surface et au fond, dans la zone profonde du bassin.

La température fait partie des paramètres qu'il faut suivre régulièrement. Sa mesure est indispensable lors des périodes à risques et lors de transferts ou d'ensemencements.

### 3.2. Moyens d'action sur la température

Les interventions sur la température sont limitées. Quand la température de fond est trop froide, on peut réduire le renouvellement d'eau et, si la ferme est équipée, brasser artificiellement la masse d'eau pendant la journée pour homogénéiser la température (voir *Aération artificielle*). Inversement, lorsque la température de fond dépasse 30°C, on augmentera le renouvellement.

## 4. Dureté et alcalinité

---

Dans le langage courant, la **dureté** d'une eau est sa teneur en calcium et en magnésium. Elle s'exprime en mg par litre d'équivalent carbonate de calcium (CaCO<sub>3</sub>).

L'**alcalinité** mesure essentiellement la teneur en ions carbonates (CO<sub>3</sub>) et bicarbonates (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) exprimés en mg/l d'équivalent carbonate de calcium (CaCO<sub>3</sub>). Ces ions ayant la capacité d'atténuer les variations du pH (voir plus haut) on parle de **pouvoir tampon**, très utile pour l'élevage.

## Suivi de la qualité d'eau

Dans la plupart des eaux, les valeurs de la dureté et de l'alcalinité sont proches, voire équivalentes ; le composé le plus fréquent est le carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ). La dureté et l'alcalinité de l'eau du bassin ne subissent pas de variations saisonnières car elles dépendent uniquement du site (nature du sol, eau de renouvellement) et de l'apport ou non d'amendements (voir *Rôle du sol et amendements*).

Le calcium est un élément important dans la physiologie de la chevrete et intervient notamment dans le durcissement de la carapace après la "mue" (voir *Physiologie*). La croissance est bonne entre 20 et 150 mg/l d'équivalent  $\text{CaCO}_3$ . Quand la dureté est inférieure à 20 mg/l, le temps de durcissement de la carapace augmente. Les animaux mous sont plus sensibles aux variations de la qualité du milieu, aux agressions de leurs congénères et au passage du filet. Par leur aspect, ils sont moins facilement commercialisables. L'excès de calcium est également préjudiciable à la chevrete. On considère que la croissance peut être affectée au delà de 150 mg/l.

### 4.1. Mesure de la dureté-alcalinité

La décision d'amender un bassin en cours d'élevage est fondée sur deux analyses chimiques : l'alcalinité totale ou T.A.C (carbonates-bicarbonates) et la dureté totale ou T.H (calcium-magnésium).



**Figure 3.41** : Mesure par colorimétrie de la dureté-alcalinité.

Un rythme de mesures bi-hebdomadaire ou mensuel permet de bien suivre leur évolution et de maintenir leur concentration à l'optimum. On mesure la dureté et l'alcalinité par méthode colorimétrique. On utilise une trousse de terrain qui contient les réactifs et des éprouvettes graduées (figure 3.41). Sa précision est suffisante, mais diminue avec l'abondance de matières en suspension. La même méthode effectuée en laboratoire donne des mesures plus précises.

## 4.2. Moyens d'action

Chaque fois que les valeurs de dureté et d'alcalinité sont inférieures à 20 mg/l, il est nécessaire d'amender (voir *Rôle du sol et amendements*).

## 5. Turbidité

---

La turbidité de l'eau d'un bassin est due à la présence de matières en suspension qui peuvent avoir deux origines.

- **Une origine biologique** due au phytoplancton qui donne généralement à l'eau une coloration verte. Cette turbidité est influencée par les facteurs qui régissent la croissance phytoplanctonique (ensoleillement, renouvellement d'eau, sels nutritifs).
- **Une origine terrigène** due aux particules minérales en suspension dans l'eau (argiles) qui donnent au bassin une coloration allant du jaune au brun. La composante terrigène dépend surtout de la pluviométrie. De fortes pluies augmentent la turbidité de l'eau de renouvellement et ravinent les berges. De plus, quand la biomasse de chevrettes est forte, la turbidité minérale augmente en raison de l'intense activité des animaux sur le fond. Enfin, le passage du filet remet les boues en suspension.

Pour l'aquaculteur, la turbidité d'origine biologique est celle qu'il faut suivre car elle correspond à la densité du phytoplancton dont le rôle biologique est essentiel dans le bassin. C'est le premier producteur d'oxygène et le premier maillon de la chaîne alimentaire.

Si la turbidité d'origine terrigène est forte, la quantité de phytoplancton est faible et on risque des déficits d'oxygène.

Quelle que soit son origine, la turbidité empêche la pénétration de la lumière dans le bassin. L'obscurité ainsi provoquée est favorable à la chevette et empêche le développement de végétaux sur le fond.

### Mesure de la turbidité

Dans le bassin, on mesure la turbidité avec un disque de Secchi. Cet appareil se fabrique facilement en fixant un disque noir et blanc sur un manche gradué en centimètres. On note la profondeur à laquelle le disque disparaît à la descente et celle à laquelle il réapparaît à la remontée. La moyenne des deux mesures donne le "Secchi", exprimé en centimètres. Lors de la mesure, il faut veiller à ne pas remettre la boue du fond en suspension en marchant dans le bassin ou en touchant le fond avec le disque.

## Suivi de la qualité d'eau

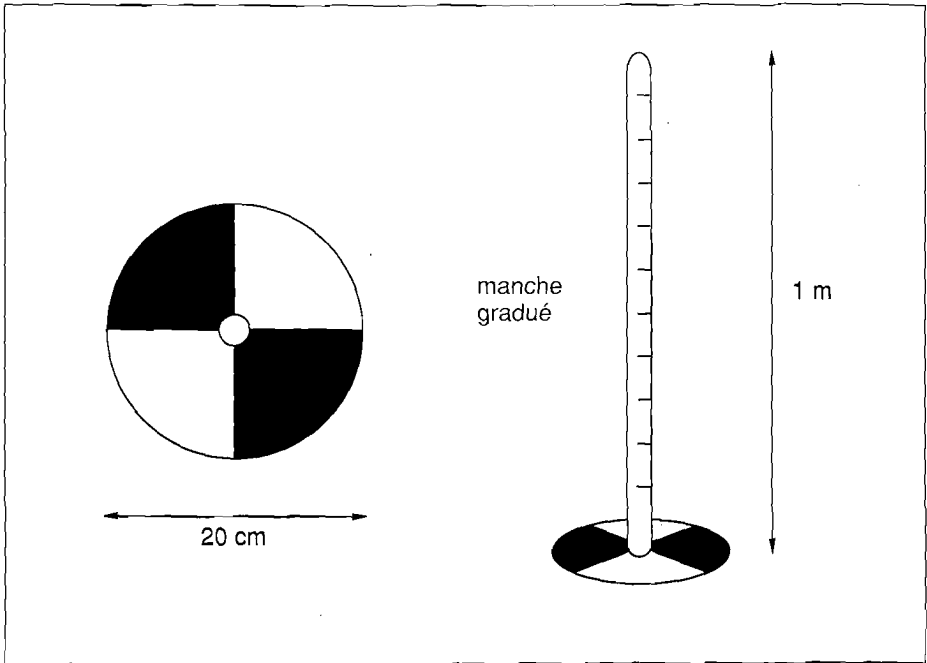
SECCHI	CARACTERISTIQUES	INTERVENTIONS
<b>Secchi faible (&lt; 30 cm) d'origine terrigène</b> (aspect laiteux, couleur terreuse).	Oxygène dissous faible, fluctuant peu au cours du cycle jour/nuit. pH stable. Risque de déficit en oxygène si la biomasse est importante.	Amendement massif de chaux éteinte, si le pH le permet pour flocculer les colloïdes. Aération artificielle obligatoire, même en cours de journée.
<b>Secchi Important (&gt; 60 cm)</b> Bassin trop clair.	pH en général acide, faible taux d'oxygène dissous car phytoplancton très peu développé.	Stimuler le phytoplancton : <ul style="list-style-type: none"> <li>- inoculum d'eau verte,</li> <li>- réduire le renouvellement pour éviter le lessivage du phytoplancton,</li> <li>- recourir aux fertilisants minéraux ou organiques,</li> </ul>
<b>Secchi faible (&lt; 25 cm) d'origine phytoplanctonique.</b> Aspect opaque, couleur variable en fonction des espèces de phytoplancton : vert, brun, jaune.	pH et oxygène très fluctuants en cours de journée. Taux d'oxygène très élevé le soir et faible le matin. pH élevé le soir. Risque de mortalité.	Réduire le bloom : <ul style="list-style-type: none"> <li>- augmenter le renouvellement,</li> <li>- chasser l'eau de surface,</li> <li>- remettre les boues en suspension</li> <li>- en dernier recours, emploi d'algicides.</li> </ul>

Tableau 3.12 : Valeurs du disque de Secchi nécessitant une intervention.

PARAMETRE	RAPPEL DES VALEURS FAVORABLES POUR LA CHEVRETTE	EVOLUTION NATURELLE DANS LE BASSIN	FICHE TECHNIQUE CORRESPONDANTE
TEMPERATURE	minimum : 22°C optimum : 28-30°C	réchauffement de 1 à 4°C selon débit de renouvellement, exposition, soleil, etc.	<i>Suivi de la qualité d'eau</i>
pH	minimum : 6 optimum : 7-8 maximum : 9	élévation de 1 à 2,5 points selon densité du phytoplancton, heure, ensoleillement, amendement, débit de renouvellement	<i>Suivi de la qualité d'eau</i> <i>Amendements</i> <i>Contrôle du phytoplancton</i>
OXYGENE	minimum : 2 optimum : saturation (5 à 9)	élévation le jour (jusqu'à la saturation) et diminution la nuit selon densité du phytoplancton, heure, ensoleillement, vent, biomasse, renouvellement	<i>Suivi de la qualité d'eau</i> <i>Contrôle du phytoplancton</i> <i>Aération artificielle</i>
TURBIDITE	Si origine phytoplanctonique seule : 25 à 50 cm de secchi	élévation ou diminution en fonction de la densité du phytoplancton, l'efficacité de la décantation, la pluviométrie, la protection des berges, la biomasse, la pêche, le brassage, les amendements.	<i>Suivi de la qualité d'eau</i> <i>Contrôle du phytoplancton</i> <i>Amendements</i> <i>Brassage oxygénation</i>
CALCIUM / CARBONATES	minimum : 20 mg/l optimum : 40-120 mg/l	élévation ou diminution en fonction de la nature du sol, les amendements effectués, la densité du phytoplancton, le débit du renouvellement.	<i>Suivi de la qualité d'eau</i> <i>Amendements</i> <i>Contrôle du phytoplancton</i>

Tableau 3.13 : Récapitulatif des principaux paramètres physico-chimiques et de leurs variations dans le bassin.

Quand le bassin est vert, le disque de Secchi permet d'estimer la densité de phytoplancton.



**Figure 3.42 : Disque de Secchi**

- Une mesure de Secchi de 25 à 50 cm garantit généralement des conditions de milieu stables; à l'intérieur de cette fourchette, on peut considérer qu'aucun des paramètres physico-chimiques essentiels (pH, O<sub>2</sub>) ne franchira les seuils de tolérance.
- Si la visibilité excède 60 cm, il manque du phytoplancton dans l'eau et le développement de végétaux de fond devient possible.
- Si la visibilité est inférieure à 20 cm, le phytoplancton est en quantité excessive ; il faut réduire sa densité pour éviter des conditions létales le matin en oxygène dissous et le soir en pH (voir *Contrôle du phytoplancton*). Trop dense, le phytoplancton risque de s'effondrer et de provoquer une grave déficience en oxygène (taux inférieur à 2 mg/l).

# Contrôle du phytoplancton

1. Rôle du phytoplancton dans le bassin
2. Pourquoi le contrôler ?
  - 2.1. Conséquences d'un développement insuffisant
    - *Les végétaux de fond*
    - *Risque de déficit en oxygène*
  - 2.2. Conséquences d'un développement excessif
    - *Elévation du pH*
    - *Déficit en oxygène dissous*
    - *Crise d'oxygène*
3. Comment contrôler le phytoplancton ?
  - 3.1. Pour favoriser son développement
    - *Engrais organiques*
    - *Engrais minéraux*
    - *Inoculum*
  - 3.2. Pour limiter son développement
    - *Diminution de la ration*
    - *Lessivage du phytoplancton*
    - *Opacification provoquée du bassin*
    - *Algicides*

Le phytoplancton est un ensemble d'algues microscopiques en suspension dans l'eau. Il s'installe naturellement dans les milieux bien ensoleillés et riches en éléments nutritifs (essentiellement carbone, azote, phosphore et potassium). Le bassin d'élevage constitue un milieu propice à son développement. Ce milieu est constamment enrichi mais reste en équilibre grâce à un renouvellement d'eau permanent qui lessive l'excès de phytoplancton.

## 1. Rôle du phytoplancton dans le bassin

- Le phytoplancton est, à la fois, le plus gros **producteur** et le plus gros **consommateur d'oxygène dissous** dans le bassin :
  - **Le jour**, grâce à l'énergie solaire, il élabore par photosynthèse sa propre matière organique à partir du gaz carbonique et des éléments minéraux de l'eau. Cette réaction **produit de l'oxygène**.
  - **La nuit**, la photosynthèse s'arrête par manque de lumière. Le phytoplancton **consomme alors de l'oxygène**.
- Il participe à la **chaîne alimentaire naturelle**. Le phytoplancton est consommé par le zooplancton qui constitue lui-même une proie naturelle pour la chevrette.
- La forte densité du phytoplancton **opacifie le milieu**, ce qui provoque l'obscurité du fond. Celle-ci empêche le développement des macrophytes et correspond aux préférences de lumière de l'animal.
- Il participe à l'**épuration des déchets azotés** en contribuant à leur recyclage.

## 2. Pourquoi le contrôler ?

Le phytoplancton peut fluctuer brutalement en densité et en composition en fonction des variations du milieu (lumière, température, etc.).

Son développement insuffisant ou excessif a une incidence directe sur la stabilité et la qualité du milieu et donc par extension sur la production. Son contrôle constitue une part importante de la gestion du bassin.

### 2.1. Conséquences d'un développement insuffisant

- **Les végétaux fixés poussent sur le fond** car l'eau est trop claire. Ceux-ci pompent alors préférentiellement les sels nutritifs, empêchant le développement du phytoplancton. Ces végétaux représentent également une importante gêne mécanique durant les pêches.
- Risque de **déficit en oxygène dissous**. Quand la turbidité minérale est importante (à la suite de fortes pluies par exemple), la lumière pénètre très peu dans l'eau. La photosynthèse et donc la production d'oxygène par le phytoplancton sont réduits. L'apport d'oxygène est alors limité à l'arrivée d'eau et à la diffusion. Cette situation entraîne un manque chronique d'oxygène.

## Contrôle du phytoplancton

### 2.2. Conséquences d'un développement excessif

- **Élévation importante du pH en cours de journée.** L'activité photosynthétique du phytoplancton est la première responsable des variations de pH dans le bassin : le pH augmente le jour par la photosynthèse qui consomme le gaz carbonique du milieu. Il baisse la nuit par l'enrichissement du milieu en gaz carbonique dégagé par la respiration (voir *Suivi de la qualité d'eau*).

Plus l'activité photosynthétique est intense, plus le pH est fort. Lorsque certains facteurs sont réunis (ensoleillement important, températures élevées, absence de vent et faible renouvellement d'eau), la photosynthèse est trop intense et le pH peut atteindre des valeurs létales pour les chevrettes (pH > 9).

- **Déficit en oxygène dissous en fin de nuit.** Pendant la nuit, le phytoplancton consomme de l'oxygène par respiration qui n'est alors plus compensée par la photosynthèse. En cas de bloom, la concentration en oxygène dissous diminue rapidement jusqu'à atteindre des valeurs critiques pour les animaux en fin de nuit (inférieures à 2 mg/l).
- **Crise d'oxygène due à l'effondrement du phytoplancton.** Cet effondrement est dû à une croissance excessive du phytoplancton qui épuise le milieu en éléments nutritifs. En panne de "carburant" (CO<sub>2</sub> + éléments nutritifs), le phytoplancton meurt et tombe massivement au fond du bassin. Ce phénomène provoque un déficit d'oxygène car d'une part, il n'y a plus de production d'oxygène par photosynthèse et d'autre part, la décomposition du phytoplancton mort en consomme beaucoup.

## 3. Comment contrôler le phytoplancton ?

Les interventions de l'aquaculteur consistent à favoriser l'installation et le développement du phytoplancton lors de la mise en eau du bassin puis ensuite à le maintenir à un niveau d'équilibre pour donner en permanence une qualité d'eau optimale favorisant la croissance des chevrettes.

### 3.1. Pour favoriser son développement

Pour favoriser l'installation et le développement du phytoplancton dans un bassin après la mise en eau, l'aquaculteur doit amener les éléments nutritifs par des **engrais minéraux** ou **organiques**, ainsi que des cellules phytoplanctoniques par un **inoculum**. L'utilisation des fertilisants minéraux et organiques suppose une surveillance constante du milieu (O<sub>2</sub>, pH, Secchi). La distribution associée de ces deux types d'engrais est recommandée (synergie et complémentarité).



### • **Engrais organiques**

L'apport de fertilisants organiques amène les substances nutritives indispensables au cycle biologique (calcium, carbone, azote, phosphore, potassium).

Ils ont aussi une action favorable sur la structure du sol et sur la multiplication des bactéries en suspension dans l'eau. C'est sans aucun doute le procédé le plus efficace pour augmenter la productivité naturelle du bassin.

**La fumure organique d'origine végétale** (engrais "vert") s'applique dans un bassin en assec :

- végétation naturelle qu'on laisse se développer spontanément,
- semis effectués pour développer un tapis végétal,
- épandage de végétation coupée ou en cours de dégradation (paille de riz, résidus d'ensilage).

**La fumure organique d'origine animale.** Les qualités fertilisantes des déjections animales varient avec leur origine (poulet > canard > oie > vache > porc) et leur "solubilité" (fiente, lisier > fumier). La forte valeur fertilisante des fientes de volailles est due à leur haute teneur en acides aminés, facteur de croissance du phytoplancton.

Les doses d'engrais organiques à épandre sont indiquées dans le tableau 3.14. Ces engrais peuvent être utilisés aussi bien sur un bassin en assec que sur un bassin en eau. Cependant dans le second cas, une distribution fractionnée est indispensable car un apport massif entraîne des risques de déficit en oxygène. De plus, les engrais organiques ont généralement bénéficié d'un compostage durant lequel s'effectue une minéralisation partielle. Ils contiennent donc des éléments minéraux immédiatement solubles dans l'eau, notamment de l'azote ammoniacal, élément toxique à forte concentration. L'emploi d'engrais organiques doit donc être fractionné.

Pour ces mêmes raisons, lors d'une utilisation en assec, il est souhaitable d'attendre une quinzaine de jours après la mise en eau pour effectuer l'ensemencement des postlarves. Dans les deux cas, leur emploi s'accompagne toujours d'un contrôle des paramètres du milieu.

### • **Engrais minéraux**

Ils apportent des sels minéraux dont une partie est directement assimilable par le phytoplancton. La majeure partie est emmagasinée par le sédiment qui les relarguera ensuite progressivement par solubilisation lente. Ceci permet une disponibilité constante des substances nutritives dans le milieu d'élevage.

- **L'azote.** Les sources d'azote sont nombreuses dans le milieu naturel. L'apport d'engrais azoté se fait sous forme de nitrates ou de sulfates

## Contrôle du phytoplancton

FERTILISANTS	UTILISATIONS	DOSES	REMARQUES
ORGANIQUE	Fiente de volaille  En assec : Préparation de bassin neuf  En eau : En aspersion ou sur le bord de la digue sous le vent	Jusqu'à 10 T/ha  Jusqu'à 100 kg/ha/jour de fiente à 20% de matière sèche	Laisser le bassin se stabiliser avant ensemencement. Recommandé pour arrêter la percolation sur sédiment sableux.  Fractionnement indispensable quand la température est supérieure à 26°C. Pas de distribution si pH > 9 le soir et oxygène < 4 mg/l le matin.
	Fumier  En assec : par épandage  En eau : en aspersion	Jusqu'à 30 T/ha  Jusqu'à 300 kg/ha/jour	La forme décomposée et séchée est la présentation idéale  Mêmes précautions que pour la fiente
	Lisier  En eau : en aspersion	Jusqu'à 400 litres/ha/jour	Mêmes précautions que pour la fiente
MINÉRAUX	Phosphates naturels ou scories de déphosphoration  En assec	150 à 200 kg/ha/an	Pour sol et eaux acides. Ne pas coupler avec un chaulage.
	Super phosphates  En eau : bouteilles flottantes, traitement répété.	10 à 30 kg/ha/semaine	Pour eaux alcalines.
	Sulfate d'ammoniaque cyanamide 20 ammonitrate 33  En eau : bouteilles flottantes, traitement répété.	5 à 20 kg/ha/semaine	Surveiller le pH.
	Sulfate de potasse  En eau : bouteilles flottantes, traitement répété.	10 à 30 kg/ha/semaine	Éviter les engrais potassiques ordinaires contenant des chlorures.
	Engrais complet N.P.K. (type "3x17")  En eau : bouteilles flottantes, traitement répété.	25 à 75 kg/ha/semaine	Apporte simultanément les 3 éléments nutritifs essentiels.

Tableau 3.14 : Fertilisants employés et doses prescrites.

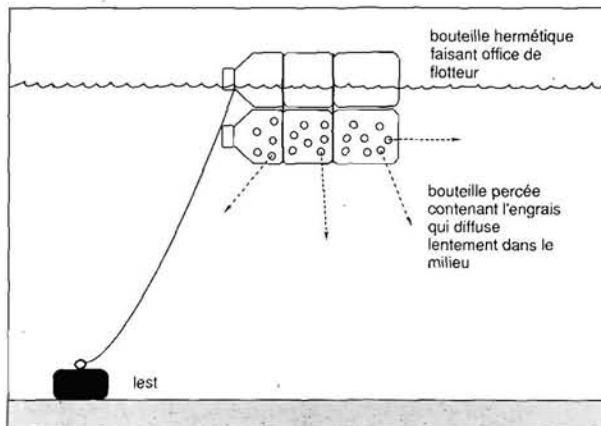


Figure 3.43 : Dispositif des bouteilles flottantes pour la diffusion lente d'engrais.

## **Contrôle du phytoplancton**

d'ammoniaque. Le phosphate d'ammoniaque permet un enrichissement simultané en phosphate et en azote. Les teneurs conseillées en azote sont de 1,5 à 2,5 mg/l.

- **Le phosphore.** Une carence en phosphore est souvent un facteur limitant la production primaire. L'engrais phosphaté est donc le fertilisant minéral ayant l'action la plus favorable sur le développement du phytoplancton. Plusieurs formes d'engrais phosphatés sont disponibles. Leur stabilité dépend de leur teneur en phosphate monocalcique (scories phosphoriques et superphosphates). Le phosphore favorise en outre la fixation de l'azote par les bactéries en présence d'oxygène et de calcium. Les teneurs conseillées sont de 0,3 à 0,6 mg/l. Il est intéressant de coupler l'apport de phosphate avec un apport azoté.
- **Le potassium.** La concentration naturelle des eaux en potassium (> 1 mg/l) est généralement suffisante. Toutefois l'utilisation d'engrais potassiques se justifie pour les eaux pauvres en potassium et en réserves alcalines (comme en Guyane). Le potassium se présente sous la forme de chlorures ou de sulfates solubles.

L'utilisation d'un engrais associé type N-P-K (par exemple le "3 x 17") employé couramment en agriculture, permet l'apport simultané de ces trois éléments essentiels. Cet apport est particulièrement justifié pour les bassins à sol et eau pauvres. Les doses préconisées pour ces différents engrais sont indiquées dans le tableau 3.14.

### **Remarques sur l'emploi des fertilisants minéraux**

- Une distribution fractionnée est recommandée pour éviter un démarrage trop brutal du phytoplancton et les conséquences néfastes sur la qualité d'eau.
- Les engrais liquides sont plus efficaces que les engrais solides. L'apport continu en goutte à goutte est le mieux adapté.
- Pour les engrais solides, le dispositif des bouteilles flottantes (figure 3.43) permet une diffusion lente dans le milieu et donc une meilleure efficacité. Il faut compter 2 à 3 bouteilles pour 1000 m<sup>2</sup>. Le contenu est renouvelé tous les 2 jours.

### • **Inoculum**

Lors de la mise en eau d'un bassin, il faut favoriser l'installation du phytoplancton surtout si l'eau d'alimentation est pauvre en cellules phytoplanctoniques et en substances nutritives. On prélève un volume d'eau verte dans un bassin voisin, par siphonnage si la différence de niveau le permet, sinon par motopompe (figure 3.44). Pour être efficace, cet inoculum doit représenter au moins 5 % du volume du bassin et doit être associé à une fertilisation.

## Contrôle du phytoplancton

Une fois le bassin plein, il est conseillé de limiter le renouvellement d'eau pendant quelques jours pour réduire le lessivage du phytoplancton et des éléments nutritifs.



*Figure 3.44 : Apport d'eau verte par motopompe (à gauche, bassin riche en phytoplancton ; à droite, bassin à enrichir).*

### 3.2. Pour limiter son développement

Il existe plusieurs moyens naturels tels la diminution de la ration alimentaire, la chasse de l'eau de surface et l'opacification du bassin. Le recours aux algicides devient nécessaire lorsque les interventions précédentes n'ont pas suffi pour contrôler le bloom.

- **Diminution de la ration**

Si les symptômes d'un bloom excessif sont identifiés suffisamment tôt (bassin très coloré sans turbidité minérale, pH élevé le soir et faible teneur en oxygène dissous le matin), on peut diminuer la ration alimentaire. Ceci réduit la quantité de fèces des animaux ainsi que la proportion d'aliment non consommé, sources d'éléments nutritifs pour le phytoplancton après décomposition. Cette réduction de la ration alimentaire doit atteindre 50 % et durer au moins 2 à 3 jours pour être efficace.

## Contrôle du phytoplancton

### • *Lessivage du phytoplancton*

On peut aussi éliminer des cellules phytoplanctoniques en augmentant le renouvellement et en évacuant l'eau de surface.

Si cette procédure ne suffit pas à enrayer le bloom, le recours à une chasse (ou "flush") devient nécessaire. Elle consiste à se débarrasser de la couche d'eau supérieure en baissant rapidement le niveau du bassin (figure 3.45). Cette chasse doit se faire en début d'après-midi pour que la vidange partielle soit terminée en fin de journée. La remise à niveau du bassin se fait avec de l'eau neuve pendant la nuit pour limiter le redémarrage du phytoplancton.

### • *Opacification provoquée du bassin*

Son objectif est d'entraver la pénétration de la lumière pour réduire la photosynthèse. L'opacification peut être provoquée soit naturellement soit artificiellement.

**L'opacification par des éléments naturels** consiste à augmenter la turbidité minérale de l'eau par mise en suspension du sédiment. Elle s'effectue par les moyens suivants :

- **brasseur orientable** dirigé vers le fond ou **brasseur à palettes** (paddle wheel) en zone peu profonde (figure 3.46).
- **motopompe**, pompant au niveau de la boue et refoulant en surface.
- **passage du filet ou d'une chaîne dans le bassin.**

**L'opacification artificielle**, qui fait appel à des colorants vitaux (non toxiques pour l'homme et les animaux), est rarement utilisée. Le principal est l'AQUASHADE, colorant bleu limitant considérablement la pénétration de la lumière. **Dose préconisée** : 1 litre pour 1000 m<sup>2</sup>. L'aniline est également employée.

**Remarque** : Ces traitements entraînent une réduction de la production d'oxygène. Il faut donc leur associer une aération (aérateurs, motopompes).

### • *Algicides*

L'emploi d'algicides en élevage de chevrettes est rare. Il correspond à un ultime recours quand tous les autres moyens d'interventions sont restés inefficaces.

Ce sont pour la plupart des inhibiteurs de la photosynthèse. Leur emploi est délicat en raison de leur toxicité pour les chevrettes et de la difficulté à trouver la dose qui réduit la population phytoplanctonique sans la détruire complètement. Une dose trop forte provoque l'effondrement de tout le phytoplancton (voir 2.2).

## Contrôle du phytoplancton

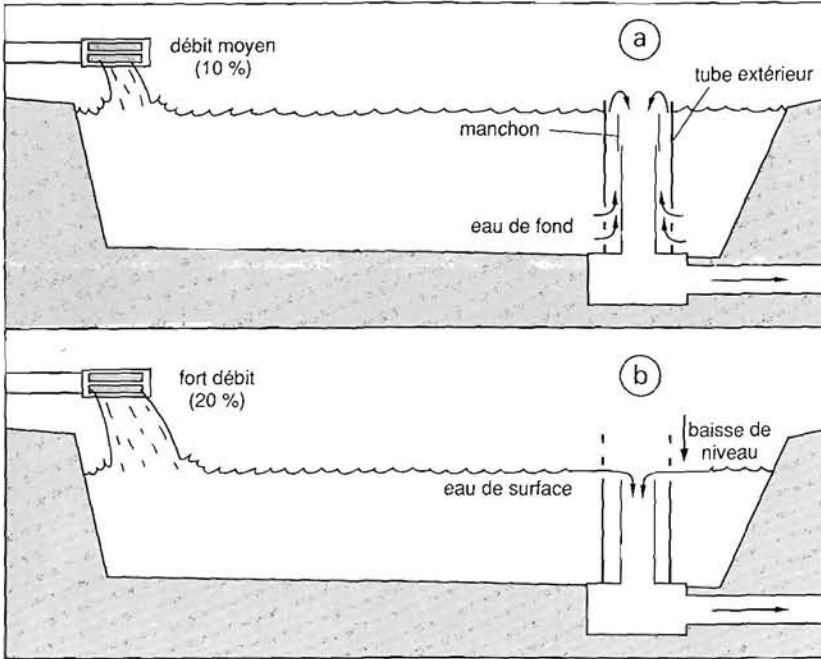


Figure 3.45 : Evacuation rapide de l'eau de surface. En (a) position normale; en (b) le manchon a été retiré et le tube extérieur retourné.

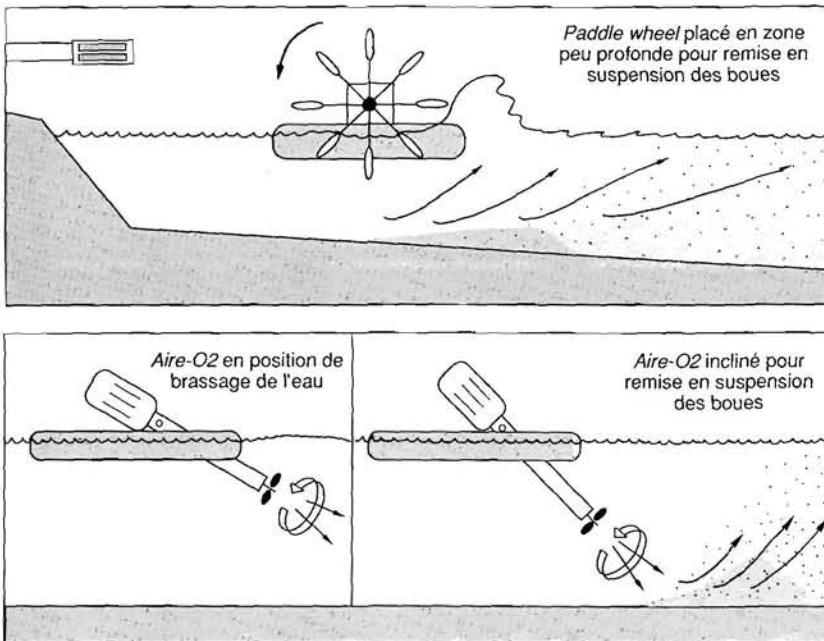


Figure 3.46 : Positions d'un paddle wheel et d'un aérateur à hélice pour remettre les boues en suspension.

## Contrôle du phytoplancton

Dès le retour à une qualité d'eau convenable, il faut corriger le système de gestion de l'eau pour éviter tout redémarrage du bloom. L'algicide n'est pas considéré comme un moyen de gestion du phytoplancton.

### Remarques générales sur les algicides

Ces produits sont très toxiques : respecter soigneusement les consignes du fabricant. Il est conseillé de tester les doses préconisées sur des animaux d'âges différents et dans les conditions du bassin. Manipuler ces produits avec précautions. Le traitement se fait le matin en pulvérisant le produit sur toute la surface du bassin. Il est préférable de fractionner le traitement sur plusieurs jours.

NOM COMMERCIAL	PRODUIT ACTIF	DOSE PRECONISEE	REMARQUES
<i>COPPER CONTROL</i> liquide	Cuivre	18 à 36 l/ha soit 0,2 à 0,4 ppm de cuivre	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ne pas utiliser si la dureté totale est inférieure à 50 mg/l de CaCO<sub>3</sub></li> <li>- pour les températures élevées, fractionner le traitement en 3 applications espacées de 3 à 5 jours</li> <li>- utilisé en élevage de crevettes pénéides à Taiwan pour provoquer la mue.</li> </ul>
<i>AQUATRINE</i> liquide = <i>CUTRINE PLUS</i>	Cuivre	18 à 54 l/ha soit 0,2 à 0,6 ppm de cuivre	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ne pas utiliser si la dureté totale est inférieure à 50 mg/l de CaCO<sub>3</sub></li> <li>- si le bloom est très dense, fractionner le traitement en 2 ou 3 fois à une ou deux semaines d'intervalle</li> <li>- prévoir des dispositifs d'aération pendant le traitement</li> <li>- pêche commerciale possible immédiatement après traitement</li> </ul>
<i>CLAROSAN</i> liquide	Terbutryn	4 à 20 l/ha soit 0,02 à 0,1 ppm de produit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- effect sélectif sur les algues vertes phytoplanctoniques (chlorophycées) observé à faible concentration</li> <li>- pas d'effet résiduel sur l'écosystème</li> <li>- testé au Centre Océanologique du Pacifique pour contrôler le phytoplancton</li> </ul>
<i>DIURON 80</i>		0,5 à 2 ppm	<ul style="list-style-type: none"> <li>- augmenter la dose si la dureté totale est faible</li> <li>- diminuer la concentration (0,5 ppm) et fractionner le traitement si le bloom est dense</li> <li>- à ces concentrations, le zooplancton et les micro-organismes du fond ne sont pas affectés</li> <li>- plus le pH est élevé, plus le produit est actif.</li> </ul>

**Tableau 3.15 :** Principaux algicides utilisés en aquaculture de crustacés.

Pour une meilleure efficacité du produit, ne pas renouveler l'eau du bassin pendant 24 heures. Lorsque le bassin s'éclaircit, reprendre le renouvellement et surveiller l'oxygène dissous et le pH. Il existe plusieurs algicides différenciés par la nature du produit actif. La liste du tableau 3.15 n'est pas exhaustive : elle se limite aux algicides utilisés en aquaculture de crevettes.

# Aération artificielle

1. Pourquoi aérer ?
2. Principe de l'aération
3. Principaux systèmes d'aération
4. **Recommandations d'utilisation**
  - 4.1. Avantages et inconvénients
  - 4.2. Puissance requise
  - 4.3. Emplacement
  - 4.4. Séquence de fonctionnement
  - 4.5. Coût
4. **Conclusion**

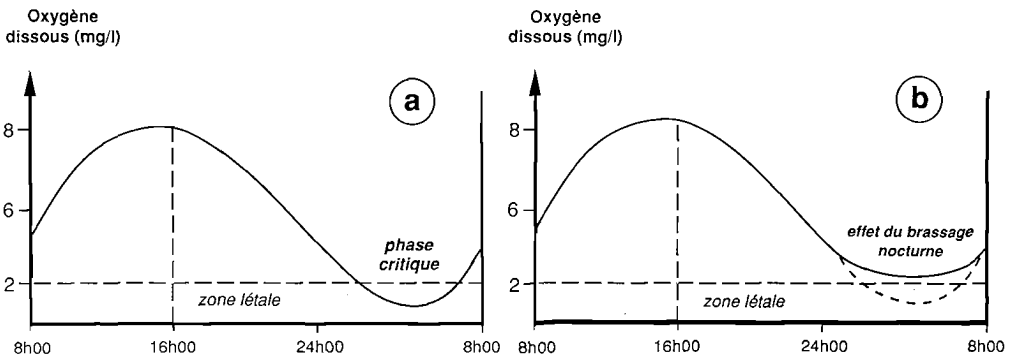
L'aération artificielle d'un bassin n'est généralement pas nécessaire car cette fonction est assurée naturellement par le phytoplancton, premier producteur d'oxygène du bassin. Elle se justifie en cas d'insuffisance du renouvellement d'eau ou de risque d'asphyxie du bassin durant la nuit.



# 1. Pourquoi aérer ?

Dans un bassin d'élevage en mode semi-intensif, la charge de chevrettes peut atteindre 150 g/m<sup>2</sup> et un apport d'aliment artificiel est effectué chaque jour. La demande globale en oxygène est alors forte et correspond à deux types de besoins.

- la respiration des organismes vivants,
- la dégradation des déchets des animaux, de l'aliment non consommé et du plancton mort tombant sur le fond.



**Figure 3.47 :** a) Exemple d'apparition d'une phase d'asphyxie dans l'eau de fond d'un bassin en élevage semi-intensif ;  
 b) Effet d'une aération nocturne (de minuit à 6h00) sur la teneur en oxygène dissous de l'eau de fond (trait plein = valeurs observées ; tireté = valeurs prévisibles sans aération).

Le phytoplancton du bassin produit normalement assez d'oxygène le jour pour permettre la respiration de l'ensemble des organismes vivants sur la totalité d'un cycle jour-nuit (voir fiche *Contrôle du phytoplancton*). Il arrive cependant que la teneur en oxygène dissous passe au-dessous de la valeur critique. Ce phénomène s'observe quand la photosynthèse est insuffisante (phytoplancton trop peu abondant ou turbidité d'origine minérale) ou quand la biomasse est excessive (phytoplancton trop dense ou population de chevrettes trop importante). Le cas le plus fréquent est celui d'une forte biomasse de chevrettes provoquant une mise en suspension des particules minérales qui opacifient l'eau.

Il apparaît alors une **phase critique** pendant laquelle les animaux manquent d'oxygène (figure 3.47). Si cette situation reste exceptionnelle, les conséquences sur l'élevage sont négligeables. Si elle est chronique ou si cette phase dure plusieurs heures, une mortalité peut apparaître. En cas de crise grave (concentration inférieure à 0,5 mg/l), la totalité de l'élevage peut alors être perdue.

## Contrôle du phytoplancton

Pour éviter tout risque d'asphyxie, il est possible d'oxygéner artificiellement l'eau par divers procédés. Habituellement, cette oxygénation a lieu la nuit, période où le risque de manque d'oxygène est le plus élevé. Elle garantit alors une teneur suffisante en oxygène quelles que soient les conditions d'élevage (figure 3.47).

L'aération peut être également utile pour désoxygéner l'eau. En effet, dans l'après-midi, il est fréquent que le taux d'oxygène dissous dans la couche de surface dépasse la valeur de saturation. Ce phénomène appelé *sursaturation* peut entraîner un déséquilibre du phytoplancton et même son effondrement si des valeurs élevées (supérieures à 12 mg/l) sont fréquemment atteintes. Une aération à ce moment-là, désature l'eau de surface et ramène le taux d'oxygène dissous à sa valeur d'équilibre.

## 2. Principe de l'aération

---

La dissolution de l'oxygène s'effectue par diffusion au niveau de l'interface air-eau. La valeur d'équilibre (ou saturation) dépend essentiellement de la température et de la pression atmosphérique (voir *Suivi de la qualité d'eau*). Cette diffusion est d'autant plus rapide que l'écart entre la valeur mesurée dans l'eau et la valeur de saturation est important.

L'aération de l'eau a deux effets :

- elle augmente la surface de contact entre l'air et l'eau, amenant la concentration d'oxygène de l'eau à sa valeur de saturation : c'est la fonction d'**oxygénation** proprement dite.
- elle favorise le mélange de la couche d'eau ré-oxygénée avec le reste de la masse d'eau : c'est la fonction d'**homogénéisation** qui permet d'éviter la formation de zones mortes.

L'efficacité d'un aérateur est donc jugée sur deux critères : sa capacité de diffusion de l'oxygène de l'air vers l'eau et sa capacité de brassage de l'ensemble du bassin.

## 3. Principaux systèmes d'aération

---

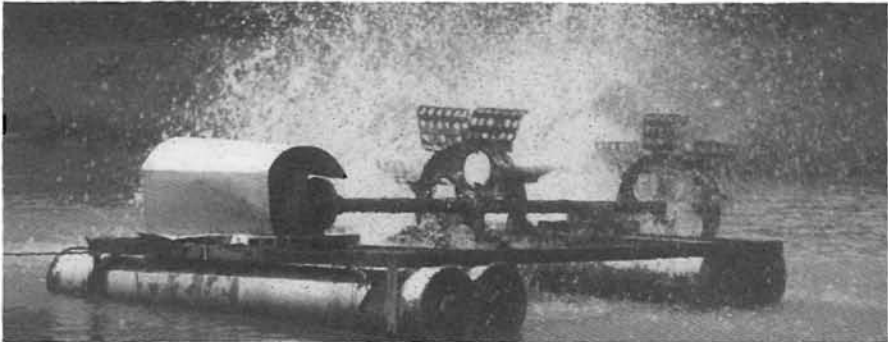
Il existe plusieurs systèmes d'aération : par gravité, par injection d'air, par brassage de surface par turbine ou hélice immergée. L'expérience a permis de dégager les deux types d'aérateurs les mieux adaptés :

- **l'aérateur par brassage de surface ou "paddle wheel"** : un moteur entraîne les roues à palettes qui frappent violemment l'eau de surface. Le dispositif peut être autonome sur flotteurs (moteur thermique ou électrique) ou être branché sur la prise de force d'un tracteur. Ce type d'aérateur est très efficace notamment pour l'homogénéisation de l'eau du bassin.

- l'aérateur à hélice à axe oblique de type "AIRE-O<sub>2</sub>". Par effet d'aspiration à travers l'arbre creux et l'hélice creuse, un panache de fines bulles est propulsé dans la masse d'eau par le courant généré par l'hélice (effet Venturi). Ce type d'aérateur est particulièrement efficace pour l'oxygénation du milieu.



a



b



c

**Figure 3.48 :** Principaux types d'aérateurs :  
(a) aérateur à hélice (AIRE-O<sub>2</sub>),  
(b) paddle wheel,  
(c) paddle wheel mobile sur prise de force de tracteur.

## 4. Recommandations d'utilisation

### 4.1. Avantages et inconvénients des deux systèmes

Le **paddle wheel** est simple de montage, mais relativement lourd et peu pratique à transporter d'un bassin à l'autre, sauf s'il s'agit d'un dispositif tracté qui peut être branché sur la prise de force d'un tracteur.

## **Aération artificielle**

Le nombre de pièces mobiles est important ce qui nécessite un entretien régulier pour contrôler l'usure (roulements, transmission, pales) et le rend vulnérable aux corps étrangers présents accidentellement dans le bassin (débris flottants par exemple).

L'**aérateur à hélice** est plus compact, plus facilement transportable et comporte peu de pièces en mouvement. Les pannes rencontrées portent surtout sur les roulements (généralement après 9 000 heures).

Dans les deux cas, sous réserve d'un entretien régulier, l'amortissement peut être étalé sur 5 ans.

### **4.2. Puissance requise**

En général, la puissance requise est de 2 à 5 chevaux par hectare. Sur de petits bassins (0,05 à 0,3 ha) où la mise en circulation est aisée, un aérateur suffit. Sur des grands bassins (0,5 ha et plus), il est préférable de fractionner la puissance en 2 ou 3 aérateurs répartis sur la surface. Ce fractionnement réduit les pertes d'efficacité par frottement de l'eau sur le fond et renforce la sécurité du dispositif en cas de panne.

### **4.3. Emplacement**

Il dépend de la géométrie du bassin et du nombre et de la puissance des aérateurs utilisés. Le positionnement des aérateurs doit rechercher :

- la meilleure circulation possible de l'eau dans le bassin afin d'éviter la création de zones mortes,
- la concentration du dépôt des fines boues organiques (mises en mouvement par le brassage) dans des zones favorables à leur élimination par vidange, pompage ou siphonnage.

Le courant induit par les aérateurs de type "AIRE-O2" provoque parfois une dépression sur le fond, ce qui est gênant pour la pêche ou la vidange du bassin. Ce phénomène varie avec la profondeur d'eau, la puissance du moteur et l'inclinaison de l'axe. On peut protéger la zone vulnérable en la recouvrant d'une couche de gros graviers.

### **4.4. Séquence de fonctionnement**

Si l'alimentation en énergie provient du réseau électrique urbain, il faut rechercher un emploi des aérateurs pendant les plages horaires les moins coûteuses. A l'usage, la meilleure séquence de fonctionnement est celle d'un emploi discontinu :

- la seconde moitié de la nuit, période durant laquelle le risque de manque d'oxygène de l'eau de fond est maximal (de minuit à 6h00),
- éventuellement quelques heures en milieu de journée pour homogénéiser le milieu et limiter la sursaturation en oxygène.

### 4.5. Coût

En plus de l'achat des aérateurs, il faut prévoir le réseau d'électrification et les systèmes d'automatisation de démarrage et d'arrêt des appareils. Le prix final dépend également du coût du fret et des taxes locales. A titre d'exemple pour une puissance de 2 chevaux, un paddle wheel type Nan-Rong vaut 425 dollars contre 925 dollars pour un AIRE-O<sub>2</sub> (prix usine 1990).

En règle générale, pour une même puissance, un paddle wheel vaut environ deux fois moins cher qu'un aérateur à hélice type AIRE-O<sub>2</sub>.

*Tableau 3.16 : Caractéristiques des aérateurs à hélice et de type paddle-wheel.*

Type d'aérateur	à hélice	paddle wheel
Oxygénation	++	+
Homogénéisation	+	++
Robustesse	++	+
Facilité de manipulation	++	+
Coût	plus élevé	moins élevé

## 4. Conclusion

L'aération est utile dès que l'éleveur cherche à garantir en permanence une bonne qualité du milieu d'élevage quelles que soient les conditions climatiques. Cependant, le respect des normes de renouvellement d'eau et une gestion correcte du cheptel permettent d'éviter d'avoir recours à une aération artificielle.

En règle générale, il est bon de pouvoir disposer d'un ou deux aérateurs qui ne seront mobilisés qu'en cas de nécessité. En revanche, l'investissement correspondant à l'aération de l'ensemble de la ferme (électrification, achat des aérateurs), n'est pas justifié par la charge biologique normale des bassins.

# Contrôle des prédateurs

## 1. Poissons

- 1.1. Comment les éviter ?
- 1.2. Comment s'en débarrasser ?

## 2. Insectes aquatiques

## 3. Oiseaux

## 4. Prédateurs divers

- a) L'homme
- b) Autres crustacés
- c) Certains amphibiens
- d) Certains reptiles

Les prédateurs sont des animaux indésirables dans le bassin qui se nourrissent de chevrettes. Cette prédation peut provoquer une baisse significative de la production. Il est beaucoup plus facile et économique de mettre en place des mesures préventives que d'essayer de se débarrasser des prédateurs déjà installés dans l'enceinte d'élevage.

Les principaux prédateurs de la chevette sont : les **poissons**, les **insectes aquatiques** et les **oiseaux**.

# 1. Poissons

---

Il faut distinguer les compétiteurs des prédateurs véritables.

- **Les compétiteurs** ne consomment pas directement la chevrette mais le granulé. Leur présence entraîne une sous-alimentation de la population de chevrettes et donc des problèmes de croissance et de cannibalisme. Ils ont une influence indirecte mais parfois sensible sur la production. Ce sont souvent des espèces omnivores ou herbivores, tel le Tilapia fréquemment rencontré aux Antilles.
- **Les prédateurs** mangent des chevrettes et peuvent faire des ravages chez les jeunes animaux, notamment lors des ensemencements de postlarves. Les principaux prédateurs sont les anguilles, les poissons-chats, les perches, les carpes et les silures (figure 3.49).

Autant la présence de quelques compétiteurs peut être tolérée, autant celle des prédateurs doit être fermement combattue. Pour identifier les espèces locales de poissons et connaître leurs habitudes alimentaires, il est conseillé de se renseigner auprès des organismes de recherche compétents en hydrobiologie (IFREMER, INRA, ORSTOM, etc).

## 1.1. Comment les éviter ?

Les poissons s'introduisent généralement dans le bassin par les arrivées d'eau sous forme d'œufs, de larves ou d'alevins. L'utilisation de filtres appelées couramment "chaussettes", de maille fine (500 microns), sur ces arrivées d'eau permet d'éviter l'infestation du bassin par les poissons.

Ce système, simple et efficace, nécessite cependant un entretien régulier : brossage du filtre en place pour éviter le colmatage (figure 3.50) et nettoyage du filtre à l'extérieur du bassin après avoir coupé l'arrivée d'eau. Une crépine au niveau de la prise d'eau limite déjà en amont l'entrée des gros individus.

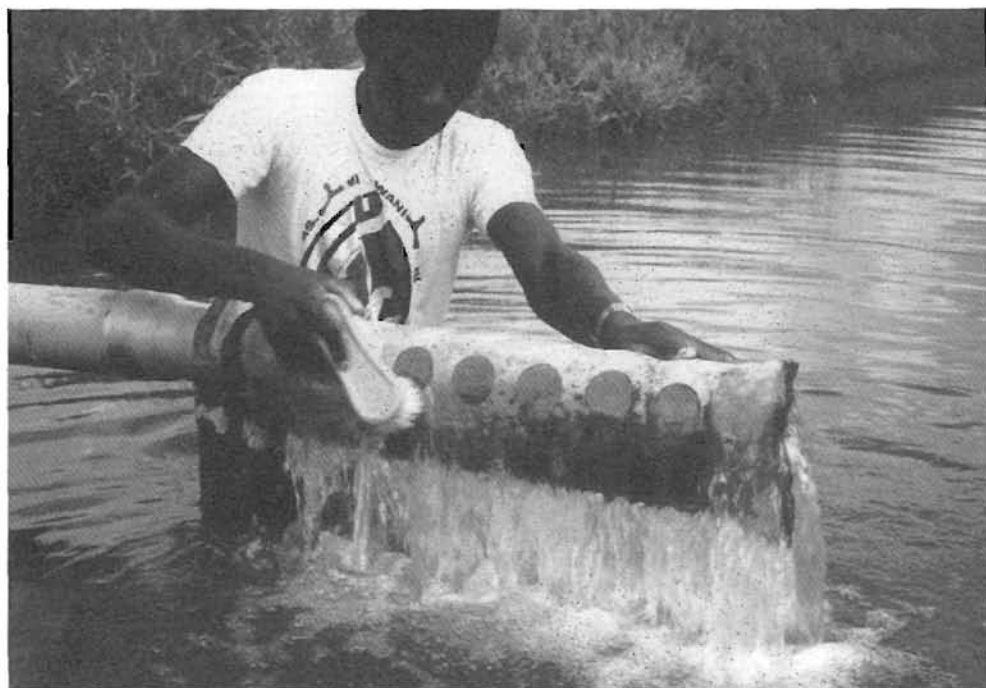
Un traitement chimique peut être pratiqué dans les flaques résiduelles **avant la mise en eau** du bassin, afin de détruire œufs ou alevins éventuels. Compte tenu de leur toxicité pour la chevrette, ces traitements sont réservés aux bassins en assec.

Quand le traitement est fait sur un **bassin en eau**, il faut tenir compte de la rémanence de ces produits (de 4 à 12 jours) avant l'ensemencement des postlarves. Après le traitement, il faut surveiller l'évolution du bassin (retirer les cadavres de poissons, stabiliser les paramètres physico-chimiques, etc.)

## Contrôle des prédateurs



*Figure 3.49 : Exemple de poisson prédateur (Guyane).*



*Figure 3.50 : Nettoyage d'une arrivée d'eau équipée d'une "chaussette".*



Les principaux produits utilisés sont la **chaux vive**, CaO (160 kg/ha) et la **roténone** (encadré). On utilise en Asie des tourteaux de graine de thé (150 kg/ha) ou de graine de camélia (50 à 200 kg/ha) qui contiennent un poison naturel, la **saponine**. On utilise encore l'intoxication à l'ammoniac (sulfate ou phosphate) combinée avec de la chaux pour élever le pH et obtenir 2 ppm de la forme NH<sub>3</sub> toxique non ionisée.

### La roténone

C'est une substance extraite de plantes tropicales (*Tephrosia vogelii*, *Longocharpus nicou*, *Derris elliptica*). Ce poison naturel est utilisé depuis longtemps par les indiens d'Amazonie et les Africains pour pêcher. Son usage est maintenant très répandu en aquaculture.

Le principe actif agit au niveau du système nerveux. Inoffensive pour l'homme et les animaux à sang chaud, la roténone est toxique pour les animaux à sang froid (poissons, crustacés, insectes, etc.). La toxicité étant plus forte pour les poissons que pour les crustacés, l'utilisation de doses sublétales pour les crevettes permet une destruction sélective des poissons.

#### Présentation

La roténone est commercialisée sous forme de poudre ou de liquide contenant de 2,5 à 7,5 % de roténone pure (produit actif). Le stockage du produit doit se faire à l'abri de la lumière.

#### Doses

Quelle que soit la forme du produit, les concentrations à utiliser en bassin en présence de crustacés sont très faibles : de l'ordre de 0,1 à 0,2 milligramme par litre (ou ppm) de roténone pure. Avant toute utilisation en bassin, il faut ajuster les doses grâce à des tests de toxicité. Penser à tester le produit sur des juvéniles car ils sont plus sensibles à la roténone que les adultes.

La dose varie aussi en fonction des conditions de milieu. On augmentera légèrement la concentration en roténone s'il y a beaucoup de matières en suspension ou si le pH est alcalin (pH > 8,5).

#### Quand traiter ?

La lumière et les fortes températures (25-30°C) dénaturent la roténone. Celle-ci est aussi plus efficace à des pH proches de la neutralité (6,5 à 8,5). Le traitement doit donc être fait en fin de journée lorsque les conditions de milieu sont les plus favorables à l'action du produit (la lumière, la température et le pH décroissent progressivement). Si une saison froide existe, effectuer de préférence le traitement à la roténone pendant celle-ci.

Ne pas traiter un bassin juste après une pêche car le passage du filet favorise la remise en

suspension des boues qui atténuent l'efficacité de la roténone. Ne pas traiter les bassins récemment ensemenés à cause de la fragilité des juvéniles.

#### Comment traiter ?

Utiliser plutôt de la roténone liquide qui ne nécessite pas l'ajout d'un mouillant (déjà inclus dans la composition du produit), qui se solubilise plus vite et se pulvérise plus facilement.

Le produit doit être préalablement mélangé à l'eau pour favoriser sa dissolution, puis répandu de manière homogène sur toute la surface du bassin à l'aide d'un pulvérisateur. On peut baisser le niveau de l'eau du bassin de moitié, ce qui permet une économie de produit. L'utilisation des brasseurs accélère la répartition du produit. Ne pas renouveler le bassin pendant la nuit suivant le traitement pour laisser agir le produit.

Il est essentiel de retirer les cadavres de poissons pour éviter une crise d'oxygène due à leur décomposition.

L'aquaculteur doit particulièrement surveiller l'évolution des paramètres du bassin ainsi que le comportement des animaux. Lors d'un traitement, il est normal d'observer les chevrettes tourner autour du bassin. Par contre, si elles blanchissent et cherchent à sortir de l'eau, ouvrir massivement les arrivées d'eau.

Généralement la roténone se dégrade au bout de 24 à 48 heures sous l'effet conjugué du soleil, de l'oxydation naturelle et du renouvellement. Il est cependant préférable d'attendre une semaine avant de récolter, car bien que non toxiques, les chevrettes commercialisées auraient une forte odeur de roténone.

#### Prix et marques commerciales

Le prix de la roténone varie selon sa forme. Pour de la roténone à 5 %, compter 40 F/kg (poudre) et 150 F le litre. Les principaux fournisseurs et marques commerciales sont : SAPHYR (Agri 2001), SANOFI (Prédatox), SEDAGRI (Cubérol), PRENTISS (Prentox), TIFA (Chem-Fish), ARGENT.

## 1.2. Comment s'en débarrasser ?

La présence des poissons est souvent décelée au cours d'échantillonnages ou de pêches. C'est l'occasion de les éliminer alors qu'ils sont pris dans la senne avec les chevrettes. Si les poissons sont nombreux, le recours au **traitement chimique** pour les éliminer devient inévitable. Le traitement curatif en cours d'élevage s'effectue à l'aide de produits piscicides pulvérisés sur toute la surface du bassin (figure 3.51). Le principal piscicide utilisé est la roténone (voir encadré).

## Contrôle des prédateurs



*Figure 3.51 : Traitement à la roténone par pulvérisation.*

Ces produits sont très toxiques et s'utilisent à de très faibles concentrations. Avant toute utilisation d'un piscicide en bassin, il est préférable d'ajuster les doses en réalisant des **tests de toxicité**, certaines espèces de poissons étant plus résistantes que d'autres. Ces tests peuvent être réalisés par l'aquaculteur lui-même; ils consistent à définir les doses toxiques pour les poissons tout en restant à des concentrations inoffensives pour les chevrettes.

### Exemple pratique

On veut supprimer les poissons d'un bassin de 2 000 m<sup>2</sup> de 1 m de profondeur moyenne, soit 2 000 m<sup>3</sup>.

- **test de toxicité** : Préparer une solution à 10 ppm de produit actif, soit 20 g de poudre à 5 % de roténone pure dans 1 litre d'eau. Capturer des poissons et les mettre avec des chevrettes dans un bac de 100 l. Faire d'abord un essai à 0,1 ppm en versant dans le bac 1 centilitre de la solution préparée. Si après 24h00, les poissons sont morts et les chevrettes vivantes, on peut traiter le bassin à la même concentration. Si les poissons sont toujours vivants, essayer la dose de 0,2 ppm, soit 2 centilitres de la solution.
- **traitement du bassin** : Diminuer la hauteur d'eau du bassin de moitié. Il reste donc 1 000 m<sup>3</sup> et la dose de poudre à apporter pour un traitement à 0,1 ppm est de 2 kg de poudre à 5 %. Pour un traitement à 0,2 ppm, en apporter 4 kg.

## **2. Insectes aquatiques**

---

Ce sont principalement les libellules et les dytiques dont les larves carnassières (figure 3.52) sont des prédateurs redoutables de postlarves et de juvéniles.

### **Comment s'en débarrasser ?**

Il est impossible d'empêcher la pénétration des insectes dans le bassin. La solution la plus simple pour les éliminer est d'introduire dans le bassin au moment de sa préparation quelques chevrettes adultes (1 pour 20 m<sup>2</sup>). Ces gros animaux, couramment appelés "gendarmes", mangent les larves d'insectes et en débarrassent le bassin avant l'ensemencement des postlarves.

En dernier recours, le dypterex avec 80 % de trichlorfon (produit actif) à une concentration de 4 mg/l semble être un bon traitement curatif. Sa biodégradabilité est totale au bout de 48 heures.

Les supports à postlarves, que l'on place parfois dans les bassins de prégrossissement, peuvent abriter aussi les larves de libellule. Il faut donc régulièrement les inspecter.

## **3. Oiseaux**

---

Ce sont surtout des échassiers (aigrette, héron). Ils se nourrissent essentiellement des juvéniles et des animaux en mue qui cherchent refuge dans les berges. Certains oiseaux plongeurs (martin-pêcheur, cormoran, mouette, sterne et canard) peuvent être prédateurs. Ce sont souvent des oiseaux migrateurs (prédation saisonnière).

### **Comment s'en débarrasser ?**

On gêne l'accès au bassin en tendant un réseau de fils de nylon au dessus de l'enceinte d'élevage (figure 3.53). Les oiseaux s'y empêtrent les ailes ce qui les dissuade de recommencer. Pour les échassiers, on peut tendre un fil de nylon transparent, à environ 15 cm du sol, aux endroits des berges fréquentés par ces oiseaux. Les dispositifs à explosion et les épouvantails ont un effet dissuasif mais limité dans le temps car les oiseaux s'y habituent. Des mesures plus radicales consistent à placer des pièges ou de les chasser au fusil.

## Contrôle des prédateurs

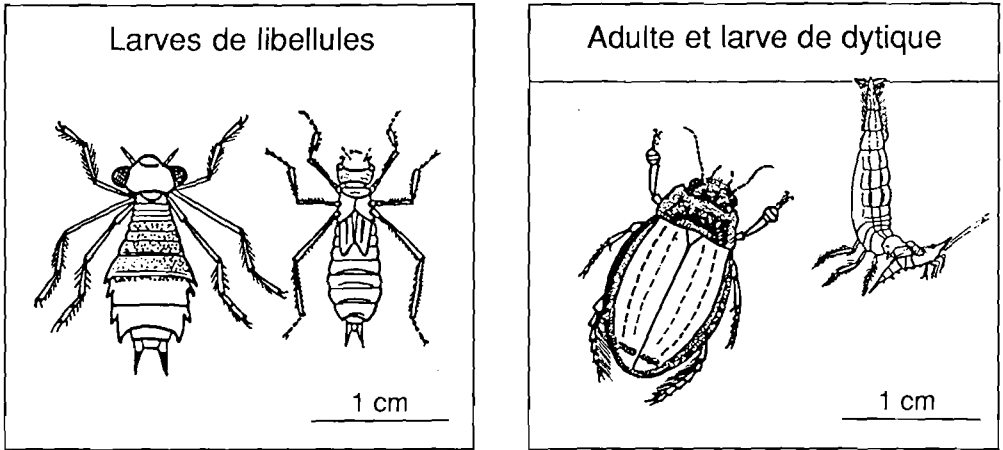


Figure 3.52 : Principaux insectes aquatiques prédateurs de chevrettes.

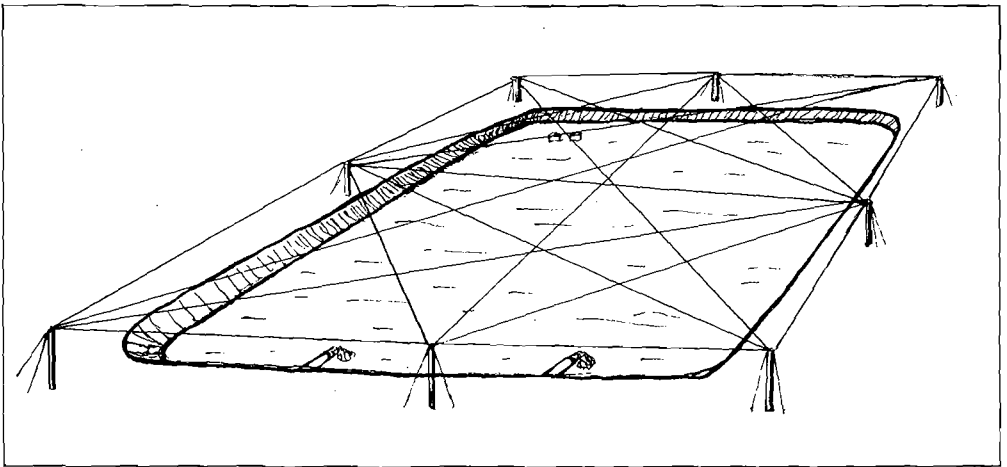


Figure 3.53 : Réseau de fils transparents pour éviter la prédation par les oiseaux plongeurs.

## 4. Prédateurs divers

---

- **L'homme**

Le braconnage est un type de prédation répandu particulièrement dans les régions où l'élevage de la chevrette représente une spéculation à forte plus value (Antilles, La Réunion).

La surveillance permanente est le seul moyen efficace : clôture, chiens et gardiens. En Thaïlande, certaines grosses exploitations préfèrent ensemercer les étangs communaux pour détourner les convoitises.

- **Autres crustacés**

Certaines espèces sauvages de **crevettes d'eau douce** peuvent se déplacer à l'air libre et donc pénétrer dans le bassin en passant par les berges (figure 3.54). Une fois dans le bassin, ce sont des compétiteurs actifs sur l'aliment et le territoire.

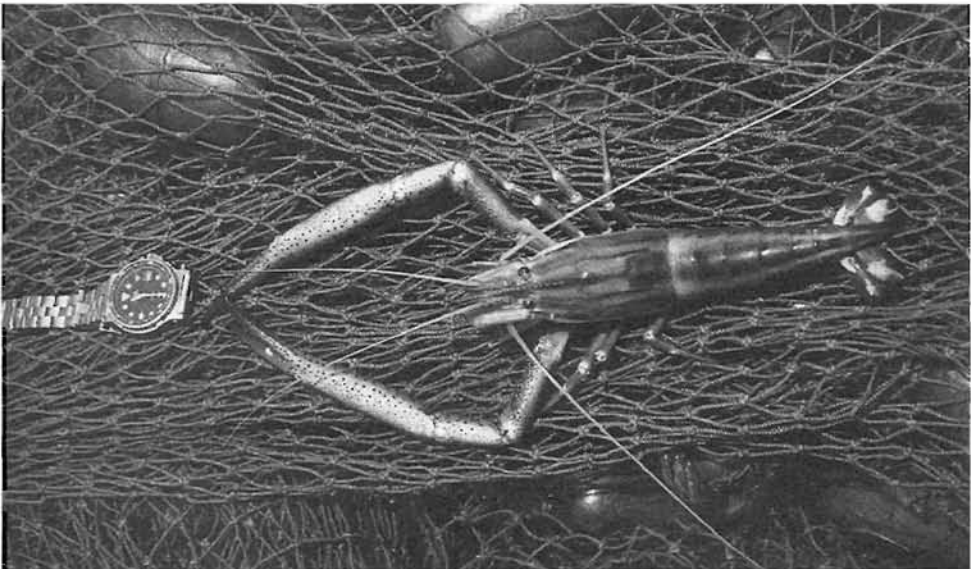


Figure 3.54 : Espèce sauvage de crevette d'eau douce (*Macrobrachium carcinus*).

Le **crabe de terre** est un prédateur et un compétiteur. De plus, il provoque des risques de fuite et d'effondrement des talus par les trous qu'il creuse dans les berges. On peut le capturer en plaçant des pièges (nasses, jarres appâtées).

- **Certains amphibiens** comme le crapaud buffle.
- **Certains reptiles** comme le caïman ou l'anaconda.

# Le cheptel

---

L'éleveur n'a jamais une vision globale de la population qu'il élève, sauf au moment de l'ensemencement des postlarves et à la vidange du bassin, la masse d'eau étant opaque. Or la connaissance du cheptel est essentielle pour compenser rapidement des mortalités accidentelles, pour ajuster régulièrement la ration d'aliment, pour prévoir les récoltes et évaluer les stocks en fin d'année. L'éleveur doit donc apprendre à utiliser toutes les techniques qui permettent le contrôle et le suivi de la population en élevage.

La phase d'ensemencement des postlarves présente toujours des risques de mortalité. Aussi des précautions particulières sont à prendre pour préparer le bassin d'accueil et pour y transférer les postlarves depuis l'écloserie. Les protocoles d'adaptation de quelques heures à quelques jours sur la ferme sont mis en œuvre quand les paramètres du milieu d'élevage sont très différents du milieu de l'écloserie.

La chevrette est affectée de peu de maladies. Les pathologies rencontrées sont le plus souvent dues à de mauvaises conditions d'élevage.

La pêche des animaux de taille commerciale représente en temps d'ouvrier, le travail le plus important sur la ferme. Elle s'effectue au filet à maille sélective dans le bassin ou par vidange totale. La forme du filet, son montage et son utilisation déterminent l'efficacité de la pêche.

La chevrette est un produit qui, dès la pêche, doit être manipulé avec précautions et être traité dans une chaîne de froid rigoureuse.

Ces notions sont développées dans six fiches.

<input type="checkbox"/> <b>De l'écloserie au bassin</b> .....	241
<input type="checkbox"/> <b>Suivi du cheptel</b> .....	250
<input type="checkbox"/> <b>Calcul et distribution de la ration</b> .....	269
<input type="checkbox"/> <b>Pathologie</b> .....	279
<input type="checkbox"/> <b>Filets et techniques de pêche</b> .....	284
<input type="checkbox"/> <b>Traitement du produit</b> .....	295

---

# De l'écloserie au bassin

## 1. Stockage

## 2. Expédition

- 2.1. Conditionnement des postlarves
- 2.2. Comptage
- 2.3. Durée

## 3. Ensemencement

- 3.1. Normes
- 3.2. Préparation du bassin
  - Bassin neuf
  - Bassin en eau
- 3.3. Mise en bassin
  - Ensemencement direct
  - Sas d'acclimatation
- 3.4. Cage-test

Comment assurer le passage de la postlarve du milieu hypercontrôlé de l'écloserie au milieu variable du bassin ? Ce passage conditionne la réussite ou l'échec d'un ensemencement et donc de la production future. Il se déroule en trois étapes :

- le **stockage** et l'**expédition** qui s'effectuent en écloserie,
- la **mise en bassin** sur la ferme.

## 1. Stockage

---

Cette dernière étape du cycle d'élevage en écloserie se déroule dans une zone particulière avec des bacs adaptés (figure 3.55). Le stockage a deux rôles :

- **préparer les postlarves** à un changement général des conditions de milieu : la salinité passe de 12 à 2 ‰, l'alimentation évolue vers l'utilisation exclusive de miettes de granulés industriels et les conditions sont moins contrôlées (absence de chauffage, circuit ouvert, etc.) ;
- **harmoniser et organiser les livraisons** de postlarves aux aquaculteurs. Par son rôle tampon, elle évite l'engorgement de l'écloserie en postlarves et permet l'étalement des expéditions.

## De l'écloserie au bassin

Cette étape de stockage ne doit en aucun cas être considérée par les aquaculteurs comme étant un sas d'acclimatation avant la mise en bassin. L'écloserie produit des postlarves et non des juvéniles.



*Figure 3.55 : Zone de stockage de l'écloserie (expédition en cours).*

## 2. Expédition

---

L'aquaculteur vient prendre livraison de sa commande de postlarves à l'écloserie. Pour les transporter jusqu'à la ferme, il est très pratique d'utiliser des poubelles de 50 litres. L'aquaculteur doit posséder ses propres poubelles et les apporter la veille de l'expédition à l'écloserie.

### 2.1. Conditionnement des postlarves (voir la figure 3.56)

---

*Figure 3.56 : Protocole d'expédition des postlarves.*

- (a) des sacs plastiques de 100 litres sont disposés l'un dans l'autre dans la poubelle ; apport d'environ 20 litres d'eau à 2 ‰.*
- (b) comptage des postlarves avec une épuisette graduée. Il faut environ 8 000 postlarves par poubelle.*
- (c) mise en sac des postlarves ; ajout de quelques artémia vivants.*
- (d) gonflage des sacs avec environ 30 litres d'oxygène pur.*
- (e) fermeture hermétique des sacs avec des colliers plastique.*
- (f) chargement des poubelles.*



*De l'écloserie au bassin*



## ***De l'écloserie au bassin***

### **2.2. Comptage**

Il doit être d'une bonne précision et rapide pour éviter de stresser les postlarves. Il existe plusieurs méthodes de comptage.

- **le comptage volumétrique** : comptage du nombre de postlarves contenues dans un petit volume prélevé dans un grand volume préalablement homogénéisé.
- **le comptage par pesée** : l'effectif d'un poids donné de postlarves (25 g par exemple) est compté avec précision. On en déduit le poids moyen d'une postlarve (8 à 12 mg). Le comptage se fait ensuite par pesées.
- **Le comptage "par dose"** : comptage du nombre de postlarves contenues dans une épuisette graduée. Cette épuisette calibrée sert ensuite de référence pour l'expédition.

### **2.3. Durée**

Plus la quantité de postlarves à livrer est importante, plus le conditionnement est long. Une expédition de 200 000 postlarves occupe quatre personnes pendant deux heures. Il est préférable d'attendre le dernier moment pour gonfler et fermer les sacs afin de ne pas entamer la réserve d'oxygène. Il est aussi essentiel de bien synchroniser le conditionnement des postlarves avec l'heure du départ vers la ferme ce qui nécessite le respect des horaires de livraison par l'aquaculteur.

## **3. Ensemencement**

---

L'écloserie communique à l'aquaculteur les dates de livraison une quinzaine de jours avant les expéditions. Celui-ci peut donc préparer son bassin pour la réception des postlarves et le mettre aux normes d'ensemencement.

### **3.1. Normes**

- **pH** : compris entre 7 et 8,5. Les effets du pH sur la survie des postlarves ont été bien étudiés. Des pH supérieurs ou égaux à 9 provoquent une mortalité massive des postlarves.
- **Température** : comprise entre 24 et 30 °C.
- **Oxygène dissous** : supérieur à 5 mg/l.
- **Absence de prédateurs**, en particulier des larves de libellules et des poissons (voir *Contrôle des Prédateurs*).
- **Pas de pêche** au cours de la semaine suivant un ensemencement.

### 32. Préparation du bassin

- **Bassin neuf**

Les amendements calciques permettent de maintenir le pH de l'eau à des valeurs légèrement alcalines (autour de 8). Un inoculum d'eau verte et l'apport de fertilisants minéraux facilitent le développement rapide du phytoplancton. L'épandage d'engrais organiques type fiente de poule, associé à un apport de débris végétaux, favorise le développement de micro-organismes dans le bassin constituant ainsi un complément alimentaire naturel pour les postlarves. Dans le cas d'un bassin de prégrossissement à haute densité, la mise en place de supports (type palme végétale ou filet suspendu) augmente les surfaces de fixation des postlarves et améliore la survie.

- **Bassin en eau**

Le principal outil d'ajustement des paramètres est le renouvellement d'eau. Se reporter aux fiches techniques correspondantes pour amener chaque paramètre aux normes (voir fiches *Amendement*, *Contrôle du phytoplancton* et *Contrôle des prédateurs*).

### 33. Mise en bassin

Elle se résume en un mot : **l'acclimatation**. Celle-ci peut se faire en quelques dizaines de minutes dans le cas de l'ensemencement direct ou en quelques jours avec un sas d'acclimatation.

- **Ensemencement direct**

C'est le cas le plus fréquent. Pour qu'il soit réussi, il faut suivre un protocole strict (figure 3.57).

#### **Remarques**

- Le pH étant le principal facteur de mortalité pour les postlarves, il est conseillé d'ensemencer en fin d'après-midi, vers 18h, lorsque celui-ci décroît.
- Eviter d'ensemencer dans les zones qui présentent un contraste trop important avec l'eau de transport, telles les zones peu profondes où la température est élevée.
- A l'ouverture des sacs, l'aquaculteur vérifie le bon état général des postlarves : celles-ci doivent être translucides et mobiles. Si une mortalité importante est constatée, prévenir l'écloserie.
- Les paramètres physico-chimiques sont mesurés dans le bassin et dans l'eau de transport, puis comparés. La durée d'acclimatation sera d'autant plus longue que l'écart est important. La durée minimale est de 30 minutes.

## De l'écloserie au bassin



**Figure 3.57 :** Protocole de mise en bassin des postlarves.

- (a) Ouverture des sacs et mesure de la température et du pH dans l'eau de transport et dans le bassin.
- (b) Les bords du sac sont roulés. Les sacs ouverts flottent dans le bassin pour équilibrer les températures.
- (c) Mélange progressif de l'eau du sac avec de l'eau du bassin.
- (d) Lâcher des postlarves.

### • Sas d'acclimatation

Lorsque la qualité de l'eau varie de manière importante, il est souhaitable de faire un passage très progressif entre l'écloserie et le bassin d'élevage. Ce passage se fait dans une enceinte bien contrôlée dont la qualité d'eau est au départ, voisine de celle de l'écloserie par l'ajout de sel pour atteindre une salinité de 2 ‰ et de calcium pour d'obtenir un taux de 50 mg/l. Une fois les postlarves introduites, le renouvellement s'effectue

avec de l'eau du bassin à raison de 20 à 30 % du volume par jour, afin de les acclimater progressivement aux conditions du bassin.

En Guyane, l'eau très peu minéralisée subit en saison sèche des variations de qualité qui provoquent souvent une importante mortalité à l'ensemencement. L'efficacité du sas d'acclimatation a été démontrée à la station expérimentale de Kourou : la survie à l'ensemencement en saison sèche, estimée par des cages-test, est en moyenne de 81 % pour les postlarves acclimatées contre 40 % pour un ensemencement direct.

**Caractéristiques** : La durée de l'acclimatation est généralement de 1 à 2 semaines. Les enceintes, de petit volume (10 à 50 m<sup>3</sup>), sont en béton (figure 3.58), en plastique ou à fond de terre recouvert d'un film plastique. Elles sont équipées d'air lift et d'abris à postlarves. La densité varie de 1 à 15 PL/l.

<b>Exemples</b>		
La station expérimentale de Kourou (Guyane) et la ferme industrielle Capiata (Brésil), utilisent une phase d'acclimatation.		
	<b>Kourou</b>	<b>Capiata</b>
Densité (PL/l)	10	2 à 5
Durée (jours)	7	10
Survie (%)	97	85 à 94
Poids moyen final (mg)	15 à 20	20

### 3.4. Cage-test

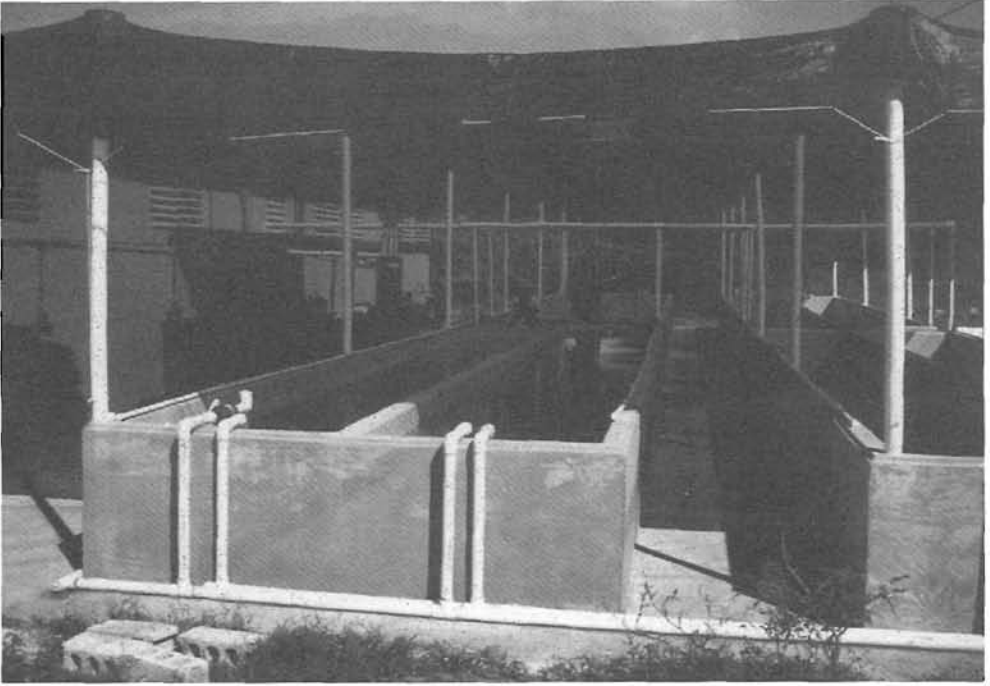
La survie à l'ensemencement est difficile à estimer par l'aquaculteur :

- **Un échantillonnage** 1 à 2 mois plus tard permet de savoir si la survie a été globalement bonne ou mauvaise (voir *Suivi du cheptel*), mais cette information est trop tardive pour pouvoir compenser efficacement une mauvaise survie éventuelle.
- **La cage-test**, permet d'apprécier la survie 48 heures après l'ensemencement.

#### **Description et procédure d'utilisation.**

- Le test se déroule en même temps que l'ensemencement avec au moins deux cages contenant chacune 50 postlarves. Ces cages sont posées sur le fond en diverses zones du bassin.

## De l'écloserie au bassin



*Figure 3.58 : Bacs d'acclimatation d'une ferme industrielle (Porto Rico).*



*Figure 3.59 : Comptage des postlarves dans une cage de survie.*

## ***De l'écloserie au bassin***

- Le comptage est effectué à 48 heures. La moyenne des survies observées dans les différentes cages reflète la survie globale de l'ensemencement (figure 3.59).
- Les valeurs observées dans les cages ne sont qu'indicatives. Au dessus de 70 % de survie en cage, l'ensemencement est globalement réussi. En dessous de 40 % il faut s'attendre à une survie médiocre et intervenir en conséquence. Un restockage de compensation est alors envisageable. En système continu, ce restockage permet de régulariser la production ; en prégrossissement, il garantit un nombre d'animaux suffisant pour les transferts ultérieurs (voir *Techniques de production*).

# Suivi du cheptel

- 1. Evaluation de la croissance**
  - 1.1. Poids moyen
  - 1.2. Courbe de croissance
    - *Courbes de référence.*
    - *Autodiagnostic*
  
- 2. Composition de la population**
  - 2.1. Histogramme de fréquence de tailles
  - 2.2. Exemples d'utilisation
    - *Evaluation de la survie*
    - *Décision de restocker*
    - *Décision de récolter*
    - *Contrôle de l'efficacité/sélectivité de la pêche*
    - *Estimation du pourcentage d'animaux mous*
    - *Histogrammes morphotypés.*
  
- 3. Evaluation du nombre d'animaux et de la biomasse**
  - 3.1. Par calcul théorique
  - 3.2. Par extrapolation à partir d'un échantillonnage
  - 3.3. Par marquage-recapture
  - 3.4. Par pêches partielles successives
  
- 4. Tables de relation taille-poids**
  - 4.1. Intérêt et principe des tables de relation
  - 4.2. Types de tables de relation
    - *Table simple*
    - *Table sexes séparés*
    - *Table morphotypes séparés*
  
- 5. Fiches de suivi du cheptel en élevage**

Quel que soit le mode d'élevage, il faut connaître l'évolution du cheptel après l'ensemencement pour le gérer efficacement : croissance, survie, quantité d'animaux récoltables, etc. Pour acquérir ces différents indicateurs, il existe des techniques simples d'échantillonnage, de pesée et de mesure des animaux.



# 1. Evaluation de la croissance

La croissance d'une population de chevrettes se caractérise simplement par son gain de poids sur une période donnée.

## 1.1. Poids moyen

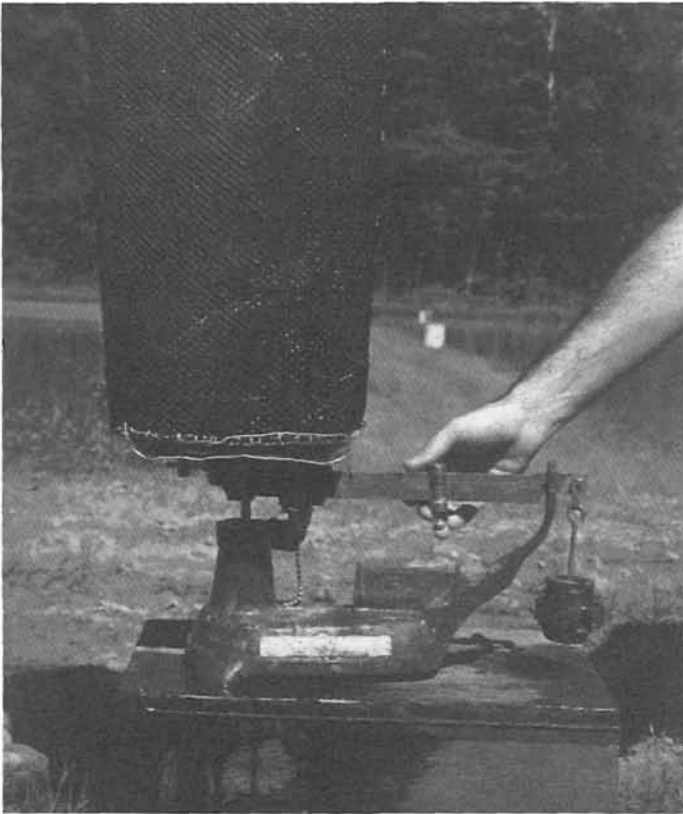
Un échantillon d'animaux est prélevé dans le bassin selon la technique de l'échantillonnage (encadré). Les animaux récoltés sont égouttés, pesés dans un panier en maille plastique (figure 3.60) et comptés avant d'être relâchés. Le poids total (moins la tare), divisé par le nombre d'individus, donne le poids moyen d'un individu.

<h3>L'échantillonnage</h3>	
<p>L'échantillonnage est le prélèvement d'un petit nombre d'animaux qui représente fidèlement l'ensemble de la population. Il se fait en cours d'élevage sans vidange du bassin.</p>	<p><b>b) Mélanger les captures</b></p> <p>Après les trois pêches d'échantillonnage, les animaux sont tous regroupés en un seul lot et soigneusement mélangés dans une poche du filet.</p>
<p><b>Une contrainte :</b> la répartition des animaux dans le bassin est hétérogène.</p>	<p><b>c) Prélèver un sous-échantillon</b></p> <p>La poche est séparée en deux parties égales, autant de fois que nécessaire, jusqu'à obtenir un nombre satisfaisant d'animaux :</p>
<p>La chevrette colonise différentes zones du bassin : les gros animaux occupent <i>préférentiellement</i> les zones profondes, les plus petits se regroupent plutôt dans les zones moins profondes. Certaines zones moins favorables que d'autres (zones boueuses, mal renouvelées), sont moins peuplées.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Si l'on veut effectuer un histogramme de taille, on devra mesurer environ 400 individus en grossissement et 200 en pré-grossissement.</li><li>- Pour effectuer un poids moyen, 100 individus suffisent en grossissement. En pré-grossissement, pour disposer d'un poids suffisant, il faut prévoir 400 à 500 individus.</li></ul>
<p>Cette hétérogénéité exige que le prélèvement d'animaux soit fait en plusieurs endroits du bassin.</p>	<p>Des travaux menés à la station expérimentale de Kourou ont montré que cette méthode est fiable et a l'avantage de réduire considérablement le temps de travail et donc de diminuer le risque de mortalité sur les chevrettes que l'on mesure.</p>
<p><b>Comment échantillonner ?</b></p> <p>Pour prélever les animaux, on utilise une senne ou un épervier d'échantillonnage dont la petite maille retient les individus de toutes tailles. Ces filets sont décrits dans la fiche <i>Filets et Techniques de Pêche</i>.</p>	<p><b>Coût et durée</b></p> <p>L'échantillonnage est peu coûteux en temps et en personnel. Un coup de filet demande 3 personnes pendant un quart d'heure. L'estimation du poids moyen prend 10 minutes, un histogramme de taille environ 1 heure.</p>
<p><b>a) Donner plusieurs coups de filets</b></p> <p>Compte tenu de l'hétérogénéité de répartition des animaux dans le bassin, il faut échantillonner en zone profonde, peu profonde et intermédiaire. Pour des bassins de 3000 à 5000 m<sup>2</sup>, on utilise une senne de 30 à 35 mètres de long. Pour des bassins plus petits, deux coups de filets suffisent. Pour des bassins plus grands, augmenter le nombre de coups (4 coups au moins pour un bassin de 0,7 à 1 ha).</p>	

## ***Suivi du cheptel***

### **12. Courbe de croissance**

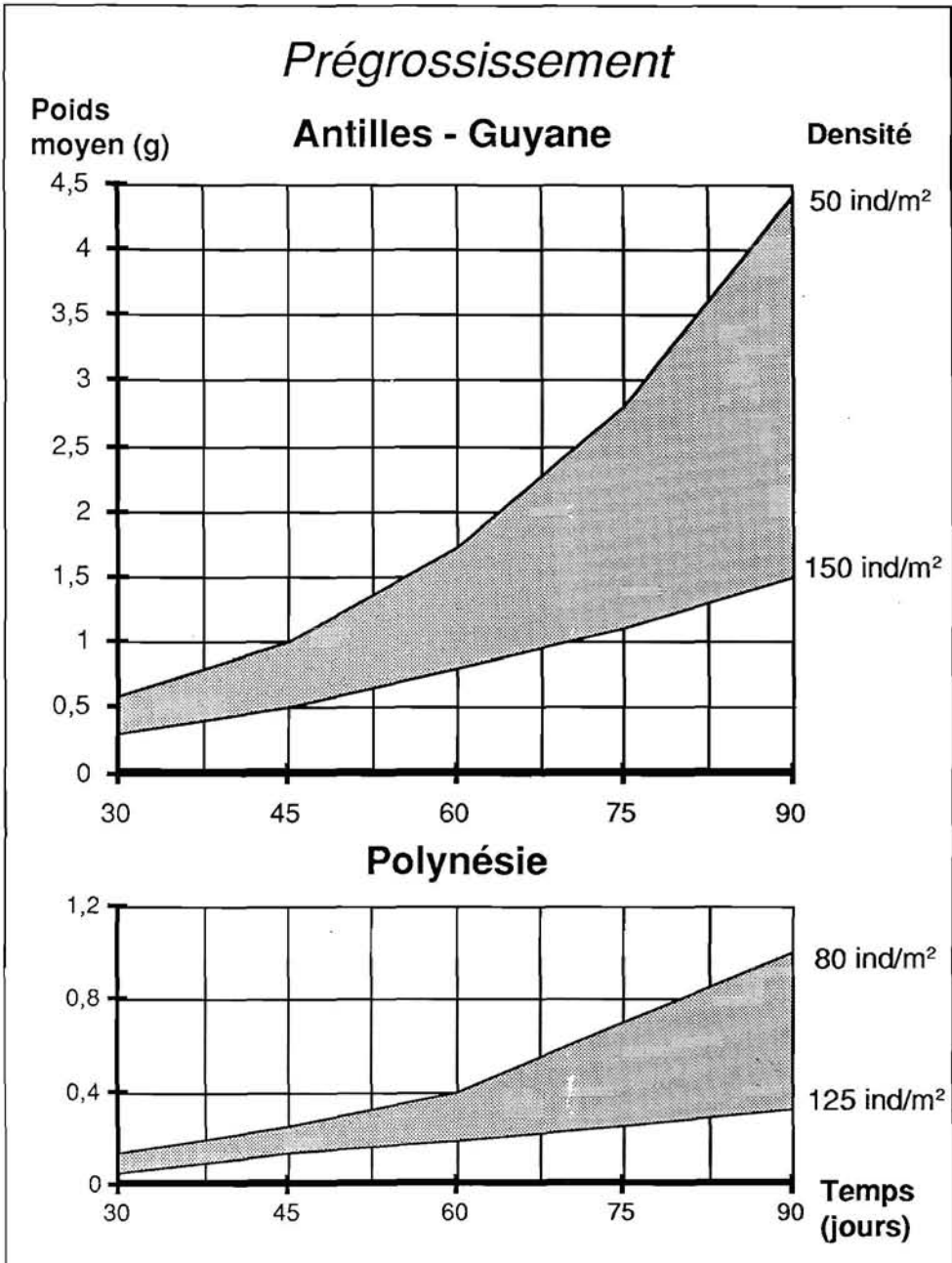
Le poids moyen caractérise la population à un instant donné. En répétant cette mesure à intervalles de temps réguliers, on obtient une série de valeurs que l'on reporte sur un papier millimétré. En reliant ces valeurs, on trace la courbe de croissance. L'allure générale de la courbe renseigne sur la qualité de la croissance : une forte pente traduit une croissance rapide tandis qu'un plateau traduit un arrêt de croissance.



*Figure 3.60 : Pesée des animaux pour un poids moyen.*

- ***Courbes de référence.***

Les données recueillies dans les fermes de grossissement par les équipes d'assistance technique ont permis de tracer des courbes de référence dans les conditions antillo-guyanaïses et polynésiennes pour les différentes phases du pré-grossissement et du grossissement. La différence de pente entre ces courbes s'explique par la différence de climat. La croissance étant aussi directement liée à la densité, ces courbes se présentent plutôt sous la forme de plages de référence : la limite inférieure correspond à des croissances obtenues à forte densité, la limite supérieure à faible densité (figures 3.61, 3.62 et 3.63).



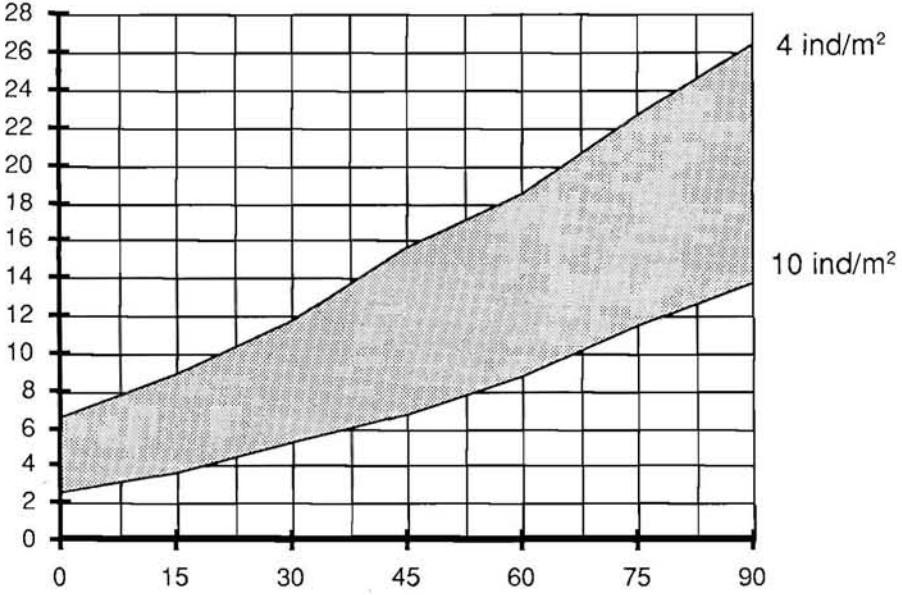
**Figure 3.61** : Plages de référence pour le prégrossissement :  
 en haut : dans les conditions antillo-guyanaïses ;  
 en bas : dans les conditions polynésiennes.

## Phase 2 de grossissement discontinu

Poids  
moyen (g)

Antilles - Guyane

Densité



Polynésie

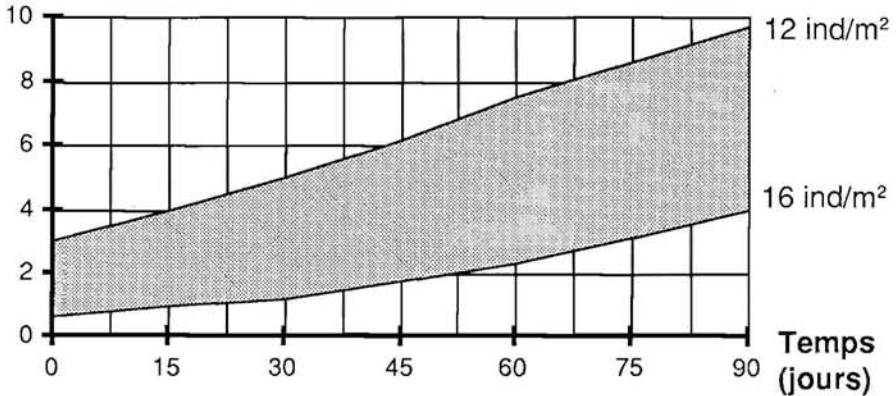


Figure 3.62 : Plages de référence pour une deuxième phase de grossissement discontinu :  
en haut : dans les conditions antillo-guyanaïses ;  
en bas : dans les conditions polynésiennes.

### • **Autodiagnostic**

En reportant la série des poids moyens mesurés dans un bassin sur la courbe de référence correspondant à la phase d'élevage, on peut comparer et évaluer la croissance. Il y a trois cas (figure 3.64) :

- La courbe tracée s'inscrit **dans la plage de référence** (a) : la croissance peut être considérée comme bonne.
- La courbe est **au dessus de la plage de référence** (b) : la croissance est exceptionnelle, peut être grâce à des conditions alimentaires particulières (abondance de zooplancton par exemple). Attention, ce cas peut aussi traduire une mauvaise survie et donc une faible densité qui favorise la croissance. Il est alors utile de vérifier la survie (voir 3. *Evaluation du nombre d'animaux et de la biomasse*).
- La courbe est **sous la plage de référence** (c) : Une croissance médiocre provient souvent d'une surdensité. Si l'évaluation de biomasse la confirme, il faut alors transférer une partie des animaux vers un autre bassin. Une seconde cause fréquente est la mauvaise qualité de l'aliment ou une ration alimentaire trop faible. Il faut alors vérifier la fraîcheur du granulé, ses conditions de stockage ou sa tenue à l'eau (voir fiches *Fabrication et conservation de l'aliment*). Il peut être même nécessaire de le faire analyser pour contrôler la composition annoncée sur l'étiquette. Enfin, de mauvaises conditions de milieu peuvent être la cause de la mauvaise croissance (voir fiche *Suivi de la qualité d'eau*).

## 2. Composition de la population

---

A plusieurs moments de l'élevage, il est nécessaire de connaître la composition ou l'allure de la population : quelle est la survie d'un restockage, est-il temps de pêcher, la pêche est-elle efficace, etc. ?

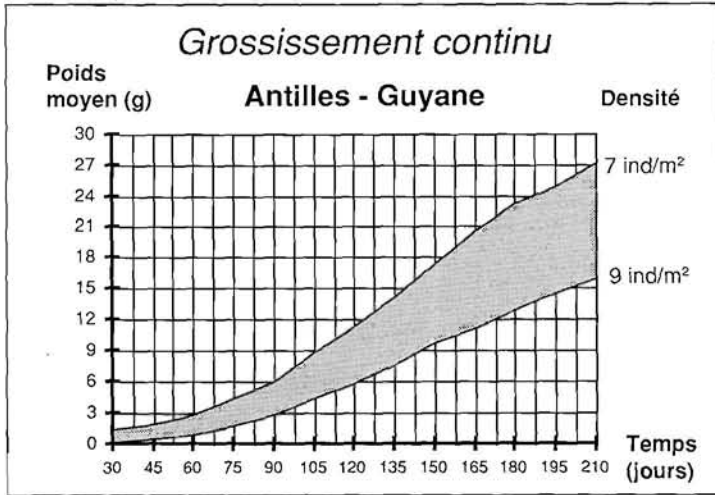
L'histogramme de fréquences de taille, donne une image fidèle de la population et aide à prendre la décision la mieux adaptée.

### 2.1. Histogramme de fréquence de tailles

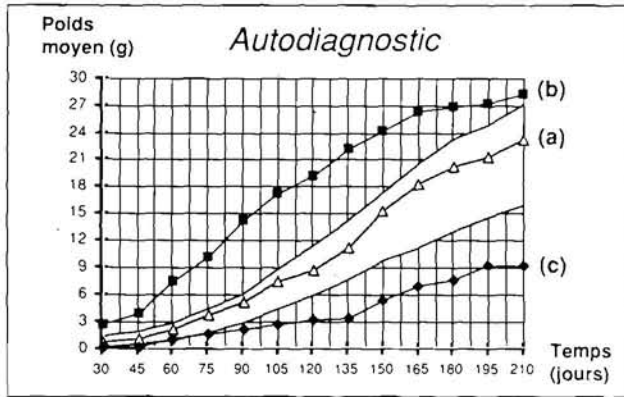
Un échantillon d'animaux est prélevé dans le bassin selon la méthode décrite dans l'encadré *L'échantillonnage*. On mesure la longueur orbitale de chaque individu récolté, c'est-à-dire la longueur prise entre la pointe du telson et la base de l'œil appelé "creux orbital" (figure 3.65).

Les tailles, mesurées en mm sont arrondies au demi-centimètre inférieur et consignées par classe de taille de 5 mm d'écart. Par exemple, les individus mesurant 90 à 94 mm sont rangés dans la classe 90, ceux de 95 à 99 mm dans la classe 95. L'enregistrement des mesures se fait sur une grille de saisie (figure 3.66).

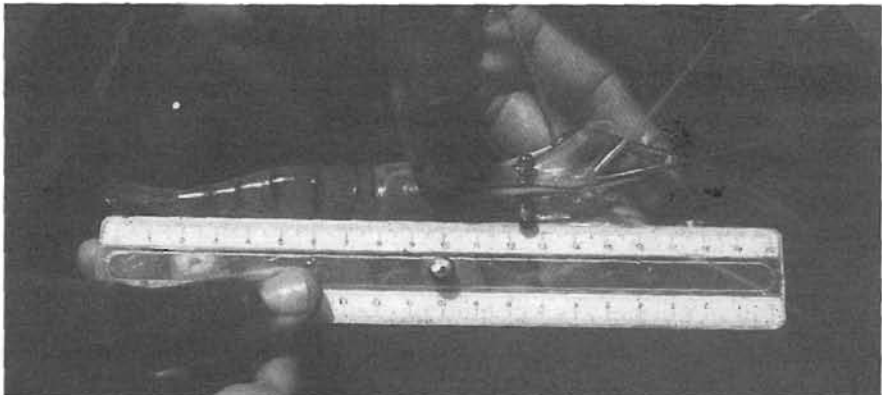
## Suivi du cheptel



**Figure 3.63 :** Plage de référence pour un grossissement continu (ensemencement direct) dans les conditions antillo-guyanaïses



**Figure 3.64 :** Exemples de courbes de croissance : (a) dans la plage de référence ; (b) au dessus ; (c) en dessous.



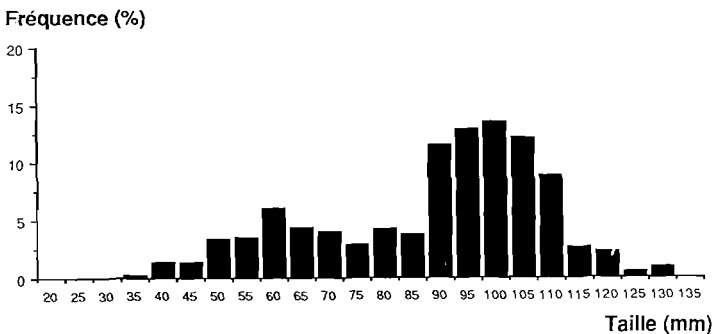
**Figure 3.65 :** Mesure de la longueur orbitale.

En fin de saisie, on additionne le nombre d'individus dans chaque classe de taille. En ramenant au nombre total d'individus mesurés, on obtient la fréquence de chaque classe. Pour chacune, on trace un rectangle dont la hauteur correspond à sa fréquence (figure 3.66). Les hauteurs respectives des rectangles montrent quelles sont les tailles les plus représentées dans la population. Les gros individus sont situés sur la droite de l'histogramme et les plus petits sur la gauche. Ainsi, l'histogramme donne, d'un seul coup d'œil, une vue globale de la composition de la population.

Classes de taille (mm)	BASSIN : B 9										TOTAL
	DATE : 14 Septembre										
20-24											0
25-29											0
30-34											0
35-39											1
40-44	█										6
45-49	█										6
50-54	█	█	█								15
55-59	█	█	█	█							16
60-64	█	█	█	█	█	█					27
65-69	█	█	█	█	█						20
70-74	█	█	█	█							18
75-79	█	█	█								13
80-84	█	█	█	█							13
85-89	█	█	█	█							17
90-94	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	52
95-99	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	58
100-104	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	61
105-109	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	55
110-114	█	█	█	█	█	█	█				40
115-119	█	█									12
120-124	█	█									10
125-129	█										2
130-134	█										4

Poids échantillon : 10 984 g      Nombre d'individus : 452

Observations : quelques nécroses      Poids moyen : 24,3 g



**Figure 3.66 :** Grille de saisie et histogramme de fréquence de tailles correspondant.

L'étape de mesure est importante car c'est l'occasion d'observer les animaux un par un et donc de relever certaines particularités sur le cheptel et les conditions de milieu : proportion d'individus mous, morphotypes, état sanitaire, etc.

## Suivi du cheptel

### 2.2 Exemples d'utilisation

- **Evaluation de la survie des postlarves après restockage**

En système continu, si la survie a été bonne, les juvéniles apparaissent 1 à 2 mois après le restockage, sous la forme d'un pic net, situé sur la gauche de l'histogramme. Si la survie a été mauvaise il y a peu de juvéniles dans le bassin et le pic est de faible hauteur ou même inexistant (figure 3.67). Si ce cas se présente, l'éleveur peut décider un "restockage de compensation" qui consiste à effectuer rapidement un autre ensemencement afin de compenser la mortalité enregistrée.

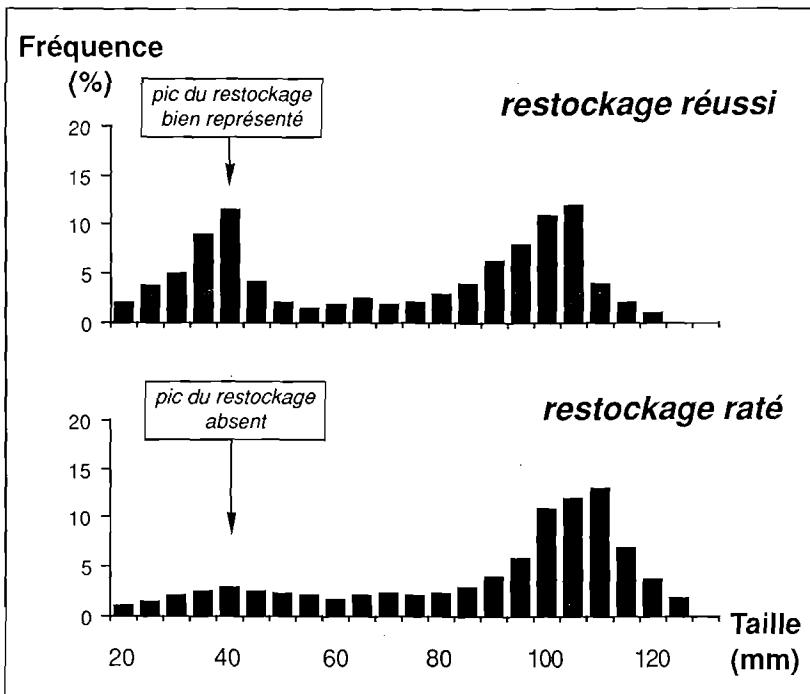


Figure 3.67 : Visualisation d'un restockage sur un histogramme, 2 mois après l'ensemencement.

**Remarque :** Si la densité d'un bassin est faible, la hauteur du pic de juvéniles peut être trompeuse. En effet, comme il y a peu d'animaux, même si le nombre de juvéniles est faible, leur représentation sur l'histogramme sera importante. Avec l'expérience, l'éleveur peut détecter ce problème car il observera que le filet d'échantillonnage capture très peu d'animaux.

- **Décision de restocker**

En système continu, certains éleveurs ne décident de restocker un bassin que lorsque les animaux qui l'occupent ont suffisamment grossi.



Cette décision est prise à la lecture d'un histogramme de taille sur lequel on peut constater qu'il y a peu de juvéniles dans le bassin. On est certain que les postlarves que l'on va ensemercer pourront grossir sans être gênées. Cette méthode est utilisée en Guadeloupe.

- **Décision de récolter**

- **Cas d'une pêche à la senne sélective.** Connaissant la sélectivité du filet de récolte, c'est à dire la taille des plus petits animaux capturés, on peut voir sur l'histogramme la quantité d'animaux susceptible d'être pêchée. Si elle est jugée suffisante, l'éleveur prend la décision de donner un coup de filet (voir histogramme avant pêche de la figure 3.68). Sinon, la pêche est retardée.
- **Cas de pêche par vidange.** Si l'histogramme montre que l'effectif des classes commerciales les plus intéressante est faible, on décidera de différer la vidange afin de laisser grossir les animaux.

- **Contrôle de l'efficacité et de la sélectivité de la pêche sélective**

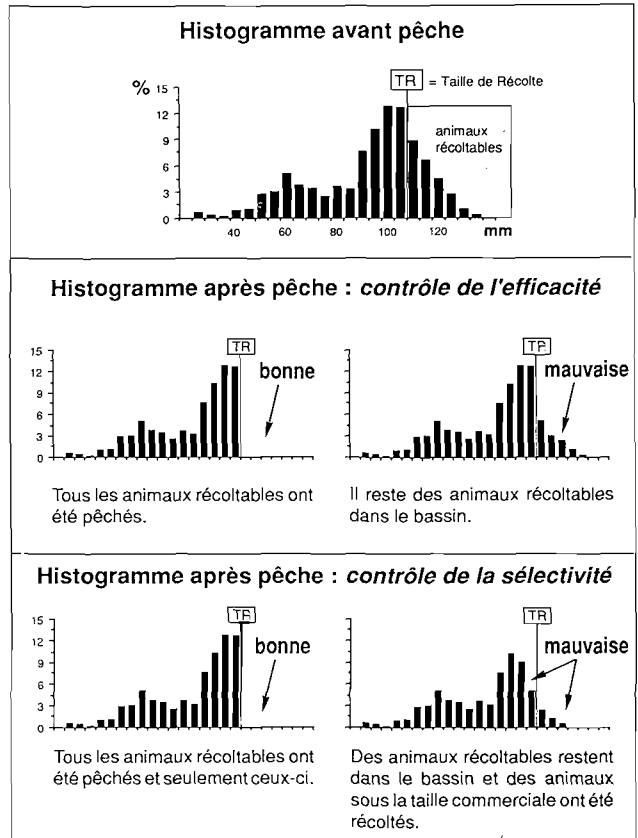
Grâce à la comparaison de deux histogrammes effectués avant et après une récolte sélective, on peut évaluer ses caractéristiques principales.

- **Efficacité de capture :** il s'agit du nombre d'animaux récoltés par rapport au nombre d'animaux de taille récoltable. La figure 3.68 montre un exemple de vérification de l'efficacité de capture grâce à l'utilisation d'un histogramme de taille après pêche. On peut également la calculer lors de la double pêche de récolte (voir *Evaluation du nombre d'animaux et de la biomasse*).
  - **Sélectivité de la pêche :** elle mesure la capacité de sélection, c'est à dire le fait qu'on n'ait pas récolté d'animaux de taille inférieure à la taille de récolte, ni laissé d'animaux supérieurs à la taille de récolte. La figure 3.68 montre comment on l'apprécie. Elle se reconnaît pratiquement sur l'histogramme par une rupture franche au niveau de la taille de récolte.
- **Estimation du pourcentage d'animaux mous pour décider d'un amendement ou d'une vidange**

Sur un échantillon de la population en élevage, on peut relever le nombre d'animaux mous. Or on sait que si l'eau est très peu minéralisée, le durcissement de la carapace après la mue est plus long. Ainsi une proportion d'animaux mous comprise entre 5 et 7 % correspond à une eau de dureté normale (50-100 mg/l de CaCO<sub>3</sub>), alors que des valeurs de 15 à 20 % traduisent une trop faible dureté. Ce critère de dureté est donc très utile pour ajuster la quantité et la fréquence des amendements.

Par ailleurs, les animaux mous étant plus difficilement commercialisables, on pourra différer la vidange s'ils sont trop nombreux.

## Suivi du cheptel



**Figure 3.68 :**  
Evaluation de l'efficacité et de la sélectivité de la pêche grâce à la comparaison des histogrammes avant et après pêche.

- **Histogrammes morphotypés**

La détermination des morphotypes, lors de la mesure des animaux pour la réalisation de l'histogramme est longue. C'est une opération qui est faite dans des stations de recherche car elle fournit des renseignements précis et nombreux sur la population. Elle peut être effectuée aussi par une équipe d'assistance technique bien formée, dans des bassins qui ont besoin d'informations particulières. (Voir *Structure de la population*). Les histogrammes morphotypés permettent surtout de vérifier si la population est dans un bon équilibre de croissance. Si la proportion de mâles à pinces bleues est élevée sur l'histogramme, il faut améliorer la fréquence ou l'efficacité des pêches sélectives (figure 3.69).

### 3. Evaluation du nombre d'animaux et de la biomasse

Il est impossible d'effectuer une vidange du bassin chaque fois qu'on a besoin de connaître précisément le nombre d'animaux ou la biomasse en élevage. Plusieurs méthodes d'évaluation de l'effectif peuvent être utilisées en cours d'élevage, chacune ayant un degré de précision et une complexité spécifiques.

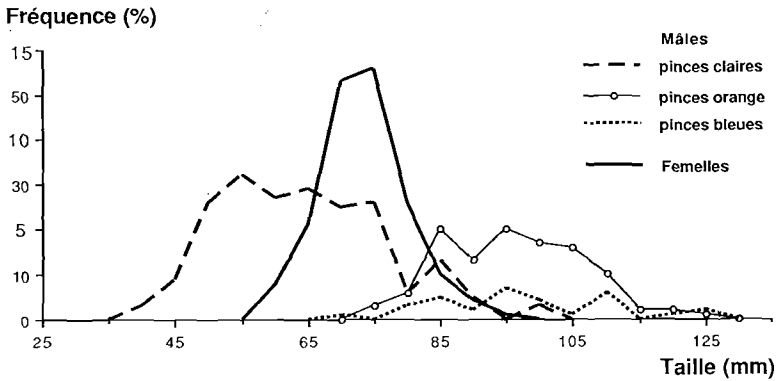
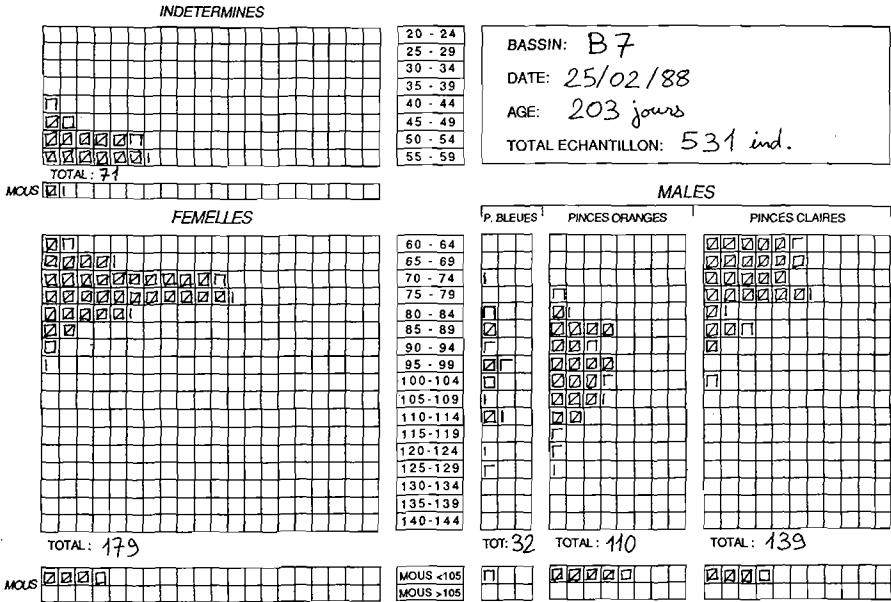


Figure 3.69 : Grille de saisie des tailles et morphotypes et l'histogramme correspondant.

La biomasse, c'est à dire le poids total d'animaux dans le bassin, se calcule ensuite facilement en multipliant l'effectif estimé par le poids moyen d'un individu calculé par échantillonnage.

### 3.1. Evaluation par calcul théorique

Les observations menées sur de nombreux bassins montrent que la mortalité en élevage varie autour de 6 % par mois (mortalité naturelle, problèmes de qualité du milieu, mortalité à la suite du passage du filet, etc.). On peut ainsi calculer l'effectif théorique du bassin en appliquant cette mortalité moyenne mensuelle et en tenant compte des sorties d'animaux par la récolte et des entrées par les restockages s'il y en a. Cette méthode est peu employée car trop "théorique".

## Suivi du cheptel

<b>Exemple</b>		<b>Reste</b>
Ensemencement initial	+ 10 000	10 000
Mortalité 1er mois (6 %)	- 600	9 400
Mortalité 2ème mois (6 %)	- 564	8 836
Mortalité 3ème mois, 1ère quinzaine (3%)	- 265	8 571
Pêche commerciale 1	- 1 750	6 821
Mortalité 3ème mois, 2ème quinzaine (3 %)	- 205	6 616
Mortalité 4ème mois, 1ère quinzaine (3%)	- 198	6 418
Pêche commerciale 2	- 1 410	5 008
Mortalité 4ème mois, 1ère quinzaine (3%)	- 150	4 858
Restockage	+ 2 500	7 358
Mortalité 5ème mois (6%)	- 441	6 916
Etc...		

### 32. Extrapolation à partir d'un échantillonnage

On extrapole à toute la surface du bassin, le nombre d'animaux capturés sur une surface plus réduite. Cette récolte se fait à l'aide d'un filet d'échantillonnage ou d'un épervier (voir *Filets et Techniques de Pêche*). Pour cette méthode d'évaluation, il faut connaître avec exactitude la surface couverte par le filet.

La précision de cette méthode d'évaluation est faible, mais elle suffit pour juger du succès ou de l'échec d'un ensemencement. Avec un épervier, la précision est encore diminuée. Comme la répartition des animaux n'est jamais homogène dans un bassin, il est préférable de donner plusieurs coups de filets et d'en faire la moyenne pour améliorer la précision de cette évaluation. En règle générale, on effectue un coup de filet en trois endroits différents du bassin. Avec l'expérience, on peut savoir d'un coup d'œil, si le nombre d'animaux capturés est normal.

<b>Exemple</b>	
Filet utilisé :	filet d'échantillonnage
Surface balayée par le filet :	100 m <sup>2</sup> environ
Surface du bassin :	2500 m <sup>2</sup>
Nombre d'animaux capturés :	615
Poids moyen calculé:	13 g
La densité estimée est donc de :	6,15 ind/m <sup>2</sup>
Le nombre d'animaux du bassin est :	6,15 x 2500 = 15 375
La biomasse est de :	15 375 x 13 g = 200 kg

### 3.3. Evaluation par marquage-recapture

Cette méthode est également appelée méthode de Petersen. Elle consiste à marquer un petit nombre d'animaux qui sont ensuite relâchés dans le bassin. Deux jours plus tard, on prélève un échantillon de la population. La proportion d'animaux marqués dans l'échantillon permet d'évaluer le nombre total d'animaux dans le bassin. Le marquage consiste à couper une partie d'un uropode de l'animal avec des ciseaux (figure 3.70). Ce marquage est efficace et non traumatisant. Les marquages à base de colorants ne tiennent pas toujours à l'eau. Cette méthode d'évaluation est précise (moins de 10 % d'erreur) mais est assez lourde à mettre en œuvre.

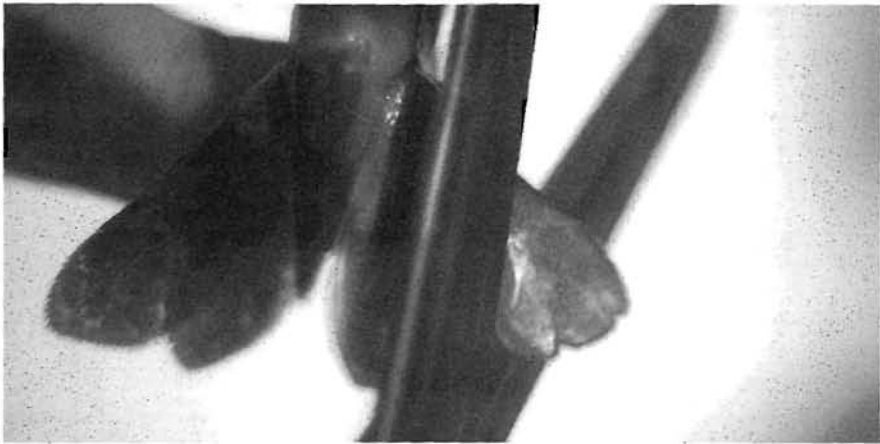


Figure 3.70 : Marquage d'une chevette pour la méthode de Petersen.

**Conditions d'application :** Il ne doit pas y avoir d'apport, ni de retrait d'animaux entre le moment du marquage et celui de la recapture. Le nombre de chevrettes à marquer et à recapter dépend d'une pré-estimation sommaire (tableau 3.17). Celle-ci est généralement faite par la méthode du calcul théorique.

Tableau 3.17 : Nombre de chevrettes à marquer et à recapter selon la pré-estimation sommaire.

Pré-estimation de la population du bassin	Nombre minimal d'animaux à marquer	Nombre minimal d'animaux à recapter
3000 - 5000	400	600
5000 - 7000	500	800
7000 - 10000	650	1100
10000 - 20000	800	1400
20000 - 30000	1000	1800
30000 - 40000	1300	2000
40000 - 50000	1400	2200

## Suivi du cheptel

### Exemple

Nombre d'animaux marqués puis relâchés:	450
Nombre d'animaux recapturés après 48 heures :	600
Nombre de marqués dans les recapturés :	58

$$\text{Effectif estimé} = \frac{450 \times 600}{58} = 4655 \text{ individus}$$

### 34. Evaluation par pêches partielles successives

On l'appelle aussi méthode de De Lury. Elle nécessite trois opérations :

- un histogramme de fréquence de taille de la population en élevage,
- une double pêche à la senne sélective,
- un dénombrement des animaux récoltés à chacune des 2 pêches.

L'histogramme de fréquences de taille donne la proportion de chaque classe dans l'ensemble de la population. Si l'on peut connaître précisément l'effectif d'une partie des classes de tailles, on peut alors en déduire l'effectif total de la population.

La pêche sélective capture toutes les classes de tailles supérieures à la taille minimale de récolte définie par la maille du filet. Comme il est aisé de dénombrer les animaux récoltés et que l'on connaît grâce à l'histogramme leur proportion dans la population totale, on peut calculer l'effectif total en élevage par simple règle de trois.

Comme la pêche sélective n'est jamais totalement efficace, on calcule son efficacité à partir des résultats des pêches successives.

La précision de cette méthode est sensible au soin apporté à la mettre en œuvre. Elle se situe entre 15 et 20 %. Si sa précision est inférieure à celle de la méthode de marquage-recapture, elle a néanmoins l'avantage de s'insérer dans la gestion courante d'une exploitation puisqu'elle peut être pratiquée lors d'une pêche commerciale.

#### Conditions d'application.

L'échantillon doit être prélevé suivant les règles prescrites dans l'encadré *L'échantillonnage*. L'équipe et la technique de pêche doivent être identiques pour les deux pêches successives. Aucune chevrette capturée à la première pêche ne doit être remise à l'eau.

**Exemple**

L'échantillonnage montre que 10 % de la population sont récoltables au filet sélectif (taille supérieure ou égale à 100 mm).

La première pêche a capturé 1000 animaux de taille supérieure à 100 mm. La deuxième en capture 400.

L'efficacité de pêche calculée grâce à ces deux pêches est de :

$$\frac{1\ 000 - 400}{1\ 000} = 0,6 \text{ soit } 60 \%$$

Le nombre d'animaux à capturer dans le bassin était de :

$$\frac{1\ 000}{0,6} = 1\ 667$$

Ces animaux représentaient le dixième de la population. Le nombre d'animaux présents dans le bassin avant la pêche était donc de :  
 $1\ 667 \times 10 = 16\ 670$ .

## **4. Tables de relation taille-poids**

---

### **4.1. Intérêt et principe des tables de relation**

Une table de relation "taille-poids" sert à connaître le poids d'une chevrette en fonction de sa taille. L'utilisation de ce type de table supprime des pesées souvent délicates et traumatisantes pour les animaux et diminue ainsi le temps de manipulation. Les tables présentées ici, ont été élaborées à la station IFREMER de Kourou d'après la mesure et la pesée individuelle de plusieurs centaines d'animaux.

Pour calculer le poids moyen à partir des informations d'une grille d'histogramme et d'une table de relation, il faut :

- multiplier l'effectif de chaque classe de taille par le poids correspondant, lu dans la table,
- faire l'addition de tous ces poids ; on obtient le poids total de chevrettes mesurées,
- le rapport de ce poids sur le nombre d'animaux consignés sur la grille, fournit le poids moyen.

### **4.2. Types de tables de relation**

Il existe trois catégories de table (figure 3.71) :

Tables de relation " taille - poids "

a) simple

Taille (mm)	Poids (g)
20 - 24	0.2
25 - 29	0.4
30 - 34	0.7
35 - 39	1.1
40 - 44	1.7
45 - 49	2.4
50 - 54	3.4
55 - 59	4.6
60 - 64	6.0
65 - 69	7.8
70 - 74	9.9
75 - 79	12.3
80 - 84	15.1
85 - 89	18.4
90 - 94	22.1
95 - 99	26.3
100 - 104	31.0
105 - 109	36.6
110 - 114	42.2
115 - 119	48.7
120 - 124	55.9
125 - 129	63.8
130 - 134	72.5
135 - 139	81.9
140 - 144	92.2
145 - 149	103.3
150 - 154	115.3

b) sexes séparés

Taille (mm)	Juvéniles (g)	Mâles (g)	Femelles (g)
20 - 24	0.2		
25 - 29	0.4		
30 - 34	0.7		
35 - 39	1.1		
40 - 44	1.6		
45 - 49	2.4		
50 - 54	3.3		
55 - 59	4.4		
60 - 64		6.5	6.1
65 - 69		8.3	7.8
70 - 74		10.4	9.9
75 - 79		12.9	12.2
80 - 84		15.8	15.0
85 - 89		19.0	18.2
90 - 94		22.7	21.8
95 - 99		26.9	25.8
100 - 104		31.6	30.4
105 - 109		36.8	35.4
110 - 114		42.6	41.1
115 - 119		49.0	47.3
120 - 124		55.9	51.1
125 - 129		63.6	61.6
130 - 134		71.9	69.8
135 - 139		81.0	78.7
140 - 144		90.8	88.4
145 - 149		101.4	98.9
150 - 154		112.8	110.1

c) morphotypes séparés

Taille (mm)	Mâles (poids en g)			Femelles (poids en g)	
	pincés claires	pincés orange	pincés bleus	non grainées	grainées
60 - 64	6.6		6.9	6.0	
65 - 69	8.2		9.0	7.6	
70 - 74	10.1	10.2	11.4	9.6	
75 - 79	12.2	12.6	14.3	11.9	13.7
80 - 84	14.6	15.4	17.6	14.5	16.7
85 - 89	17.3	18.5	21.5	17.4	20.0
90 - 94	20.3	22.1	25.9	20.8	23.7
95 - 99	23.7	26.1	30.9	24.6	27.8
100 - 104	27.3	30.6	36.6	28.8	32.4
105 - 109	31.3	35.7	42.9	33.5	37.5
110 - 114	35.7	41.2	50.0	38.7	43.1
115 - 119	40.4	47.3	57.8	44.4	49.3
120 - 124	45.6	54.0	66.5	50.7	56.0
125 - 129		61.3	76.1	57.6	63.3
130 - 134		69.3	86.6	65.0	71.3
135 - 139		78.0	98.0	73.2	79.8
140 - 144		87.3	110.5	81.9	89.1
145 - 149		97.5	124.0	91.4	99.0
150 - 154		108.3	138.7	101.5	109.6

Figure 3.71 : Tables de relation "taille-poids".  
 (a) simple ; (b) "sexes séparés" ; (c) "morphotypes séparés"



- **La table de relation simple (a).** Elle fait strictement référence à la longueur de l'animal sans faire de distinction, ni de sexe ni de morphotype. Cette table est utilisable avec la grille d'histogramme simple.
- **Table "sexes séparés" (b).** Plus élaborée, elle distingue les individus mâles des femelles et permet de calculer un poids moyen sur chacun des lots.
- **Table de relation "morphotypes séparés" (c).** Elle prend en compte les trois morphotypes de mâles (pincés bleues, pincés orange et pincés claires) et différencie les femelles sans œufs des femelles grainées. Elle s'utilise en complément des histogrammes morphotypés utilisés par les équipes d'assistance technique.

## 5. Fiches de suivi d'élevage

Pour chaque bassin, il est pratique de regrouper sur une fiche l'ensemble des données d'élevage (figure 3.72) : ensemencement, quantité et poids d'animaux récoltés, rendement, etc.

## Suivi du cheptel

N° bassin : B8					
Surface : 2000 m <sup>2</sup>					
Ensemencement					
Date : 05/02/90					
Nombre : 16000 juvéniles de 90 jours.					
Poids moyen : 3,2 g					
Biomasse : 51,2 kg					
Mois	Pm	Poids	Récoltes Poids moyen	Nombre	Remarques
Février	3,2 g				
Mars	6,4 -				trait. rotenone
Avril	10,5 -				
Mai	14,8 -	18 kg	37 g	490	beaucoup d'animaux morts
Juin		32 -	33 -	960	
Juillet		58 -	31 -	1860	
Août		72 -	29 -	2520	
Vidange		100 kg	20 g	5000	
Totaux		280 -	26 -	10830	
Résultats					
Production : 280 - 51 = 229 kg					
Rendement : 2,3 T/ha/an					
Survie : 68%					
Indice de conversion : 3,1					

N° bassin : B8							
Surface : 2000 m <sup>2</sup>							
Mois	Ensemencement		Récoltes			Rendement	Remarques
	Nombre	Densité	Poids	Poids moyen	Nombre		
Mars 89	16000 PL	8/m <sup>2</sup>					
Avril							
Mai							
Juin							
Juillet	6000 PL	3/m <sup>2</sup>					
Août							
Septembre			7 kg	35 g	200	0,42	1 seule pêche
Octobre			13 -	42 -	310	0,6	
Novembre	8000 PL	4/m <sup>2</sup>	22 -	40 -	550	0,84	
Décembre			29 -	38 -	750	1,03	
Janvier 90			30 -	38 -	800	1,18	
Février			27 -	36 -	750	1,26	
Mars	10000 PL	5/m <sup>2</sup>	26 -	38 -	680	1,3	
Avril			30 -	40 -	750	1,36	
Mai			36 -	40 -	900	1,47	
Juin			38 -	42 -	900	1,55	
Résultats							
Production (Juin 1990) : 258 kg							
Rendement : 1,55 T/ha/an							
Animaux récoltés en 90 / PL ensemencées depuis 89 : 16%							
Indice de conversion (en 1990) : 3,2							

Figure 3.72 : Exemples de fiches de suivi du cheptel en système discontinu et en continu.

# Calcul et distribution de la ration alimentaire

1. **Calcul de la ration**
  - 1.1. Technique par le calcul de la biomasse
  - 1.2. Techniques empiriques
  - 1.3. Exemples
2. **Distribution de l'aliment**
  - 2.1. Quand distribuer ?
  - 2.2. Comment ?
    - *Distribution manuelle*
    - *Distribution mécanique*
    - *Importance de la répartition*
  - 2.3. Problèmes particuliers
    - *Que faire en cas de pénurie ?*
    - *Que faire les jours de pêche ?*
    - *En cas de crise de qualité d'eau ?*
    - *Que faire en saison froide ?*
3. **Contrôle de la qualité du granulé**
  - 3.1. Contrôle visuel par l'éleveur
  - 3.2. Analyses en laboratoire

## 1. Calcul de la ration

---

La **ration** est la quantité d'aliment donnée chaque jour aux animaux en élevage.

L'**indice de conversion** est le rapport de la quantité d'aliment distribuée sur le gain de poids des animaux pendant une période donnée.

L'ajustement de la ration fait partie de l'action quotidienne de l'éleveur et requiert la plus grande attention. Un bon ajustement doit conduire à un indice de conversion inférieur à 3. Dans la réalité, un tel indice ne peut être obtenu que par l'expérience acquise au fil des productions. Il peut être acquis plus rapidement si une bonne assistance technique est disponible sur la ferme.

La détermination de la ration alimentaire peut se faire en partant de la valeur de la biomasse ou en utilisant des techniques empiriques.

# Calcul et distribution de la ration alimentaire

## 1.1. Technique par le calcul de la biomasse

Elle est fondée sur le calcul de la **biomasse**, c'est à dire le poids total des chevrettes présentes dans le bassin :

$$\text{Biomasse} = \text{Effectif} \times \text{Poids moyen}$$

L'**effectif** est déterminé soit en appliquant à l'effectif initial ensemencé, une survie mensuelle théorique, soit en faisant une évaluation de biomasse (voir *Suivi du cheptel*).

Le **poids moyen** est déterminé par échantillonnage de la population (voir *Suivi du cheptel*).

Une fois la biomasse du bassin estimée, on applique un **taux de nutrition**, exprimé en pourcentage, qui permet de calculer le poids de granulé à distribuer pour la biomasse considérée. Les tableaux 3.18 et 3.19 présentent les taux appliqués couramment aux Antilles-Guyane.

**Tableau 3.18** : Taux de nutrition utilisé en prégrossissement à haute densité (150 animaux/m<sup>2</sup>).

Poids moyen (g)	Taux de nutrition (% de la biomasse)
0,2	15
0,4	13
0,6	11
0,8	9
1	7

**Tableau 3.19** : Taux de nutrition utilisé en grossissement (densité 18 ind/m<sup>2</sup>).

Poids moyen (g)	Taux de nutrition (% de la biomasse)
1	7
3	6
5	5
7	4
10 à 15	3
15 à 20	2
> 20	1,5

**Remarque** : Quand les conditions d'élevage sont standardisées, on a recours à des grilles alimentaires types, établies sur l'évolution moyenne de nombreux bassins. Elles peuvent être moins précises qu'un calcul systématique de la ration mais sont beaucoup plus facile d'utilisation. Deux exemples sont donnés dans les tableaux 3.20 et 3.21.

## Calcul et distribution de la ration alimentaire

**Tableau 3.20 :** Grille alimentaire pour un bassin de prégrossissement de 100 m<sup>2</sup>, à haute densité (150 animaux/m<sup>2</sup>).

Temps (mois)	Poids moyen (g)	Ration alimentaire (g)
0	0,02	100
0,5	0,1	230
1	0,3	600
1,5	0,6	900
2	1	930

**Tableau 3.21 :** Grille alimentaire pour un bassin de grossissement de 1000 m<sup>2</sup>, en système continu simple type "Antilles".

Temps (mois)	Ration alimentaire (kg)
1	0,4
2	0,8
3	1,1
4	1,4
5	1,6
6	1,8
7	1,8
8	2,0
9	2,3
10	2,6
11	2,7
12	2,8
13	2,9
14	3,0
15	3,0

### 12. Techniques empiriques

Elles ne sont pas basées sur le calcul des besoins mais utilisent des témoins qui reflètent la consommation du granulé par les chevrettes.

- **Méthode des mangeoires** ou "balances" (figures 3.73 et 3.74). Lors de la distribution de l'aliment, une petite poignée de granulés est jetée au dessus de la mangeoire. La présence ou non de restes dans la mangeoire quelques heures après la distribution, indique à l'éleveur s'il donne trop ou pas assez d'aliment. La décision de changer la ration n'est prise que si l'observation est confirmée deux jours de suite.

Compte-tenu de la faible surface des mangeoires par rapport aux bassins, il est conseillé d'en disposer au moins deux, dès que la superficie dépasse 1000 m<sup>2</sup> (l'une en zone peu profonde, l'autre en zone profonde).

**Calcul et distribution de la ration alimentaire**



*Figure 3.73 : Détail d'une mangeoire (Guyane).*



*Figure 3.74 : Observation des restes dans la mangeoire (Tahiti).*

## Calcul et distribution de la ration alimentaire

Si l'aliment a une mauvaise tenue à l'eau, cette observation est difficile et doit être faite moins de deux heures après la distribution. On peut toutefois différencier les granulés, même délités, du sédiment boueux.

- **Méthode des blessures** : en cas de sous-alimentation, une compétition intervient entre les animaux pour l'acquisition du granulé. Il en résulte des blessures qui donnent des nécroses bien visibles, notamment au niveau des appendices (pattes, antennes, nageoires). Ces nécroses peuvent être comptabilisées de façon simplifiée par l'aquaculteur. Si le taux de blessures est trop fort, il faut augmenter la ration alimentaire. Ainsi, si sur un lot de 100 chevrettes, plus de 75 d'entre-elles présentent des nécroses même légères (antennes cassées), il faut augmenter la ration de 10 %.

### 13. Exemples

- **Aquapac (Tahiti)**

Sur cette ferme de 10 hectares, on n'utilise plus de grille-type pour le calcul de la ration. Avec l'expérience, l'éleveur connaît le gain de poids probable dans le mois à venir. Par une estimation de l'effectif, il connaît donc l'augmentation probable de biomasse. Grâce à l'indice de conversion habituellement obtenu dans cette phase d'élevage, il détermine la quantité d'aliment à distribuer dans le mois et donc la ration journalière.

#### Application numérique :

La population est estimée à 10 000 individus. Dans le mois à venir, d'après les conditions d'élevage (densité, poids moyen précédent, température, etc.), l'éleveur pense que le poids moyen des animaux va augmenter de 5 grammes, soit une augmentation de biomasse de 50 kg (5 g x 10 000 individus).

L'indice de conversion, choisi grâce à l'expérience de l'éleveur, est de 2. La quantité totale de granulés à distribuer dans le mois est de 100 kg (50 kg x 2), c'est à dire 3,3 kg par jour.

Le taux de nutrition varie selon les séquences d'élevage.

- En phase de prégrossissement de 0,02 à 1 g de poids moyen, pour une densité d'élevage de 80 à 100 ind/m<sup>2</sup>, on nourrit à 10 % de la biomasse au début pour finir à 5 % de la biomasse estimée (c'est la méthode décrite en 1.1. qui est utilisée).
- En première phase de grossissement, de 1 à 8 grammes de poids moyen, pour une densité d'élevage de 30 ind/m<sup>2</sup>, on nourrit à 5 % de la biomasse estimée au début d'élevage pour finir à 2 %. Dans le même temps, l'indice de conversion évolue de 0,8 à une valeur d'environ 1,8.

**Calcul et distribution de la ration alimentaire**



**Figure 3.75 :** Distribution de l'aliment : a) manuelle; b) mécanique.



## ***Calcul et distribution de la ration alimentaire***

- En phase de grossissement, de 8 à 35 grammes de poids moyen, pour une densité d'élevage de quatre chevrettes au mètre carré, la ration alimentaire est calculée par la méthode décrite ci-dessus : l'indice de conversion utilisé varie entre 1,5 et 2,5.

- ***Station de Kourou (Guyane)***

Au moment de l'introduction de juvéniles dans le bassin, on connaît l'effectif et le poids moyen de la population. Grâce à cette biomasse et au taux de nutrition correspondant, on calcule la ration alimentaire. Celle-ci est fiable car la biomasse est connue avec précision.

Par la suite, l'ajustement de la ration journalière se fait grâce à la méthode des mangeoires car la biomasse évolue rapidement. Cette méthode est alors la plus appropriée pour déterminer les besoins alimentaires de la population.

## **2. Distribution de l'aliment**

### **2.1. Quand distribuer ?**

Quelles sont les fréquences de distribution de l'aliment et les moments préférentiels dans la journée ?

- Pour la **phase de prégrossissement**, l'aliment est distribué de façon fragmentée sur une partie de la journée et une partie de la nuit grâce à des distributeurs automatiques d'aliment.
- Pour les **phases de grossissement**, il y a généralement un seul repas par jour, en fin de journée. Certains éleveurs préfèrent séparer la ration en deux doses (7h00 et 16h00).

L'élevage doit être nourri tous les jours. En effet, le jour de jeûne parfois justifié par l'obligation de fournir un jour de congé au personnel, est préjudiciable à la croissance.

### **2.2. Comment ?**

- ***Distribution manuelle***

Elle est faite tout autour du bassin en jetant l'aliment à la volée sur une distance de quelques mètres à partir du bord (figure 3.75 a). Les mangeoires-témoin reçoivent au passage une quantité de granulés qui servira d'estimation à la consommation d'une part, et donnera une indication sur la tenue à l'eau de l'aliment d'autre part.

- ***Distribution mécanique***

Plusieurs dispositifs sont utilisés.

## **Calcul et distribution de la ration alimentaire**

- **Les distributeurs programmables** : reliés à une armoire centrale et une horloge, ils distribuent l'aliment par fractions à différents moments de la journée et de la nuit. Ils sont donc intéressants à utiliser pour la phase de prégrossissement.
- **Les distributeurs tractés**, type turbine (aliment propulsé par air) ou épandeur (aliment projeté), sont surtout utilisés sur les fermes industrielles (figure 3.75 b).
- **Importance de la répartition de l'aliment sur toute la surface du bassin ?**

Des essais ont été conduits sur la ferme d'Aquapac à Tahiti. Ils ont montré que sur des bassins de 2500 à 5500 m<sup>2</sup>, un effort pour apporter l'aliment jusqu'au milieu du bassin ne donnait pas en retour de résultat significativement différent par rapport à une distribution faite sur le pourtour du bassin.

Pour des bassins de superficie supérieure à 5000 m<sup>2</sup>, rencontrés sur les fermes industrielles comme en Guyane, il est conseillé de distribuer de l'aliment au centre du bassin en traversant celui-ci à pied. Une distribution à partir d'une petite embarcation à moteur, équipée d'une trémie, est envisageable. Cette technique est utilisée pour des bassins de crevettes de 10 ha sur la ferme Sodacal en Nouvelle-Calédonie.

La **tenu**e à l'eau de l'aliment joue un rôle important : avec un granulé instable, il faut mieux répartir l'aliment et fractionner la ration en plusieurs repas par jour.

Tout le raisonnement est fait pour un aliment de bonne tenue à l'eau. On estime que le granulé chevrette doit se tenir au bout de deux heures de séjour dans l'eau douce et qu'un gonflement sans délitement reste acceptable.

### **23. Problèmes particuliers**

- **Que faire en cas de pénurie d'aliment "chevrette" ?**

Il arrive en effet que l'usine ne puisse pas fournir à temps l'aliment ou que les matières premières ne soient pas toutes disponibles. Il faut alors recourir de façon temporaire à un aliment type poulet dont la composition est relativement proche de celle du granulé chevrette.

Si la pénurie demeure, il faut concevoir un nouvel aliment en fonction des matières premières disponibles tout en essayant de satisfaire les contraintes nutritionnelles de l'aliment de base. Ce type de modification pouvant entraîner des variations dans la qualité du granulé, il faut donc contrôler la tenue à l'eau et la bonne acceptation du nouveau granulé par les animaux.

## ***Calcul et distribution de la ration alimentaire***

- ***Que faire les jours de pêche ?***

Les jours de pêche d'un bassin, on ne nourrit pas les animaux car ils sont stressés. Parfois même, l'alimentation de la veille est supprimée.

- ***Que faire en cas de crise de qualité d'eau ?***

Lors de variations brutales de la qualité du milieu (hausse du pH dû à un bloom phytoplanctonique ou baisse importante du niveau d'oxygène avec une valeur inférieure à 3 ppm), il est préférable de surseoir à la distribution de granulé car les animaux, en état de stress, ne se nourriront pas.

- ***Que faire en saison froide ?***

Les besoins énergétiques des chevrettes diminuent avec la température. Il faut donc réduire la ration en saison froide.

### **3. Contrôle de la qualité du granulé**

#### **3.1. Contrôle visuel par l'éleveur**

La simple observation permet déjà une bonne appréciation.

- L'**odeur** donne un premier élément de contrôle. Elle doit être douce, à dominance poisson et céréales. Une odeur forte ou acide est un indice de moisissure.
- La **couleur** du granulé est jaune ou brun clair en raison de la prédominance des céréales et il est facile de détecter des moisissures en surface.
- La présence de de poussière (" **fines** ") est inévitable dans le sac de granulés. On passe la main dans le sac et il doit rester peu de poussière d'aliment sur la main. En cas de mauvaise préparation, on observe beaucoup de gros grains en surface, preuve d'un broyage insuffisant qui entraîne un délitement rapide des granulés dans l'eau.
- La **tenue à l'eau** peut être contrôlée rapidement en plongeant quelques granulés dans un verre d'eau ; l'observation sur quelques dizaines de minutes est souvent une bonne indication.

#### **3.2. Analyses en laboratoire**

Des déterminations plus précises peuvent être faites en laboratoire pour vérifier la qualité d'une matière première ou d'un aliment. Elles sont généralement effectuées par le laboratoire d'Hygiène et de Santé local ou le laboratoire d'analyses des aliments. Elles portent essentiellement sur la qualité des protéines et des lipides.

## ***Calcul et distribution de la ration alimentaire***

- Sur les **protéines** qui représentent le nutriment essentiel dans les formules, on effectue une analyse du taux d'ABVT qui est exprimé en grammes d'ammoniac pour cent. Les valeurs courantes ne doivent pas dépasser 0,4 pour une farine selon la norme européenne et 0,2 pour un aliment.
- Pour les **lipides**, le rancissement se mesure grâce à la valeur de peroxydation des graisses (POV) et à la mesure de l'acide thiobarbiturique (TBA). Une bonne huile de poisson ne devrait pas avoir un indice de POV inférieur à 160 par exemple et les valeurs de TBA pour les farines de poisson sont de l'ordre de 80 mg.

A côté de ces déterminations, les analyses proximales (taux de protéines, lipides, cendre et humidité) renseignent sur le sérieux du fabricant d'aliment et le respect de la formule indiquée sur l'étiquette.

# Pathologie

## 1. Mortalité massive brutale

- *Le déséquilibre est interne au bassin*
- *Le déséquilibre est externe au bassin*

## 2. Mortalité progressive

2.1. Les conditions d'élevage sont en cause

- *Mauvaise qualité d'eau chronique*
- *Surdensité*
- *Mauvaise alimentation*
- *Envasement du bassin*

2.2. Vraies maladies

## 3. Blessures

## 4. Aspect et comportement anormaux

- *Aspect anormal*
- *Comportement anormal*

La chevrette est un animal robuste, aussi les maladies qui la concernent sont peu nombreuses. L'expérience montre que les maladies qui peuvent l'affecter sont presque toujours déclenchées par de mauvaises conditions de milieu. En conséquence, le contrôle régulier de la bonne gestion du milieu d'élevage est le meilleur outil de traitement préventif. Dans ce chapitre, les principales affections de la chevrette sont abordées par ordre de gravité : de la mortalité massive au simple comportement anormal.

## 1. Mortalité massive brutale

Elle est toujours liée à un changement rapide de la qualité d'eau : un ou plusieurs paramètres de l'eau sortent des limites de tolérance de l'animal, entraînant une mortalité massive de l'ensemble de la population. On distingue deux causes :

### a) Le déséquilibre est interne au bassin

Il s'agit le plus souvent soit d'un manque d'oxygène en fin de nuit (moins de 1 mg/l), soit d'un pH excessif en fin de journée (pH supérieur à 10). La seule mesure à prendre est une chasse vigoureuse de l'eau du bassin après retrait des cadavres.

## **Pathologie**

- ***Le déséquilibre est externe au bassin***

Il s'agit généralement d'une pollution chimique dont l'origine est située en amont de la prise d'eau : produits de traitement phytosanitaires pour les cultures (insecticides), rejets d'industrie (solvants, colorants, mélasses, lisier), rejets urbains (détergents), décharges sauvages (huiles et acides), etc. Si la mortalité n'a affecté qu'une partie du cheptel, on peut tenter de sauver le reste en arrêtant le renouvellement d'eau jusqu'à disparition de la pollution. Si la mortalité est totale, il est préférable de vidanger le bassin. La meilleure défense est la prévention en informant les pollueurs potentiels en amont de l'existence d'un élevage en aval.

## **2. Mortalité progressive**

---

Au début, elle affecte les animaux les plus vulnérables : animaux en mue, juvéniles. Ensuite, si la mortalité devient chronique, elle finit par concerner toutes les catégories de taille sans distinction de sexe. En règle générale, la mortalité est plutôt due à de mauvaises conditions d'élevage qu'à de vraies pathologies. Si les causes sont variées, le remède est presque toujours le même : l'assainissement du milieu d'élevage.

### **2.1. Les conditions d'élevage sont en cause**

- ***Mauvaise qualité d'eau chronique***

L'aspect des cadavres est normal ; on observe une migration des animaux vers l'arrivée d'eau et les berges. Les valeurs de pH et d'oxygène sont fréquemment proches des valeurs létales. Le retour à une bonne qualité d'eau supprime la mortalité.

- ***Surdensité***

La surcharge biologique du bassin se traduit par l'apparition de nombreuses blessures sur les appendices et le développement du cannibalisme : un signe typique est que les cadavres ont souvent les appendices rongés jusqu'au premier segment. L'abaissement rapide de la densité par transfert est alors la seule mesure efficace.

- ***Mauvaise alimentation***

Si l'aliment est moisi, inadapté ou insuffisant, les animaux commencent à tourner à la périphérie du bassin, comme pour chercher de la nourriture. Au bout de quelques jours apparaissent les premières mortalités avec des signes de cannibalisme. L'aspect des animaux est le même que dans le cas d'une surdensité. Le traitement concerne alors exclusivement la correction de l'alimentation.

- **Envasement du bassin**

La présence de boue au fond du bassin, augmente la mortalité provoquée par le passage du filet de pêche. Cette mortalité affecte surtout les animaux mous. Il faut supprimer la boue par pompage ou siphonnage (voir *Sol et amendements*).

## **22. Vraies maladies**

**Bactériose noire de la carapace** ("black spot disease"). Elle apparaît quand les fonds sont très boueux et mal oxygénés avec parfois des signes de réduction (odeur "d'œuf pourri"). L'affaiblissement de l'animal favorise son infection par certaines bactéries (*Pseudomonas*, *Vibrio*) qui attaquent la carapace et entraînent des lésions noirâtres notamment au niveau du céphalothorax et des uropodes (figure 3.76). Ces bactéries sont contagieuses et infectent facilement les blessures (nécroses). L'amélioration de la qualité de l'eau et du fond du bassin (pompage de la boue), entraîne une réduction rapide, voire une disparition complète des lésions. Cet effort de qualité sanitaire de l'élevage doit être maintenu car les bactéries responsables sont toujours présentes dans le milieu.

**Maladie de la croissance terminale.** Elle est assez rare et affecte plutôt les gros mâles à pinces bleues. L'abdomen devient opaque et la cuisson révèle un muscle très atrophié. L'apparition de cette maladie est toujours liée à de mauvaises conditions d'élevage.

## **3. Blessures**

---

On trouve naturellement dans une population saine quelques individus présentant des blessures ou lésions légères : antennes ou segments terminaux des pattes cassés ou petits points de nécrose sur le bord extérieur des uropodes. Si la proportion d'animaux blessés dépasse 20 %, elle est anormale. On dénote trois causes principales.

- **Une sous-alimentation.** Dans ce cas, relever la ration de 10 %.
- **Une surdensité.** Elle peut être due à un surstockage d'animaux. Dans ce cas, il faut réduire la densité en transférant une partie de la population vers un autre bassin. La surdensité peut aussi résulter d'une hétérogénéité de la qualité d'eau : les animaux n'occupent plus toute la surface du bassin mais se concentrent dans les zones saines. Dans ce deuxième cas, il faut corriger les problèmes de qualité d'eau. Ces surdensités locales apparaissent encore quand le bassin est peu profond sur une grande surface ou quand la turbidité de l'eau est insuffisante.
- **Un manque de soin à la pêche.** Celle-ci occasionne alors des blessures directes.



**Figure 3.76** : Lésions caractéristiques de la carapace due à une bactériose nécrosante.



**Figure 3.77** : Adulte recouvert d'algues vertes filamenteuses.



## 4. Aspect et comportement anormaux

---

- **Aspect anormal**

Deux types d'organismes peuvent se fixer sur la carapace et modifier l'aspect de l'animal.

- Des **algues filamenteuses** (vertes ou bleues) qui couvrent progressivement tout le corps et rendent la commercialisation impossible (figure 3.77). Ce phénomène affecte surtout les mâles bloqués en croissance (mâles à pinces bleues) et est stimulée par des eaux trop claires (secchi supérieur à 50 cm) ou la surdensité. Il disparaît avec l'amélioration de l'efficacité de pêche et l'opacification de l'eau.
- Des **parasites externes** (protozoaires ciliés genre *Epistylis* ou *Vorticelle*) dont les colonies forment une mousse blanchâtre à certains endroits du corps, notamment la chambre incubatrice de la femelle. Ce phénomène est surtout observé dans les eaux riches en calcium (dureté supérieure à 150 mg/l d'équivalent  $\text{CaCO}_3$ ).

- **Comportement anormal**

Trois comportements constituent de bons indices d'un stress des chevrettes.

Les animaux montent en grand nombre au bord des berges, même en pleine journée : c'est la conséquence d'un manque d'oxygène au fond.

Les animaux tournent dans le bassin en longeant les berges : il y a manque de nourriture ou toxicité croissante de l'eau.

Les chevrettes sont amorphes et n'ont plus de réflexe de fuite ; la chair de l'animal blanchit au niveau de l'abdomen. C'est le signe d'un stress important : pH élevé, asphyxie, température trop élevée, confinement trop long dans un filet ou une cage par exemple. Pour éviter ce blanchissement, tous les tris et manipulations d'animaux vivants doivent se faire sous une arrivée d'eau.

# Filets et techniques de pêche

## 1. Filets

### 1.1. Eléments du filet

- *Nappe*
- *Ralingues*
- *Flotteurs*
- *Plombs*

### 1.2. Caractéristiques des filets

- *Filet statistique*
- *Filet de pêche*

## 2. Techniques de pêche

### 2.1. Conseils généraux

### 2.2. Pêche statistique

### 2.3. Pêche au filet sélectif

### 2.4. Conseils pour améliorer l'efficacité de pêche

### 2.5. Pêche commerciale par vidange

### 2.6. Transfert d'animaux d'un bassin à l'autre

## 3. Stockage des filets

## 1. Filets

---

L'aquaculteur en utilise deux types :

- **le filet statistique**, de petite maille, pour échantillonner la population ;
- **le filet de pêche**, pour récolter sélectivement les animaux de taille commerciale en cours d'élevage ou pour un transfert d'animaux.

Ces filets, de forme rectangulaire, sont appelés sennes. Qu'ils soient montés par un fabricant ou assemblés par l'aquaculteur à partir des éléments commandés séparément, il est indispensable de respecter certaines normes pour que ces outils soient adaptés et efficaces.

## 1.1. Eléments du filet

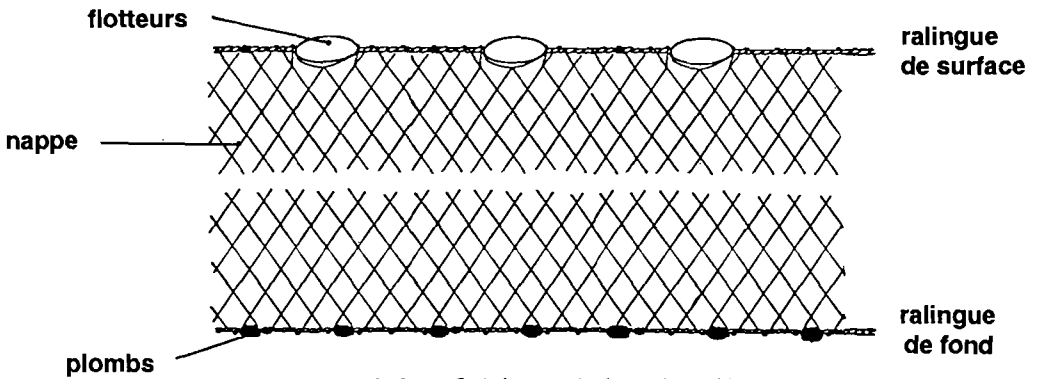


Figure 3.78 : Schéma général d'un filet

- **Nappe** : elle est en fibres synthétiques, généralement en polyamide ou en polyester. Le polyamide est plus souple et de meilleur rapport qualité/prix que le polyester mais est moins résistant au soleil (tableau 3.22).

La nappe des filets de récolte peut être à nœuds ou sans nœuds (tressnet), les nappes à nœuds étant cependant plus solides et plus faciles à ramender en cas de déchirure. Choisir du fil solide (800 m/kg). Pour le filet statistique, le tressnet est recommandé. Choisir du fil plus léger (2 000 m/kg).

Les lisières doivent être renforcées en haut et en bas pour le montage des ralingues.

Tableau 3.22 : Caractéristiques des fibres synthétiques

	Polyéthylène PE	Polypropylène PP	Polyamide PA	Polyester PES
Densité	0,95	0,91	1,14	1,38
Résistance à l'abrasion	+	++	+++	+++
Résistance aux agents atmosphériques	++	++	+	++
Résistance aux agents chimiques et biologiques	++	+	+++	+++
Prix	bon marché	bon marché	modéré	élevé

- **Ralingues** : nom des lignes sur lesquelles sont enfilés les flotteurs et les plombs. Penser à la compatibilité entre le diamètre de la ligne et le diamètre intérieur des plombs et des flotteurs. Choisir du polypropylène de diamètre 8 mm (fibre flottante, densité = 0,91) pour la ralingue de flotteurs et du polyamide de diamètre 10 mm (fibre coulante, densité = 1,14) pour celle de plombs.

## **Filets et techniques de pêche**

- **Flotteurs** : ils doivent réaliser une barrière infranchissable en surface. Les choisir allongés, en forme d'œuf, en PVC expansé.
- **Plombs** : ils maintiennent le bas du filet plaqué contre le fond du bassin. Les divers types de plombs utilisés sont :
  - les plombs ouverts que l'on sertit avec une pince sur la ralingue ;
  - les plombs que l'on enfile comme des perles sur la ralingue de fond avant montage de la nappe ;
  - les chaînes, nues ou gainées, et les tresses plombées qui répartissent le poids sur toute la longueur du filet.

### **12. Caractéristiques des filets**

- **Filet statistique**

**Dimensions** : 2,40 m de haut x 35 m de long. Le filet doit balayer une surface de 100 m<sup>2</sup>.

**Maille** : 5 à 6 mm pour retenir tous les individus. Le fil est fin (2000 m/kg).

**Flotteurs** : 6 à 8 flotteurs au mètre, en fonction de leur taille.

**Plombage** : 300 grammes au mètre. Les plombs doivent être rapprochés.

- **Filet de pêche**

**Hauteur** : deux fois la profondeur maximum du bassin soit 2,50 m environ. Si le filet n'est pas assez haut, la ralingue de flotteurs coule lorsque le filet est chargé. Si le filet est trop haut, il traîne sur le fond, s'alourdit et devient difficile à manœuvrer. Chaque extrémité peut être munie d'un timon, barre de bois de dimension égale à la hauteur du filet, pour le maintenir ouvert et uniformiser la traction.

**Longueur** : deux fois la largeur du bassin.

**Maille** : elle détermine le poids des animaux récoltés (tableau 3.23).

**Flotteurs** : les placer tous les 20-25 cm (4 à 5 flotteurs au mètre).

**Plombage** : 150 à 200 grammes au mètre. Les tresses multifilaments synthétiques, ou "glènes", associées à la ralingue de plombs sont particulièrement utiles dans le cas de bassins à fonds très boueux sur lesquels elles glissent sans s'enfoncer. Ce dispositif n'est pas recommandé pour les bassins non boueux.

**Tableau 3.23:** Tailles et poids récoltés en fonction de la maille du filet de pêche.

Maille (mm)	Taille (mm)	Poids (g)
25	100	29
24	96	25
23	93	23
22	90	21
20	82	15
19	79	13
14	60	5,5
13	57	4,5
12	53	3,5

## 2. Techniques de pêche

### 2.1. Conseils généraux

La pêche statistique et la pêche commerciale concentrent un grand nombre d'animaux dans un filet. Cette manipulation du cheptel doit être faite avec précautions pour limiter les risques de stress et de mortalité, notamment pour les animaux en train de muer.

Les animaux sont particulièrement sensibles à la température et à l'oxygène dissous. Il faut donc pêcher de préférence tôt le matin et assurer un renouvellement d'eau dans le bassin. Le bas du filet remuant la boue de fond et les animaux étant ramenés vers la surface donc en eau plus chaude, il faut amener rapidement les animaux vers une arrivée d'eau pour les rincer et les oxygéner.

Pour ne pas confiner les animaux, deux solutions pratiques existent.

- Fractionner la poche du filet en plusieurs petites poches grâce à des piquets en T que l'on plante dans le fond du bassin (figure 3.79) ;
- Utiliser des cages flottantes en filet ou en maille plastique, cages faites de tubes de PVC soudés hermétiquement et équipées de flotteurs (figure 3.79). Ces cages flottantes peuvent être des paniers à linge munis de flotteurs (figure 3.80).

### 2.2. Pêche statistique

Elle prélève dans le bassin, une partie représentative de la population (voir *Suivi du Cheptel*). La technique est détaillée dans la figure 3.81. En Guadeloupe, certains éleveurs utilisent un épervier pour échantillonner la population. L'épervier est un filet circulaire de 3 à 4 m de diamètre que l'on lance depuis la berge. Il est muni d'un haubanage interne, fixé

## Filets et techniques de pêche



*Figure 3.79 : Piquets permettant de fractionner la poche du filet et cages flottantes en PVC.*



*Figure 3.80 : Paniers flottants utilisés à Porto Rico.*

tous les 50 cm au niveau de la tresse plombée et qui permet de fermer le filet au moment de sa sortie de l'eau. Avec cette technique, il suffit d'une personne pour échantillonner. Par contre, la faible surface couverte (8 à 10 m<sup>2</sup>) oblige à effectuer un grand nombre de lancers pour capturer la quantité d'animaux nécessaire à un échantillonnage représentatif.

### **23. Pêche au filet à maille sélective**

Il existe deux techniques principales.

- **Technique du point fixe** : c'est la même technique que pour l'échantillonnage mais elle se pratique à l'échelle du bassin.
- **Traction simultanée des extrémités du filet** : celles-ci sont tirées manuellement ou par des véhicules roulant sur les berges (figure 3.82).

### **24. Conseils pour améliorer l'efficacité de pêche**

Soigner l'installation du filet dans le bassin. Faire descendre le filet en bas de digue. S'assurer que le filet rase bien les berges pendant la pêche. Déloger avec la main les animaux cachés dans les cavités et irrégularités des berges. Si les digues sont creusées, baisser le niveau du bassin de 10 à 20 cm en enlevant la tête du trop-plein.

Faire attention à la rupture de pente digue/fond ; c'est l'endroit où la ralingue de plomb se soulève le plus facilement. Vérifier que le bas du filet ne s'enroule pas sur lui-même. Vérifier fréquemment avec le pied, la bonne position de la ralingue de fond pendant la pêche.

Pour la remontée de la poche, choisir un endroit adéquat du bassin : pente douce, pas de végétation, digue en bon état. Il vaut mieux choisir une zone profonde du bassin car la hauteur d'eau favorise le tri des animaux par le filet.

### **25. Pêche commerciale par vidange**

La récolte par vidange du bassin nécessite qu'il ait été conçu et construit pour cela (voir fiche *Choix du site et normes de construction*). Les conséquences d'un bassin inadapté sont graves : temps de main d'œuvre important, perte d'animaux dans les flaques résiduelles ou par la mise à sec trop lente ou trop rapide du bassin. Si la production prévue est importante, il est conseillé de prélever une partie de la population au filet quelques jours auparavant (pêches partielles). La chronologie d'une vidange est la suivante.

- Pendant la nuit, le niveau du bassin est baissé rapidement en remplaçant le trop plein normal par une pipe courte (40 à 60 cm en fonction de la pente du fond).

## Filets et techniques de pêche

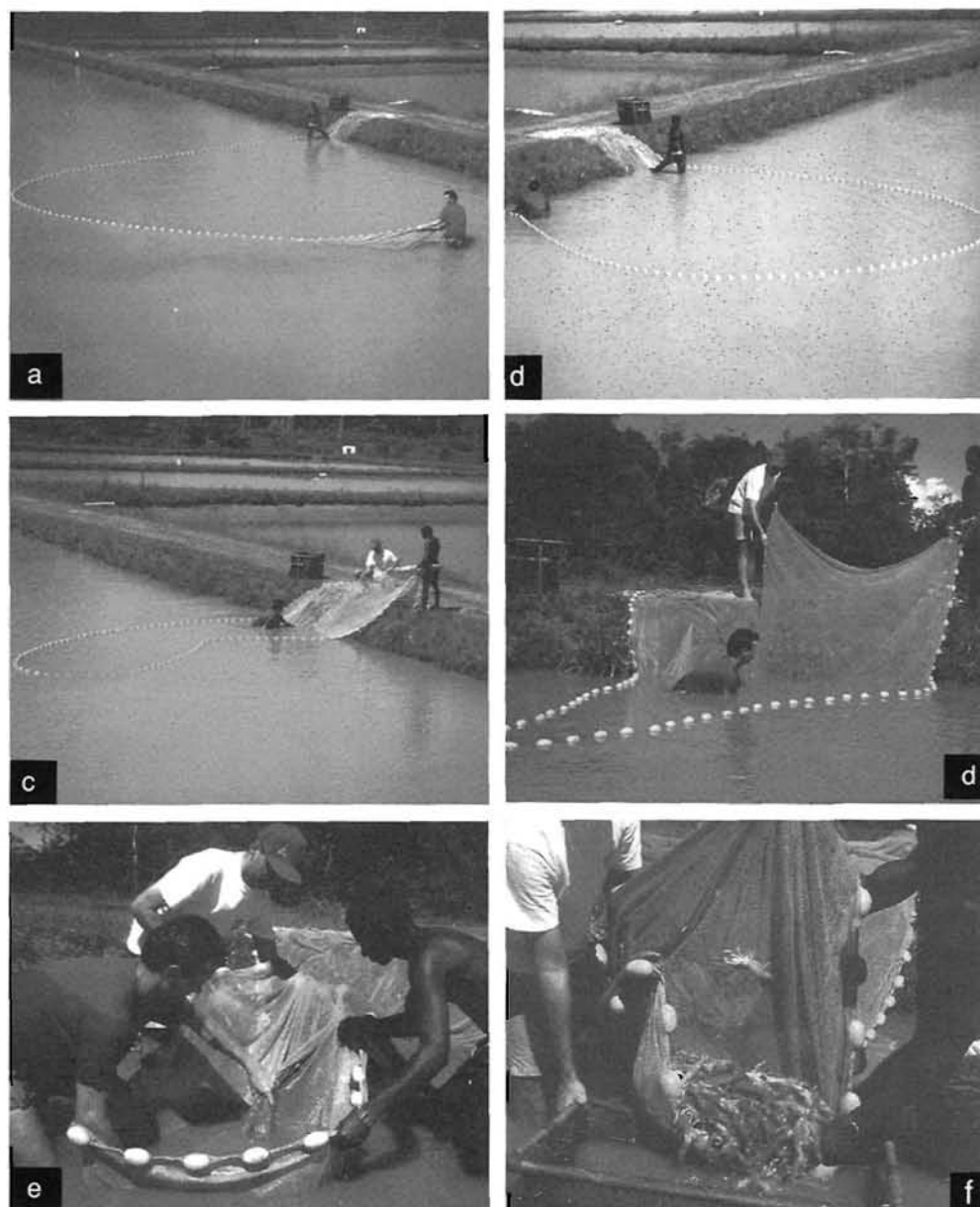
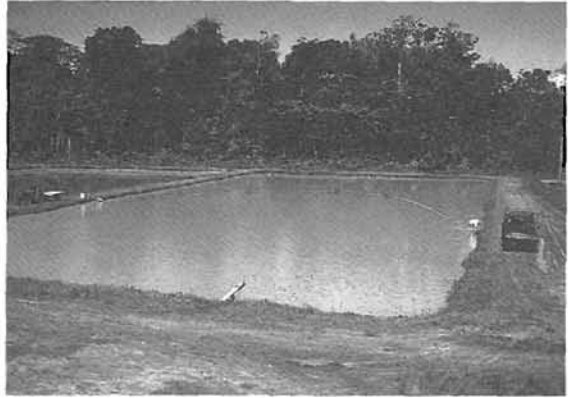


Figure 3.81 : Description d'une pêche statistique.



◀ **Figure 3.81** : Description d'une pêche statistique.

- a) une des extrémités du filet est maintenue sur la berge ; un technicien décrit un large demi-cercle avec l'autre extrémité.
- b) le demi-cercle terminé, le technicien rejoint le point fixe en longeant la berge avec l'extrémité libre du filet.
- c) l'extrémité libre est remontée avec précautions.
- d) dans l'eau, le technicien rapproche les lignes de plomb et veille à ce qu'elles restent bien plaquées sur le fond du bassin.
- e) la poche est réduite pour regrouper les animaux.
- f) les animaux sont transférés dans une cage flottante pour les diverses mesures.



a



b

**Figure 3.82** : Description ▶ d'une pêche commerciale.

- a) les extrémités du filet sont tirées lentement par deux véhicules roulant sur les berges.
- b) les deux extrémités sont rapprochées pour former la poche.
- c) la poche est réduite avec précaution en remontant peu à peu le filet sur la berge. Dans l'eau, un technicien guide la ligne de plomb pour éviter que des animaux s'échappent.



c

## **Filets et techniques de pêche**

- Le matin très tôt, si possible en fin de nuit, la pêcherie est installée (poche de filet montée à la sortie de l'évacuation) et la récolte peut commencer (figure 3.83).
- Les porte-filtres puis les pipes de trop-plein sont retirés. La vitesse de vidange sera régulée en retirant une ou deux pipes selon le déroulement de l'opération. Si la vitesse est trop lente, les animaux ne sont pas suffisamment attirés et se retrouvent à sec. Si elle est trop rapide, les animaux se retrouvent concentrés dans très peu d'eau où ils s'affolent et s'épuisent en s'agitant.
- Il est recommandé d'installer une arrivée d'eau fraîche à proximité de l'évacuation pour attirer les animaux : tuyau branché sur la canalisation principale ou motopompe puisant de l'eau au fond d'un bassin voisin. Cela permet de plus, d'alterner baisse et remontée du niveau en fin de vidange quand beaucoup d'animaux se présentent.



**Figure 3.83 :** Pêcherie en filet installée à l'évacuation du bassin.

### **Remarques**

Pendant tout le déroulement de la vidange,

**ne jamais ouvrir l'arrivée d'eau principale** car les animaux auraient tendance à remonter vers celle-ci.

Ne pas marcher dans l'eau pendant la vidange car les traces de pas dans la boue deviennent des flaques où les animaux restent emprisonnés.

Les animaux ont tendance à sortir tous en même temps en fin de vidange quand le niveau est très bas. Il faut donc transférer la production au fur et à mesure de sa sortie du bassin dans des paniers immergés en maille plastique rigide. On peut utiliser des râtaux à feuilles à la fin de la vidange pour pousser les animaux restants vers la sortie.

### **2.6. Transfert d'animaux d'un bassin à l'autre**

Cette opération intervient lorsque l'on veut transférer des animaux d'une phase à l'autre dans les systèmes d'élevage multiphasés. Elle peut être aussi utilisée quand un bassin est trop chargé (surdensité) et que l'on veut alléger sa biomasse.

La récolte des animaux à transférer se fait soit au filet à maille sélective, soit par vidange, plus rarement avec un filet d'échantillonnage. Les techniques de récolte sont identiques à celles décrites ci-dessus. Néanmoins, il faut y accorder un soin tout particulier pour ne pas stresser les animaux, car ils doivent poursuivre leur croissance dans un autre bassin. Les conseils généraux donnés en tête de chapitre doivent donc être suivis avec précaution.

Lors du transfert du cheptel d'un bassin à l'autre, les animaux peuvent être transportés dans des récipients en plastique, type poubelle remplies d'eau et munies de couvercle. Les grosses exploitations utilisent des bacs montés sur tracteur ou même des citernes adaptées. Si la distance à parcourir est faible (moins de 2 minutes de trajet), le transfert peut se faire "à sec" dans des paniers ou des poches en filet plastique à condition de ne pas entasser trop d'animaux. Cette technique, utilisée sur la station de Kourou, a toujours donné des survies comprises entre 99 et 100 %.

Pour connaître le nombre d'animaux transférés, on peut compter les animaux un par un, ce qui est fastidieux et préjudiciable à la survie des animaux transférés. Il est plus pratique de peser la totalité de la biomasse transférée et, grâce à leur poids moyen, d'en calculer le nombre. Pour obtenir un poids moyen fiable, il est conseillé de prélever plusieurs échantillons en début, milieu et fin de transfert. En effet, le poids moyen des animaux n'est pas constant dans le temps au cours de ce type d'opération, surtout dans le cas d'une récolte par vidange.

### **3. Stockage des filets**

---

Le stockage peut se faire en tas humide ce qui empêche le dessèchement des fibres. Le local de stockage doit cependant être isolé de tous rongeurs qui pourraient y nicher. On peut prévenir l'installation des rongeurs en suspendant le filet à une poulie.

Les filets peuvent aussi stockés à l'extérieur, tendus sur des piquets plantés en terre. L'entretien et les réparations sont facilités mais le filet est directement exposé aux agents atmosphériques.

# Traitement du produit

- 1. La chair de la chevette**
  - 1.1. Composition
  - 1.2. Altération
    - *Altération enzymatique*
    - *Altération bactérienne*
  - 1.3. Comment empêcher l'altération ?
- 2. Etapes du traitement**
  - *Pêche soignée*
  - *Mort immédiate en bain glacé*
  - *Conditionnement immédiat*
- 3. Le produit frais**
  - 3.1. Conditionnement en frais
  - 3.2. Conservation du produit frais
- 4. Le produit congelé**
  - 4.1. Techniques de congélation
    - *Congélation par air*
    - *Congélation en saumure*
  - 4.2. Conservation du produit congelé

Selon le marché, la chevette peut se vendre fraîche ou congelée. Dans les deux cas, le traitement et la conservation par le froid doivent respecter des normes bien précises pour garder à la chevette les qualités sanitaires et gustatives qu'elle possède en sortant du bassin.

## 1. La chair de la chevette

---

### 1.1. Composition

Les protéines sont les "matériaux de construction" tandis que les lipides, ou matières grasses, constituent les réserves des animaux. Les lipides sont en faible quantité chez les crustacés mais contiennent une forte proportion d'acides gras polyinsaturés qui rancissent rapidement à température ambiante. La chair de la chevette plus riche en matières grasses que la plupart des crustacés (3,2 % contre moins de 2 %) demande un soin particulier pour le traitement et la conservation.

### 1.2. Altération

Elle est due à l'action conjuguée des enzymes et des bactéries.

## Traitement du produit

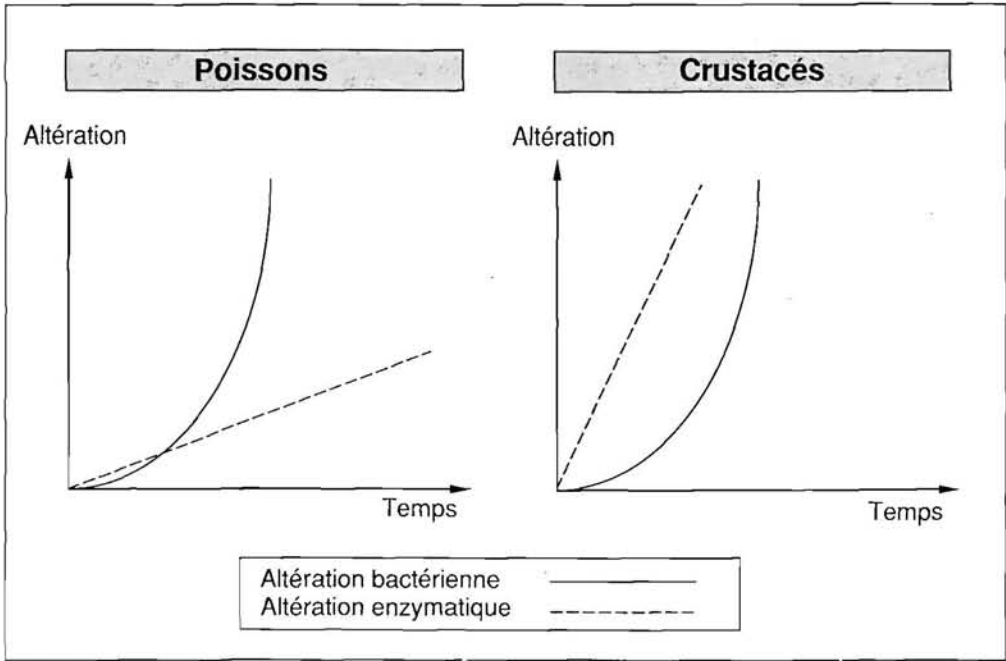


Figure 3.84 : Evolution comparée des deux types d'altération en fonction du temps, chez les poissons et les crustacés .

TEMP. (°C)	DEVELOPPEMENT BACTERIEN	ACTIVITE ENZYMATIQUE
+ 30	fort développement	forte activité
+ 20	début de ralentissement	activité ralentie
+ 10	fort ralentissement	activité très ralentie
+ 5		
0		
- 4	très faible développement	
- 10		
- 20	arrêt du développement	activité très ralentie
- 30		

Figure 3.85 : Influence de la température sur le développement bactérien et l'activité enzymatique.

- **Altération enzymatique**

A la mort d'un animal, les tissus se décomposent sous l'action de substances chimiques qu'ils contiennent en eux-mêmes, les enzymes. A ce phénomène spontané chez toutes les espèces animales, se greffe chez la chevette, l'action rapide des enzymes libérées par la glande digestive (hépatopancréas). Celles-ci dégradent d'abord la partie antérieure de la queue qui est directement en contact avec la tête où sont situés les organes internes. L'altération se propage ensuite dans le temps vers l'extrémité de la queue. Cette altération se traduit par une chair peu ferme, voire cotonneuse, après cuisson.

Par contre, le noircissement de la carapace d'origine enzymatique, observé chez la crevette de mer et la langoustine même conservées sous glace, n'apparaît que tardivement chez la chevette. Le traitement au métabisulfite de sodium qui combat cette altération est donc inutile pour la chevette.

- **Altération bactérienne**

A la mort de l'animal, les cellules du corps deviennent perméables aux bactéries qui y pénètrent librement et s'y multiplient. On distingue deux formes.

- **la charge bactérienne naturelle** qui existe chez tout organisme vivant. Les bactéries sont particulièrement nombreuses dans le système digestif, aussi les crustacés sont souvent étêtés et rincés avant commercialisation pour diminuer cette charge. Or, pour des raisons commerciales, la chevette est le plus souvent vendue entière. Il faut donc la traiter d'autant plus vite après la pêche.
- **la contamination bactérienne** qui s'ajoute à la charge naturelle. Elle est amenée par le milieu, surtout en eau douce, et par les opérations de traitement.

Ces altérations sont plus ou moins rapides selon les espèces aquatiques considérées. Chez les crustacés, c'est l'altération enzymatique qui est la plus rapide et qu'il faut enrayer au plus vite (figure 3.84).

### 1.3. Comment empêcher l'altération ?

Un **traitement rapide par le froid**, est le seul moyen de lutter contre l'altération. En zone tropicale, l'altération commence immédiatement à la mort de l'animal. A une température de 25-30°C, la population bactérienne atteint en quelques heures le million par gramme. Par contre, en dessous de 0° C, le développement bactérien et l'altération enzymatique sont fortement ralentis (figure 3.85). Il faut donc mettre très rapidement en place la chaîne du froid.

## 2. Etapes du traitement

---

- ***Pêche soignée***

Lors de la pêche, il faut éviter tout choc mécanique qui pourrait provoquer l'éclatement des organes internes et donc accélérer l'altération des chevrettes :

- Ne pas entasser les animaux dans le filet.
- Ne pas les laisser s'asphyxier hors de l'eau.
- Les rincer abondamment sous l'arrivée d'eau.
- Ne pas poser les animaux sur les berges souvent boueuses qui sont source de contamination. Une étude menée à la station expérimentale de Kourou a démontré que le fait de laisser des chevrettes 15 minutes sur la berge après la pêche multipliait par 100 la charge bactérienne.

- ***Mort immédiate en bain glacé***

Le bain glacé est la méthode la plus efficace et la plus rapide pour tuer et refroidir individuellement les animaux. Il ne faut jamais placer les chevrettes vivantes, directement sous glace ou en chambre froide car la descente de la température interne est alors lente et un début d'altération de la chair peut se produire.

**Protocole du bain d'eau glacée** : on mélange dans un bac, une part d'eau propre à une part et demi de glace. Les chevrettes y sont plongées 30 minutes, durée nécessaire pour un refroidissement à cœur. Durant tout ce temps, il faut s'assurer qu'il y a toujours de la glace non fondue dans le bac, ce qui garantit une température proche de 0°C.

Par exemple, pour 50 kg de chevrettes, il faut 50 litres d'eau et 80 kg de glace pour un bac ouvert et non isolé. L'utilisation d'un récipient isotherme permet d'économiser la glace.

Si le bain d'eau glacée se trouve dans le local de conditionnement, il est nécessaire de transporter les animaux vivants depuis le bassin, dans une cuve remplie d'eau posée sur une remorque. On peut également commencer le traitement par le froid dans le bassin même, dans de grands récipients en plastique (type poubelle), remplis d'eau et de glace.

- ***Conditionnement immédiat en frais ou en congelé***

Les quantités de chevrettes à vendre en frais ou en congelé doivent être soigneusement planifiées. Il est exclu de congeler une production invendue après quelques jours passés sous glace. La congélation se fait sur des chevrettes ultra-fraîches, dès leur sortie du bain glacé.

L'idéal est d'avoir une unité de conditionnement sur la ferme, où est regroupé tout le matériel nécessaire à un traitement rapide (bain glacé,



pesée, emballage, congélation, etc.). Quand la ferme n'en n'est pas équipée, la production doit être acheminée sous glace le plus vite possible vers l'unité de traitement.

Il est indispensable de désinfecter soigneusement tout le matériel après usage (bacs, tables de tri, glacières, etc.) avec une solution d'eau de javel diluée. L'utilisation de tables ou de caisses en bois est à proscrire car les interstices du bois sont des refuges pour les bactéries. N'utiliser que des matériaux en plastique ou en métal (zinc, inox).

La figure 3.86 récapitule le protocole de traitement du produit après pêche. Si ce protocole est strictement respecté, on obtient alors un produit d'excellente qualité qui peut :

- être conservé sous glace et vendu en **frais** sous 3 à 4 jours ;
- être **congelé** et être vendu dans les 6 à 8 mois.

### 3. Le produit frais

---

#### 3.1. Conditionnement en frais

Les chevrettes sont sorties du bain glacé, égouttées et placées immédiatement dans des bacs isothermes en couches peu épaisses (5 à 8 cm) que l'on alterne avec des couches de glace. La glace en écailles est la plus adaptée car elle se mélange intimement avec le produit.

La première et la dernière couche doivent être des couches de glace. La première épaisseur de chevrettes doit être surélevée du fond de la glacière pour ne pas baigner dans l'eau de fonte.

On peut utiliser des glacières du commerce mais les bacs isothermes professionnels sont préférables (figure 3.87). Bien que plus chers à l'achat, ils sont plus solides et plus adaptés à l'usage intensif auquel ils seront soumis ; ils permettent également d'aller chercher la glace à l'usine et de la ramener à la ferme sans perte. Grâce aux clayettes où l'on dispose les chevrettes, la manutention des animaux est plus rapide et plus pratique. Un bac de 50 litres (60 x 40 x 45 cm), équipé de trois clayettes permet de conditionner 8 à 10 kilos et coûte environ 1000 F.

#### Cas particulier : le transport par avion

Quand la production doit être exportée en frais par avion vers des marchés éloignés, il est nécessaire d'utiliser un emballage isotherme à usage unique de type "boîte polystyrène". A la contrainte du maintien de la chaîne du froid se greffent alors les contraintes matérielles liées

## Traitement du produit

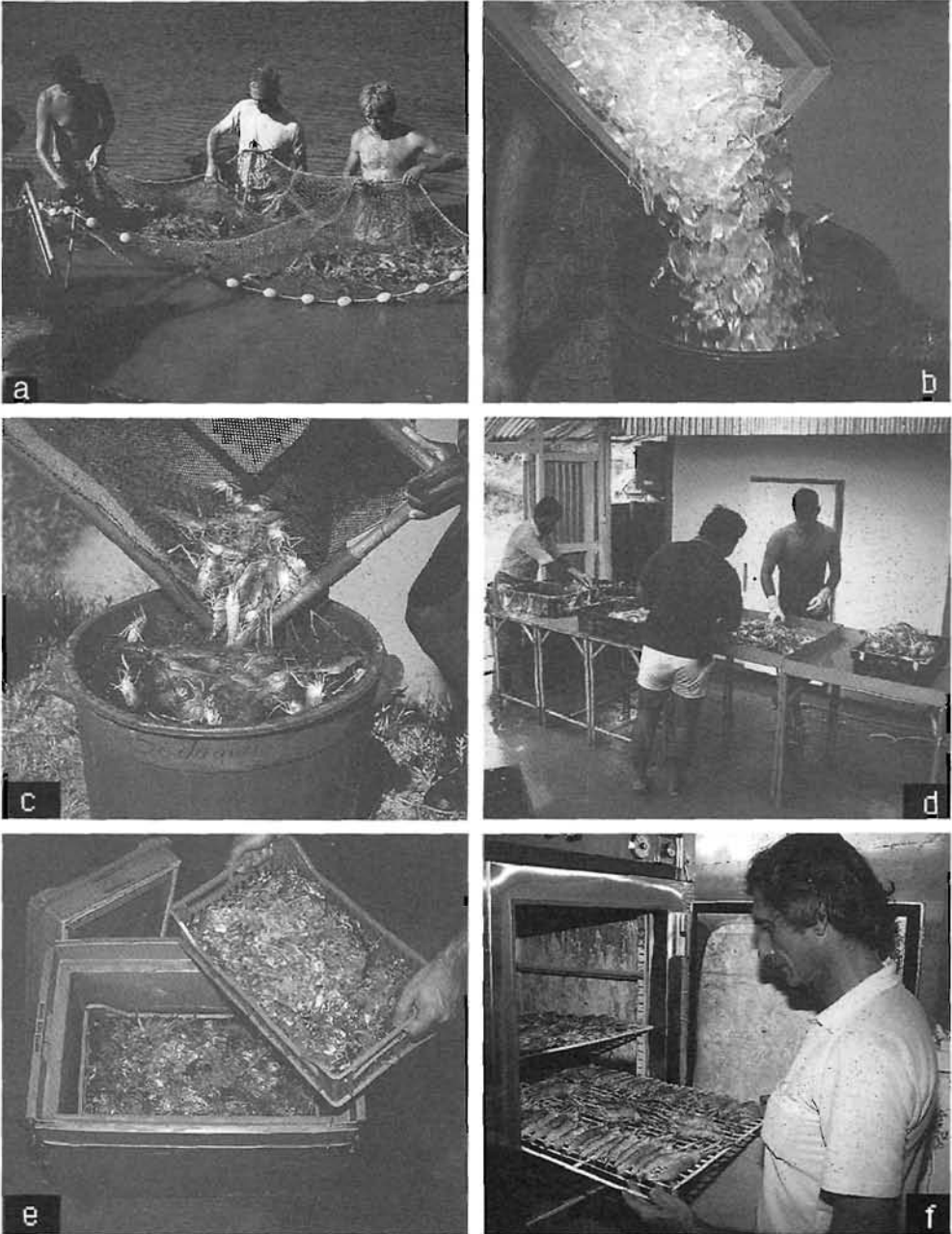


Figure 3.86 : Protocole de traitement du produit après la pêche.

à l'expédition par avion : solidité des colis, écoulement d'eau interdit, temps d'attente pour les formalités douanières, etc.. Citons deux exemples de conditionnement qui répondent à ces exigences : celui employé par le **GIE aquacole** de Guyane vers la métropole et celui utilisé par la ferme **Sabana Grande** de Porto Rico qui exporte ses chevrettes vers les grandes villes du continent américain.



*Figure 3.87 : Bac isotherme équipé de ses clayettes.*

- **GIE aquacole de Guyane** : les chevrettes sont tuées en eau glacée puis triées par classes de taille. Elles sont ensuite conditionnées dans des boîtes en polystyrène expansé. Chaque boîte contient 2,5 kg de chevrettes bien alignées, entourées de feuilles de plastique et recouvertes d'un sac plastique thermosoudé contenant 1,5 kg de glace (figure 3.88). Le couvercle de la boîte est fixé par du ruban adhésif pour assurer une parfaite étanchéité. La température de 0°C est ainsi conservée durant tout le voyage.

---

*Figure 3.86 : Protocole de traitement du produit après la pêche.*

- a) Tri grossier et répartition des animaux du filet vers les cages flottantes.
- b) Préparation du bain d'eau glacée : 1 volume d'eau pour 1,5 volume de glace.
- c) Les chevrettes sont tuées dans le bain glacé et y restent 30 à 40 minutes.
- d) Pesée et tri selon les classes commerciales.
- e) Mise en glacières pour acheminement vers le lieu de vente ou de congélation.
- f) Vente en frais ou congélation immédiate.

## Traitement du produit

- **Sabana Grande** : les chevrettes sont envoyées dans des sacs en plastique placés dans des grands cartons isothermes. Dans chaque sac, les animaux sont mélangés en vrac à des poches de gel congelé ou "gel packs". Ce gel se fabrique instantanément par mélange d'une poudre à base de colloïdes et d'eau. Les poches sont ensuite soudées puis congelées. La capacité frigorifique est la même que celle de la glace, mais le gel ne s'écoule pas si les poches sont percées par les rostrés ou les pinces, d'où leur utilisation pour les transports aériens. Le gel est agréé pour le contact alimentaire.



*Figure 3.88 : Boîte isotherme utilisée pour les envois en frais par le GIE de Guyane ; à droite rangement des crevettes ; à gauche avec la poche réfrigérante en place et le couvercle.*

### 32. Conservation du produit frais

La durée de conservation d'un produit se définit par l'évolution de ses qualités sanitaires et sensorielles dans le temps. Les qualités sanitaires sont mises en évidence par comptage des bactéries. Les qualités sensorielles sont caractérisées par des barèmes de cotation qui décrivent l'odeur, la fermeté de la chair et l'aspect de l'animal. La dégradation de la chair s'évalue chimiquement.

Les caractères chimiques varient peu les trois premiers jours. A partir du quatrième jour, la partie antérieure de la queue subit un début d'altération. Au septième jour, l'aspect extérieur de la chevrete devient médiocre. Au huitième jour, la flore bactérienne est 100 fois plus importante qu'au premier jour et les normes limites de vente sont atteintes.

La durée de conservation sous glace des chevrettes fraîches est donc de **3 à 4 jours**.

## 4. Le produit congelé

---

### 4.1. Techniques de congélation

L'animal doit atteindre la température la plus basse possible en un temps minimum. Une congélation rapide crée une multitude de petits cristaux intracellulaires. Une congélation lente, provoque par contre la formation de gros cristaux entre les cellules qui sont alors déchirées par action mécanique, d'où perte de structure des tissus.

- **Congélation par air**

**Armoires, chambres et tunnels de congélation** : ces appareils utilisent le principe de la circulation d'air à - 40°C pour accélérer la congélation. Dans le cas d'un tunnel, la production entre par un côté, et ressort congelée à l'autre extrémité. Dans le cas d'une armoire, la production est disposée sur des grilles et reste le temps nécessaire à sa congélation (figure 3.86.f). Ces appareils permettent la congélation individuelle des animaux ou en pré-emballé (animaux rangés dans la boîte ouverte).

**Congélateurs ménagers** : Ils sont fréquemment utilisés sur les petites fermes pour congeler de faibles productions. Leur température ne descend qu'autour de -18°C et la congélation y est lente. Il ne faut jamais entasser les sacs de chevrettes car cela ralentit la pénétration du froid. Les produits congelés par ce type de procédé sont cependant légalement interdits à la commercialisation.

- **Congélation en saumure**

C'est une très bonne technique de congélation car elle permet de congeler individuellement et très rapidement les animaux. L'échange thermique se fait directement par trempage. La saumure est un mélange d'eau et de sel qui permet de rester en phase liquide jusqu'à -21°C. La température habituelle de -18°C est maintenue par un système frigorifique et la saumure est brassée par un fort bullage. L'adjonction de sirop de maïs empêche les animaux de se coller entre eux et leur donne un aspect brillant. Les proportions utilisées par une ferme industrielle guyanaise (figure 3.89) sont les suivantes :

- 1000 litres d'eau
- 300 kg de sel
- 30 kg de sirop de maïs

Tous les 500 kg de chevrettes traitées, il faut ajouter 50 kg de sel et 2 litres de sirop de maïs.

## Traitement du produit



*Figure 3.89 : Dispositif de congélation en saumure (SAOR, Guyane).*

### 42. Conservation du produit congelé

Une fois le produit congelé, il faut le conserver à  $-18^{\circ}\text{C}$  en chambre froide ou en congélateur ménager. Il doit être néanmoins protégé car la circulation d'air dans les chambres froides peut provoquer une déshydratation et un rancissement du produit.

Pour lutter contre ces phénomènes, la technique du glaçage (glazing) est fréquemment utilisée. A la sortie de la chambre ou du tunnel de congélation, les animaux sont aspergés ou trempés un instant dans de l'eau glacée, puis remis à congeler quelques minutes. Il se forme alors une fine couche de glace sur toute la surface du produit qui va le protéger en limitant les échanges gazeux.

Le conditionnement doit être aussi hermétique que possible. Le système de sacs en plastique thermosoudés est très utilisé car rapide et peu coûteux.

Des tests réalisés sur des chevrettes congelées, font ressortir qu'une diminution des qualités sensorielles du produit n'est perceptible qu'après plus de 6 mois de conservation, mais les qualités chimiques et bactériologiques ne sont pas affectées.

## ***Traitement du produit***

La durée usuelle de conservation de la chevrette congelée est donc de **6 à 8 mois**. Les informations qui doivent figurer réglementairement sur l'étiquetage du produit, sont les suivantes :

- Nom et origine du produit
- Poids net
- Date de congélation
- Mode de conservation
- Date limite de consommation
- Nom du producteur





## Quatrième Partie

# Biologie de la chevette

---

Les bases biologiques de l'élevage sont destinées à faire mieux connaître la chevette aux personnes qui ont choisi de la produire. Ces bases comprennent :

- une fiche signalétique de l'espèce qui rappelle sa classification par rapport aux principales autres crevettes, ses origines naturelles, son cycle biologique, ainsi que son anatomie ;
- des données sur les principales fonctions vitales et les fourchettes de tolérance pour les principaux paramètres physico-chimiques du milieu d'élevage ;
- des données sur son alimentation, ses besoins nutritionnels et sur l'élaboration des aliments composés ;
- un bilan des connaissances actuelles sur ce qui constitue l'originalité de cette espèce : la structure de la population en élevage.

Ces notions sont développées dans quatre fiches.

<input type="checkbox"/> <b>Fiche signalétique</b> .....	309
<input type="checkbox"/> <b>Physiologie</b> .....	314
<input type="checkbox"/> <b>Alimentation et nutrition</b> .....	326
<input type="checkbox"/> <b>Structure de la population</b> .....	334

---

## Fiche signalétique

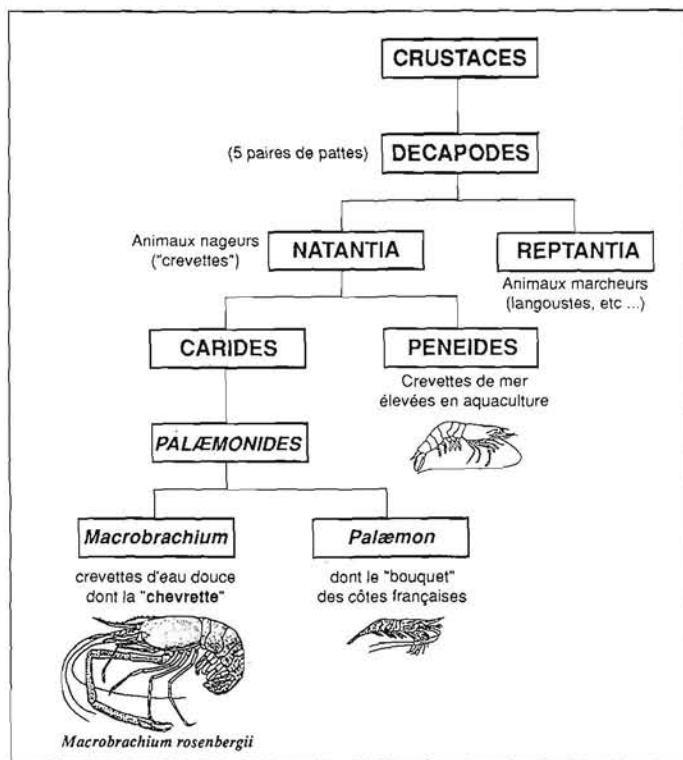


Figure 4.1 : Position systématique de la chevette.

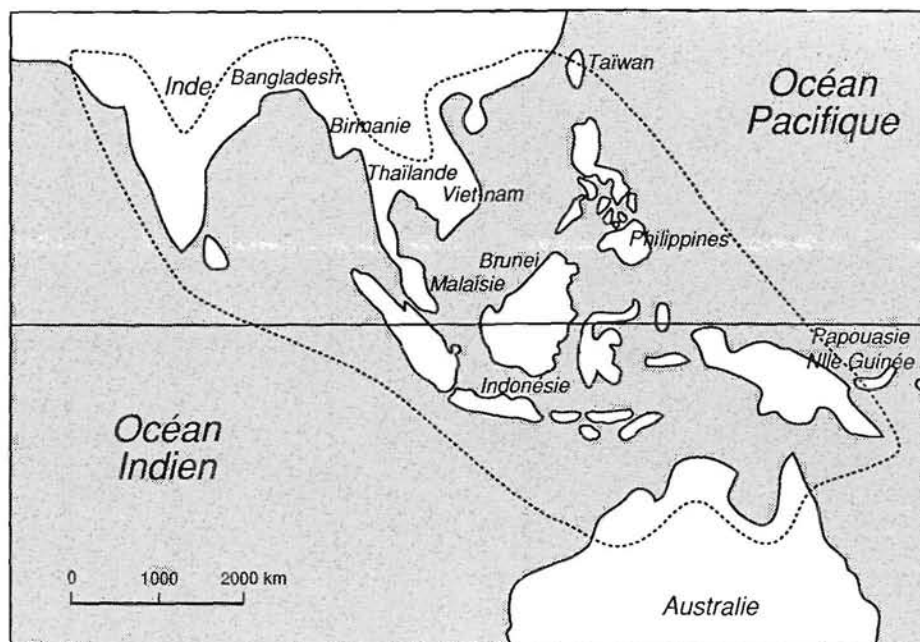


Figure 4.2 : Distribution naturelle de la chevette.

# Fiche signalétique

1. Classification
2. Distribution naturelle
3. Cycle biologique
4. Anatomie de la chevrette

## 1. Classification

---

La chevrette est un crustacé décapode ; elle appartient au genre de crevettes tropicales d'eau douce *Macrobrachium* et à l'espèce *rosenbergii*, décrite en 1879 par le biologiste De Man.

Le nom français officiel donné par la FAO est "bouquet géant", ce qui est assez logique puisque la chevrette et la crevette rose des côtes françaises ("bouquet"), appartiennent à la même famille, celle des *Palæmonidés* (figure 4.1).

Tout au long de cet ouvrage, le terme "chevrette" est utilisé, nom originaire de Tahiti où commença l'élevage de cette espèce dans les DOM-TOM. Le tableau 1 présente les noms sous lesquels la chevrette est connue en France et à l'étranger.

## 2. Distribution naturelle

---

La zone de distribution naturelle s'étend au nord, du Pakistan à la Chine, et au sud, de la péninsule indonésienne à la Nouvelle Guinée en passant par le nord de l'Australie (figure 4.2).

## Fiche signalétique

<b>Noms officiels de la FAO</b>	
Nom français	Bouquet géant
Nom anglais	Giant river prawn
Noms espagnols	Camarón gigante, Langostino de río

**Tableau 4.1** : Divers noms de la chevrette.

<b>Noms communs et commerciaux</b>	
AFRIQUE	Camaron (Cameroun), Missala (Gabon)
BANGLADESH	Golda chingri, Bharo chingri, Mota chingri, Shala chingri, Scampi (pour exportation !)
BRESIL	Camarao do malasia, Pitu
FRANCE	
Métropole	Crevette bleue des Caraïbes
Tahiti, Guyane	Chevrette, cribiche
Martinique	Ecrevisse, z'habitants
Guadeloupe	Ouassous
Réunion	Camaron
INDE	Golda chingri, Mocha chingri
INDONESIE	Udang satang, Udang duri
JAPON	Onitenagaebi
MAURICE	Camaron
MALAISIE	Udang galah
MEXIQUE	Langostino
PORTO RICO	Langostino
THAÏLANDE	Koong yai, Koong luang, Koong karm kram
PAYS ANGLOPHONES	Freshwater prawn, Freshwater shrimp, Giant prawn, Malaysian prawn, Hawaiian prawn

### 3. Cycle biologique

Dans la nature, la chevrette vit dans les estuaires et zones inférieures des rivières soumises à l'influence de la marée mais aussi dans les canaux d'irrigation, lacs, retenues d'eau et rizières ayant un accès direct ou indirect à un cours d'eau. On la trouve même jusqu'à 200 km à l'intérieur des terres. Les adultes sont omnivores et vivent sur le fond des cours d'eau qu'ils préfèrent boueux et sombres.

Les animaux sont aptes à se reproduire à partir du cinquième mois environ. L'accouplement se fait en eau douce entre un mâle dominant et une femelle venant de subir une mue prénuptiale (voir *Reproduction*). La ponte a lieu quelques heures après l'accouplement. La femelle incube les œufs sous son abdomen durant une vingtaine de jours. Durant cette période, elle se rapproche de l'estuaire car à l'éclosion, le développement larvaire ne peut s'effectuer qu'en eau saumâtre (12 à 18 ‰). Les œufs, de couleur orange à la ponte, s'assombrissent progressivement, devenant bruns, puis gris juste avant l'éclosion (voir *cahier central en couleurs*).

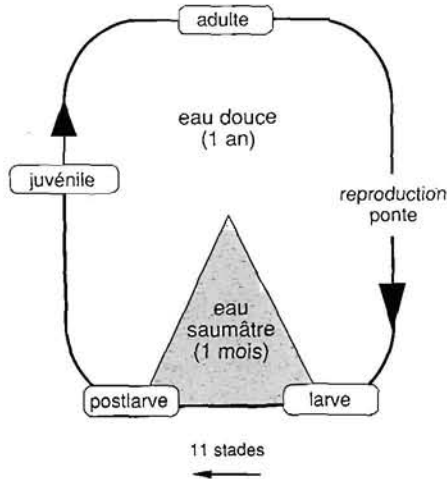
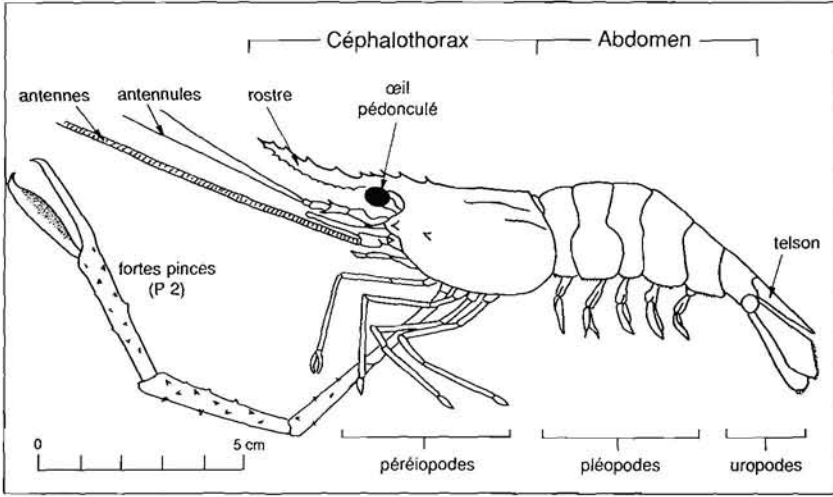


Figure 4.3 : Cycle biologique de la chevrette.

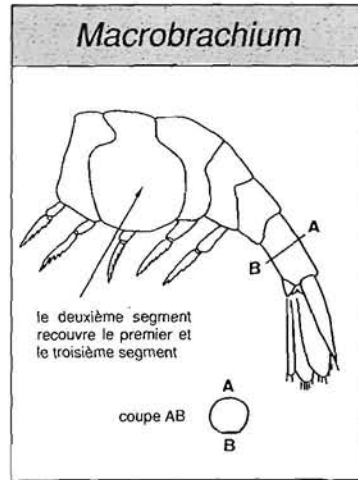
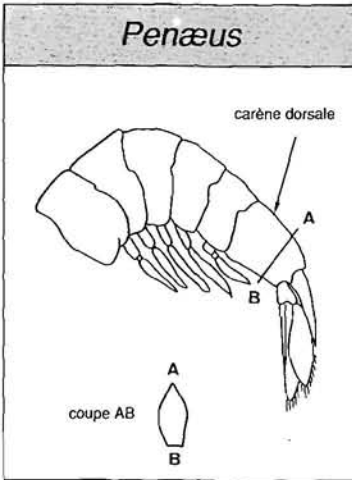
La **larve** mesure 1 à 2 mm de long à l'éclosion. Elle nage en pleine eau en se déplaçant à l'envers, la face ventrale vers la surface et le telson en avant. Après deux à trois jours passés sur ses réserves corporelles, elle se nourrit du plancton très abondant dans les zones estuariennes. La larve subit dix mues successives avant de se métamorphoser en **postlarve**. La postlarve, qui ressemble tout à fait à un adulte en miniature, mesure 8 à 10 mm de long. Elle vit sur le fond et son régime alimentaire est omnivore.

Les jeunes chevrettes ou **juvéniles**, remontent alors activement les fleuves pour se diriger vers l'eau douce où elles grandiront et passeront leur vie adulte (figure 4.3).

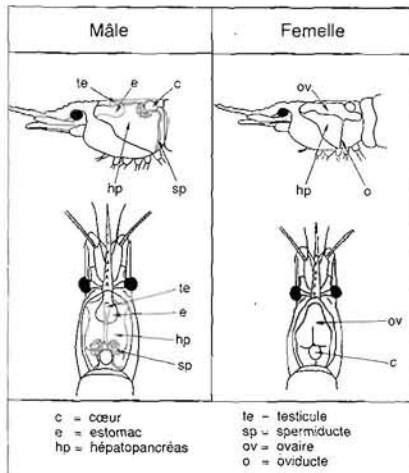
**Fiche signalétique**



4.4



4.5



4.6

## 4. Anatomie de la chevrette

---

Le mâle est généralement plus gros que la femelle. On trouve dans la nature, des mâles de plus de 30 cm et des femelles de 25 cm de long (le record est un mâle de 600 g). La couleur générale de ces animaux est brun clair avec les pinces et l'abdomen pigmentés en bleu. La figure 4.4 présente un mâle adulte.

**L'abdomen** est comprimé latéralement et formé de 6 segments dont les appendices, les pléopodes, assurent la nage en pleine eau. Chez la femelle, les parois latérales des segments abdominaux forment ventralement une chambre où sont incubés les œufs. Le battement permanent des pléopodes permet d'oxygéner les œufs. Le sixième segment porte deux nageoires biramées, les uropodes, appendices aplatis disposés en éventail qui permettent les mouvements vifs de recul et de fuite. Le telson, pointu et sans appendices, termine l'abdomen.

Les parois latérales du deuxième segment abdominal qui recouvrent en partie le premier et le troisième segment, sont caractéristiques du sous-ordre des Caridés auquel appartient la chevrette. La section ronde du dernier segment est un autre critère permettant de différencier une chevrette d'une crevette de mer pénéide (figure 4.5).

**Le céphalothorax** : il représente à lui seul 55 à 60 % du poids de l'animal. Il porte de longues antennes en fouet au rôle sensitif, des yeux pédonculés, les pièces buccales et 5 paires de pattes, les péréiopodes. Un rostre pointu et dentelé prolonge le céphalothorax vers l'avant. La première paire de pattes porte de petites pinces qui servent, avec les pièces buccales, à la prise de nourriture. La deuxième paire, très développée surtout chez le mâle, porte de fortes pinces colorées de taille identique. Les trois autres paires ne portent pas de pinces.

Les organes internes sont situés essentiellement dans le céphalothorax (figure 4.6).

---

**Figure 4.4** : Mâle adulte de profil.

**Figure 4.5** : Différences morphologiques entre un abdomen de chevrette et celui d'une pénéide.

**Figure 4.6** : Organes internes d'un mâle et de d'une femelle de *Macrobrachium*.

# Physiologie

## 1. Respiration

- 1.1. Principes de la respiration
- 1.2. Importance de l'oxygène

## 2. Croissance

- 2.1. Cycle de mue
- 2.2. Contrôle hormonal du cycle de mue
- 2.3. Comment se passe la mue ?
- 2.4. Importance de la minéralisation

## 3. Reproduction

## 4. Osmorégulation

- 4.1. Phénomène d'osmorégulation
- 4.2. Particularités osmotiques de la chevrette

## 5. Limites physiologiques

## 1. Respiration

---

### 1.1. Principes de la respiration

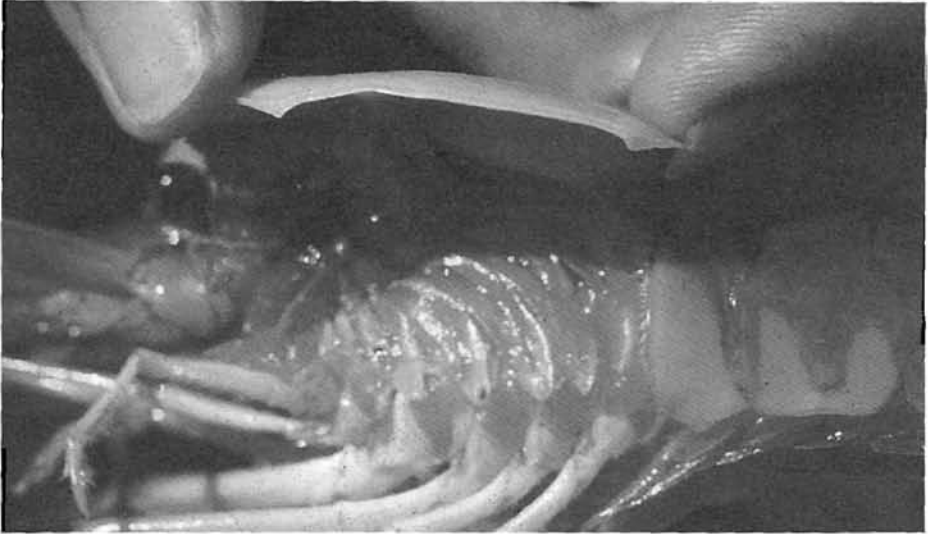
La respiration est un phénomène vital par lequel un animal peut utiliser l'oxygène comme source d'énergie pour ses besoins métaboliques. Les crustacés respirent l'oxygène dissous dans l'eau. Le principal organe respiratoire est constitué par les branchies, constituées de fines lamelles organisées autour d'un axe central contenant les vaisseaux sanguins afférents et efférents (figure 4.7). Il existe également une respiration tégumentaire, difficilement quantifiable chez les adultes mais qui existe chez les larves avant que les branchies ne soient formées.

Une fois passé la barrière branchiale, l'oxygène est transporté dans les différents tissus par le sang (ou hémolymphe), par des protéines dissoutes dans le plasma sanguin.

L'échange gazeux au niveau de la branchie s'effectue par diffusion. Celle-ci n'est pas suffisante pour les besoins respiratoires d'un animal qui évolue dans un milieu, l'eau, dont le coefficient de diffusion est environ un million de fois plus faible que celui de l'air ; d'où la nécessité d'une "ventilation" forcée : les battements rythmiques de certaines pièces buccales induisent un mouvement d'eau permanent vers les branchies



et l'oxygénation de celles-ci. Cette ventilation qui dépend de la demande en énergie de l'animal, est affectée par des facteurs comme la pression partielle des gaz, le pH ou la température.



*Figure 4.7 : Branchies de la chevrette.*

Tous les facteurs extérieurs ou intérieurs influençant les besoins métaboliques agissent sur l'intensité de la respiration. Les principaux facteurs sont les suivants.

- **La température** : comme chez tous les animaux à sang froid, le métabolisme est en relation directe avec la température.
- **La pression osmotique** : chez l'écrevisse, par exemple, animal ressemblant par bien des points à la chevrette, la consommation d'oxygène baisse de 30 % par rapport à sa consommation en eau douce quand l'animal est placé en eau de mer diluée à la même concentration que son milieu intérieur.
- **Les pressions partielles de l'oxygène et du gaz carbonique** : la chevrette réagit à la baisse du taux d'oxygène dans le milieu par une baisse régulière de sa consommation, en liaison directe avec la concentration extérieure.
- **Le stade de mue** (voir paragraphe 2.3).
- **La taille de l'animal** : la consommation augmente avec la taille.
- **L'activité de l'animal** : la consommation d'oxygène d'un animal actif est quatre fois celle d'un animal au repos.
- D'une manière générale, **tous les stress**, qui augmentent la consommation d'oxygène.

# Physiologie

## 1.2. Importance de l'oxygène

En pratique, le taux d'oxygène dissous est un des trois principaux paramètres de tout élevage (avec la température et le pH). Il détermine l'énergie que l'animal peut dépenser pour son osmorégulation, pour la constitution de ses réserves, pour sa croissance, etc. L'éleveur doit donc toujours porter une attention particulière à ce paramètre. Cela passe par une bonne gestion des bassins, notamment par un contrôle des déchets organiques et du phytoplancton qui concurrencent l'animal dans l'utilisation de l'oxygène.

Dans le cas de bassins à forte demande en oxygène, la mise en service d'aérateurs mécaniques peut être nécessaire au moins pendant une partie de la nuit (voir *Aération*).

L'animal gère son potentiel énergétique en fonction de la disponibilité d'oxygène. Des taux constamment moyens n'ont pas d'effets visibles mais une action insidieuse sur la croissance et la survie. Des expériences menées sur la crevette marine *Penaeus vannamei* ont montré un ralentissement de croissance dès que les conditions nocturnes d'oxygénation tombaient à 1,5 ppm, qui est loin de la valeur létale (de l'ordre de 0,5 ppm). Chez *Penaeus* comme chez *Macrobrachium*, on considère que le taux de 3 ppm à 28° C est la valeur en-dessous de laquelle l'oxygène présent dans le milieu peut affecter la croissance et la survie.

## 2. Croissance

---

### 2.1. Cycle de mue

Au cours de leur croissance, tous les crustacés doivent régulièrement se dépouiller du squelette externe rigide, ou carapace, qui les protège des attaques extérieures mais qui les empêche d'avoir une croissance continue. A la mue, la carapace rigide est éliminée tandis qu'une nouvelle carapace fine et élastique, la cuticule, est mise en place et va permettre l'expansion du corps de l'animal par une entrée massive d'eau.

La mue n'est pas un phénomène temporaire, affectant le crustacé de temps à autre, mais un processus qui englobe la vie entière de l'animal : l'élimination de l'ancienne carapace, ou **exuviation**, est l'action spectaculaire par laquelle l'animal conclut un ensemble de préparatifs biologiques qui ont commencé à la mue précédente. Cependant dans la suite du texte, par souci de simplification, on appellera "mue" cette phase ultime dans laquelle la chevrette élimine son ancienne carapace ou "exuvie" (figure 4.8). La mue n'est rendue possible que par trois phases fondamentales :

- la constitution, au niveau de l'hépatopancréas, de réserves énergétiques et minérales, qui seront mobilisées à l'exuviation,

- la dissolution progressive de l'ancienne carapace et la récupération de certains de ses éléments, de manière à la libérer des tissus sous-jacents et la rendre suffisamment fine pour être éliminée,
- la croissance d'une nouvelle carapace, rendue possible par les deux points précédents.



*Figure 4.8 : Exuvie de chevrette*

Le cycle de mue est l'ensemble des modifications internes réalisées pendant la phase séparant deux mues successives. La longueur de l'inter-mue dépend de l'âge de l'animal, de son environnement (température, composition du milieu) et de son stade de maturité : sa durée varie de 9 à 22 jours à 28 °C pour des animaux respectivement de 2 à 35 g. Au-delà, la durée d'inter-mue peut aller jusqu'à 40 jours. Cette période riche en modifications internes chez l'animal a été divisée en 5 stades principaux, dont le tableau 4.2 donne les caractéristiques essentielles ainsi que la durée approximative par rapport au cycle complet.

On constate que la phase d'accumulation des réserves (stades C essentiellement et D) représente plus de 70 % de la durée du cycle : cette période d'intermue, qui extérieurement semble être la phase normale de la vie de la chevrette, est en fait principalement dirigée vers la préparation de la "mue" suivante. Le stockage de ces réserves s'effectue en majeure partie au niveau de l'hépatopancréas. Ce sont essentiellement des lipides (acides gras, glycérol et cholestérol) mais également des

## Physiologie

sucres (glycogène), des protéines et des réserves minérales (phosphates de calcium et de magnésium). Ces réserves seront mobilisées à la mue suivante, tant pour assurer l'énergie importante dont l'animal aura alors besoin que pour pourvoir à la constitution de ses nouveaux tissus et de sa nouvelle carapace. L'animal cessant de se nourrir globalement 48 heures autour de la mue, ce sont ces réserves qui devront couvrir la quasi-totalité de ces besoins.

*Tableau 4.2 : Description des stades de mue.*

Stade	Caractéristiques
<b>Stade E</b> exuviation ou "mue"	élimination de l'ancienne cuticule décalcifiée absorption d'eau, expansion du corps <b>Durée</b> : 10 minutes environ
<b>Stades A</b> , (A <sub>1</sub> et A <sub>2</sub> ) ou <b>stades de post-mue</b>	absorption d'eau, carapace molle début de minéralisation de la nouvelle carapace. <b>Durée</b> : 2 % du cycle total
<b>Stades B</b> (B <sub>1</sub> et B <sub>2</sub> )	fin de la minéralisation, rostre dur, début de modifications des structures internes (pigments, épines, etc.). <b>Durée</b> : 5 à 7 %
<b>Stades C</b> ou <b>inter-mue</b>	exosquelette complètement calcifié, croissance des tissus, accumulation des réserves organiques et minérales. <b>Durée</b> : 70 à 80 %
<b>Stades D</b> (D <sub>0</sub> à D <sub>3</sub> )	activation hormonale de la mue, rétractation du matériel des épines, résorption de l'ancienne cuticule, préparation de la nouvelle cuticule. <b>Durée</b> : 13 à 20 %

### 2.2. Contrôle hormonal du cycle de mue

C'est le système nerveux central de l'animal qui contrôle la mue par la libération d'hormones .

Différents stimulus extérieurs ou intérieurs agissent sur une glande appelée organe X, située dans les pédoncules oculaires de la chevette. Celle-ci produit alors une quantité plus ou moins importante d'une hormone inhibitrice de la mue. Cette hormone est stockée dans une autre glande du pédoncule oculaire, dite glande du sinus, qui la libère dans le sang. La fonction essentielle de cette hormone est l'inhibition d'une troisième glande, dite la glande Y, qui synthétise l'hormone de mue proprement dite.

Selon l'importance du taux dans le sang de l'hormone d'inhibition de la mue, la glande Y libérera ou non l'hormone qui déclenchera la mue.

### 2.3. Comment se passe la mue ?

C'est par la "démminéralisation" de l'ancienne carapace et la préparation des tissus sous-jacents que l'animal va pouvoir se défaire de celle-ci, puis croître avant la minéralisation de la nouvelle cuticule.

La croissance résulte, à la mue, d'une importante entrée d'eau dans le corps de l'animal, vraisemblablement par le tube digestif, ce qui a pour conséquence un accroissement considérable du volume du fluide corporel. Cette entrée d'eau fait suite à une augmentation de la pression sanguine (par augmentation des concentrations des constituants sanguins), qui provoque un appel d'eau de l'extérieur. Cet afflux d'eau provoque un gonflement des tissus qui, dans les stades suivants, gagneront en poids à concurrence du volume établi au moment de cette hydratation.

Bien que les raisons n'en soient pas clairement définies, l'augmentation de l'entrée d'eau durant la mue est vraisemblablement l'une des causes de l'augmentation de sensibilité de l'animal aux substances toxiques (pesticides, nitrites, etc.), ainsi qu'à l'hypoxie (concentration d'oxygène insuffisante). La présence de toxiques dans le milieu entraîne souvent une mortalité de chevrettes à la mue même en l'absence de modifications du milieu.

Pendant cette phase, la demande en énergie (donc en oxygène) de l'animal est importante à un moment où ses surfaces respiratoires sont dans l'impossibilité de fonctionner : chez de nombreux crustacés, on note une augmentation de la concentration en pigments respiratoires avant la phase d'exuviation, ce qui serait une manière de stocker provisoirement l'oxygène. La demande supplémentaire d'oxygène a été mise en évidence chez des juvéniles de chevrettes : à 26°C, la consommation d'oxygène s'accroît à partir du stade d'inter-mue (2 mg O<sub>2</sub>/g/h), pour atteindre un pic à la mue (4,4 mg O<sub>2</sub>/g/h).

D'une manière générale, l'exuviation est un processus stressant et consommateur d'énergie qui laisse l'animal exposé au cannibalisme et aux maladies : ainsi, au moment critique de la mue, l'animal cherche à se réfugier dans une zone sûre. Chez la chevrete, pour qui la copulation se fait juste après la mue de la femelle, la femelle "molle" est protégée par un mâle "dur". En élevage, les hautes densités (par rapport aux densités naturelles) augmentent d'autant les risques de succomber à une toxicité latente, à une hypoxie ou simplement au cannibalisme.

### 2.4. Importance de la minéralisation

Durant toute la période où sa carapace n'est pas encore rigide, l'animal reste très vulnérable. Le processus de gonflement, donc de gain de

## **Physiologie**

poids, étant limité à la phase de mue, l'animal doit durcir sa carapace le plus rapidement possible. Cette carapace est constituée d'un complexe chitinoprotidique sur lequel se déposent des sels de calcium qui en assurent la rigidité. Environ un tiers du poids de la carapace est représenté par le calcium sous forme de carbonate.

La minéralisation de la carapace se produit après l'exuviation, du début du stade A jusqu'au milieu du stade B. Les minéraux utilisés proviennent des réserves corporelles de l'animal (10 à 15 %), de la nourriture, et surtout du milieu extérieur. La chevrette montre en effet, un déficit en calcium interne représentant en moyenne 43 % du poids de calcium de sa nouvelle cuticule, déficit qu'elle doit trouver essentiellement dans le milieu.

La disponibilité du calcium dans le milieu peut être un facteur limitant de la vitesse de durcissement de la carapace. Si les crustacés marins peuvent recourir facilement au calcium du milieu, les espèces d'eau douce, du fait de la faible teneur du milieu en calcium, sont plus fortement tributaires des réserves, notamment du calcium restocké à partir de l'ancienne cuticule dans l'hémolymphe et l'hépatopancréas. Cependant, le mécanisme d'absorption à partir du milieu ambiant est très efficace même dans des milieux ne contenant que 5 mg de carbonate de calcium par litre. On note cependant un allongement du temps de durcissement et même un assouplissement des carapaces aux taux les plus bas.

Les mortalités observées à la mue sont le plus souvent l'aboutissement des mauvaises conditions de l'élevage pendant toute l'intermue : pollution du bassin (pesticides, composés organiques type  $H_2S$ ), pH élevé ou faible taux d'oxygène dissous. Une dureté de l'eau trop basse provoque l'allongement du temps de calcification ce qui augmente d'autant la période de vulnérabilité des animaux aux agressions (cannibalisme, stress dû au passage du filet de pêche ou d'échantillonnage, etc.).

## **3. Reproduction**

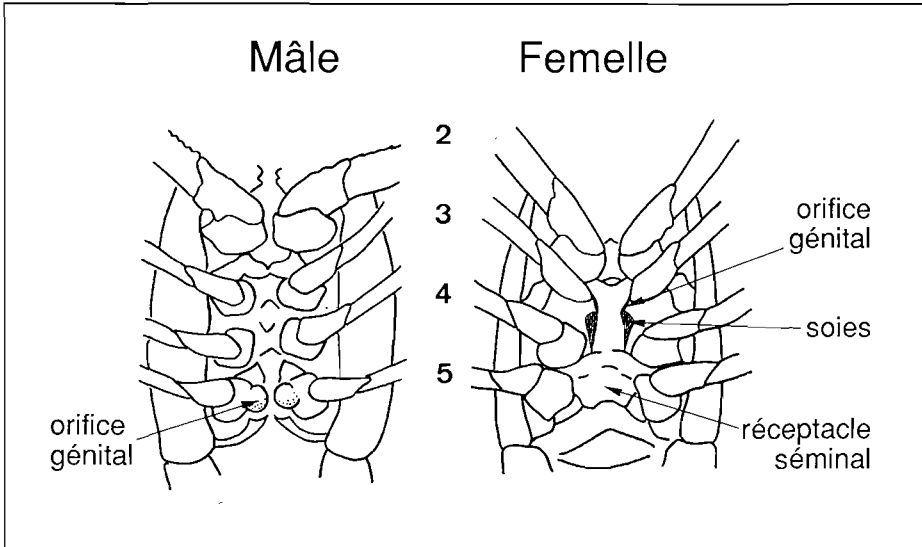
---

Les sexes sont séparés et leur identification peut être faite dès la taille de 3 à 4 cm (environ 1 g).

Les mâles présentent une tête proportionnellement plus grosse que les femelles, et la seconde paire de pattes thoraciques se développe en pinces longues et robustes. Au niveau ventral, les gonopores (ou orifices sexuels) débouchent à la base de la cinquième paire de péréiopodes (figure 4.9).

Chez les femelles, la tête et les pinces ont un développement proportionnellement moindre. Les gonopores sont situés à la base de

la troisième paire de péréiopodes (figure 4.9). Les trois premiers segments abdominaux sont prolongés vers le bas, de manière à former une chambre d'incubation destinée à recevoir les œufs.



**Figure 4.9** : Vue des pores génitaux mâle et femelle chez la chevrette.

Le développement des gonades lors du processus de maturation entraîne, spécialement chez la femelle, une demande importante en énergie qui ne peut donc plus être utilisée pour la croissance : on assiste donc à un ralentissement de croissance des femelles dès que les processus de reproduction deviennent prépondérants. En élevage, ce ralentissement s'observe vers 15 g, bien qu'on observe des femelles matures dès 8 g environ. Chez les mâles ce phénomène est plus complexe. Il existe des différences de croissance importantes liées à la reproduction, entre mâles dominants (sexuellement actifs) et mâles dominés (voir *Structure de la Population*). La maturité des mâles a été observée dès 5 g.

Une femelle mature doit effectuer une mue prénuptiale à l'issue de laquelle la copulation pourra avoir lieu, entre un mâle "dur" et la femelle "molle". Pendant cette mue, le mâle protège une ou plusieurs femelles contre les agressions extérieures. La copulation s'effectue dans un délai de 3 à 6 heures après la mue, après que le mâle ait nettoyé la partie ventrale du thorax de la femelle devant recevoir le spermatophore. La ponte se produit dans les 24 heures suivantes. Les œufs sont fécondés au fur et à mesure de leur ponte, au moment de leur passage sur le spermatophore déposé par le mâle près des pores génitaux de la femelle. Ils sont ensuite rassemblés et agglutinés dans la chambre d'incubation sous-abdominale. Ils y seront incubés pendant 20 jours (à 28°C), pendant lesquels la femelle en assurera l'oxygénation continue par le mouvement de ses pléopodes. Dans le cas où la ponte a lieu sans fécondation, les femelles dégrainent dans les 2 à 3 jours après la ponte.

## Physiologie

On considère que, pour des femelles de 30 à 50 g, le nombre d'œufs émis est de l'ordre de 400 à 500 par gramme de poids frais, soit 20 000 œufs pour une femelle de 50 g. Le nombre d'œufs émis peut être beaucoup plus important (jusqu'à 100 000 œufs par femelle) chez des animaux plus âgés.

A partir de la maturité sexuelle, l'ovogénèse (ou formation des ovocytes) est continue, mais la vitellogénèse se déroule dans les limites d'une "inter-mue", en commençant au stade C ; la ponte s'effectue au stade A de post-mue. Cycle de mue et cycle de maturation sont donc étroitement imbriqués. Comme la mue, la maturation est sous la dépendance d'un contrôle hormonal, par l'intermédiaire du système nerveux central et de la glande du sinus située dans le pédoncule oculaire. Sous l'influence de facteurs externes (environnement) ou internes (stress, âge, nutrition) s'exerçant sur le système nerveux central, cette glande du sinus sécrète ou non une hormone inhibitrice de maturation dont les variations de concentration bloquent ou déclenchent le processus. La coordination entre mue et stade de maturation fait appel à d'autres systèmes complexes de régulation.

## 4. Osmorégulation

---

### 4.1. Phénomène d'osmorégulation

Pour tous les organismes aquatiques, on distingue le milieu intérieur à l'organisme (le sang et le milieu cellulaire) et le milieu extérieur dans lequel il baigne. Dans les deux milieux existent des éléments minéraux comme le calcium, ou organiques comme les protéines, à des concentrations généralement différentes. L'ensemble des substances dissoutes dans un milieu donné détermine ce que l'on appelle la **pression osmotique** de ce milieu. Schématiquement, plus la concentration d'un milieu sera élevée pour une substance donnée, plus ce milieu aura une pression osmotique élevée par rapport à cette substance.

Pour garantir le bon fonctionnement de son métabolisme, un crustacé doit maintenir la concentration de son milieu intérieur la plus constante possible. Or l'eau, qu'elle soit interne ou externe, a toujours tendance à passer à travers les membranes perméables qui constituent certains tissus de l'animal, comme les branchies. Cette diffusion se fait toujours dans le sens du milieu le moins concentré (ou hypo-osmotique) vers le milieu le plus concentré (ou hyper-osmotique) pour finir par constituer deux fluides de concentration égale (ou iso-osmotique). De plus, le métabolisme, notamment l'excrétion, entraîne une perte régulière de certains éléments par l'animal. On appelle **osmorégulation** cet effort permanent de l'animal pour maintenir constante la composition et donc la pression osmotique de son milieu intérieur.

Chez les crustacés marins, les milieux intérieur et extérieur sont en équilibre osmotique. Les crustacés d'eau douce, par contre, conservent



leurs fluides corporels plus concentrés que le milieu dans lequel ils vivent. Ils doivent donc compenser une entrée continue d'eau et absorber activement des ions à partir d'un milieu très dilué pour remplacer ceux perdus par diffusion ou excrétion. Des facteurs comme le jeûne, la température, le stade de maturité, le stade de mue peuvent influencer le niveau de concentration interne des crustacés d'eau douce.

La régulation s'effectue essentiellement par l'intermédiaire de la sécrétion des glandes antennales (appelée "urine") et des branchies. La perte d'eau et de sels de l'urine est équilibrée par l'entrée active d'eau et d'ions à travers les branchies. L'absorption par le système digestif est de moindre importance.

Le calcium, qui joue un rôle important au cours de la mue, est également impliqué dans l'osmorégulation de la chevette. On le trouve dans une gamme de 66 à 112 mg/100 ml de sérum quand l'animal est dans un milieu en contenant 2. (En comparaison, chez *Penaeus marginatus*, espèce marine, la concentration interne de calcium est comprise entre 53 et 73 mg pour un milieu ambiant en contenant 36). Les mécanismes d'absorption spécifique sont donc particulièrement performants chez la chevette.

Les branchies constituent un lieu complexe d'échanges où se produisent à la fois les échanges respiratoires et ioniques ainsi que l'excrétion des produits azotés, issus du métabolisme de l'animal. Ces mécanismes actifs demandent de l'énergie. Ils peuvent être bloqués par des conditions défavorables (taux d'oxygène insuffisant par exemple) et entraînant un déséquilibre du milieu intérieur et donc de l'ensemble du métabolisme.

### 4.2. Particularités osmotiques de la chevette

L'eau saumâtre est nécessaire pour la survie et le développement des larves de chevrettes (voir cycle biologique). Ces dernières ont un pouvoir de régulation trop faible pour leur autoriser une vie en eau douce. Avec l'âge et l'exposition progressive à des salinités basses, les juvéniles deviennent des régulateurs suffisamment efficaces pour pouvoir maintenir leur milieu intérieur hyper-osmotique par rapport au milieu ambiant. Dans le même temps, les juvéniles semblent perdre leur possibilités hyporégulatrices en milieu saumâtre : les postlarves de *M. rosenbergii* ne restant que quelques semaines en eau saumâtre, le maintien d'une telle régulation hypo-osmotique efficace est de peu d'intérêt pour l'espèce.

Il est possible que les capacités d'osmorégulation des femelles se modifient en fonction de leur stade de maturation. Leur migration en eau saumâtre avant la ponte pourrait être la conséquence d'une telle modification de leurs propres capacités à réguler. Ceci aboutirait d'une part, à diminuer la demande énergétique de régulation au profit du développement des œufs et d'autre part, à permettre l'éclosion dans un environnement moins stressant que l'eau douce, des jeunes larves n'ayant pas encore développé leurs organes de régulation.

## Physiologie

Les capacités de réaction aux changements osmotiques se mettent en place lentement. Des postlarves transférées brutalement de 16 à 35 ‰, montrent une mortalité de 100 % après 2 jours, tandis qu'une adaptation sur 8 jours, aboutit à un mortalité de 13 % seulement. Après une telle adaptation, les chevrettes survivent même pendant une dizaine de jours à cette salinité. Il existe donc une capacité d'adaptation progressive de l'animal à son environnement en cas de changement graduel, qui lui permet de supporter temporairement des variations qui lui seraient fatales dans d'autres cas.

On veillera donc, dans tous les cas où un changement de la salinité de milieu est nécessaire, à l'effectuer de manière graduelle afin de "préparer" l'animal à son nouveau milieu. En fait, cette capacité d'adaptation ne se limite pas au seul aspect de l'osmorégulation. Une adaptation progressive permet de réduire les stress de changement de milieu et donc d'élever les seuils limites de différents paramètres toxiques de l'environnement.

## 5. Limites physiologiques

---

Les quelques données ci-dessus sur la physiologie de la chevette montrent l'importance des paramètres physico-chimiques du milieu ambiant sur le métabolisme de l'animal. Les valeurs optimales de l'ensemble des paramètres qui affectent la vie de la chevette ne sont pas toutes connues avec exactitude. On peut cependant proposer des gammes de valeurs vérifiées par l'expérience dans des contextes très divers.

Ces valeurs sont regroupées dans la figure 4.10. Pour chacun des paramètres (température, oxygène dissous, etc.), on distingue trois gammes de valeurs.

- **Valeurs létales** : elles représentent les valeurs hautes (*maxi*) ou basses (*mini*) des paramètres au-delà ou en-deçà desquelles l'animal meurt, faute de pouvoir s'adapter.
- **Zone de tolérance** : il s'agit d'une gamme élargie de valeurs dans laquelle l'animal peut s'adapter. Cependant, plus les valeurs mesurées dans le milieu s'approchent de la valeur limite indiquée, plus les performances de l'animal sont faibles, en matière de croissance, de reproduction ou de survie.
- **Zone optimale** : il s'agit d'une portion restreinte de la gamme précédente au sein de laquelle l'animal peut exprimer tout son potentiel de croissance.

Il faut noter que les niveaux de valeurs varient avec l'âge et le stade de mue de l'animal et que la plupart des paramètres sont plus ou moins étroitement corrélés.

Il faut donc éviter de prendre une valeur donnée en valeur absolue. Ainsi, par exemple, l'ammoniac résultant de l'excrétion des animaux et des déchets alimentaires, est présent sous deux formes : l'une est toxique ( $\text{NH}_3$ ) l'autre ne l'est pas dans les conditions habituelles ( $\text{NH}_4$ ). Or la proportion de ces deux formes dépend du pH, de la température et de la salinité du milieu. En particulier, la proportion de la forme toxique augmente avec le pH et la température.

Paramètres	Mini	Zone de tolérance			Maxi
		Optimum			
Température (°C)	19	24	28-30	31	35
Oxygène dissous (mg/l)	1	3	6-8	?	
Dureté (eq. $\text{CaCO}_3$ )	?	5	40-120	150	300
pH <i>PL</i>	?	5,5	6-8	8,5	9
<i>adultes</i>	4	5	6-8,5	10	10,5
$\text{NH}_4$ total (mg/l)	-		0	30	200
$\text{NH}_3$ (mg/l)	-		0		2,2
$\text{NO}_2$	-	0	0	15	200
Salinité <i>PL</i>	-	12		18	25
<i>juvéniles</i>	-	0		10	

**Figure 4.10** : Zones de tolérance, de croissance optimale et valeurs létales pour la chevrette.

# Alimentation et nutrition

## **1. Régime alimentaire**

- 1.1. Dans la nature
- 1.2. En bassin
  - *Place de la chevrette dans la chaîne trophique*
  - *Quand la chevrette se nourrit-elle ?*
  - *Part de la productivité naturelle*
  - *Comment stimuler la production naturelle*

## **2. Définition des besoins**

- 2.1. Par l'expérimentation scientifique
- 2.2. Par la composition de la chair

## **3. Aliment composé**

- 3.1. Composition
  - *Principaux composants*
  - *Incorporation de sous-produits locaux.*
- 3.2. Optimisation

## **1. Régime alimentaire**

---

### **1.1. Dans la nature**

La chevrette est une espèce omnivore, à tendance herbivore. Elle se nourrit d'insectes, de vers, de petits mollusques d'eau douce, de crustacés, de poissons mais aussi de grains, noix, amandes, fruits, algues et de la faune associée aux plantes aquatiques du type choux d'eau. A l'île Maurice, on capture la chevrette grâce au "methi" ou fenugrec, plante à forte odeur, et en Polynésie, la mangue qui contient de la térébenthine sert parfois d'appât dans les pièges mis en rivière.

Pour la prise de nourriture, l'action des petites pinces à l'extrémité des péréiopodes est prépondérante. Elles amènent la nourriture au niveau des mandibules qui découpent et broient l'aliment avant l'ingestion. Les antennes jouent un rôle important dans la reconnaissance de l'aliment. La quête de nourriture est permanente avec un pic d'activité pendant la nuit.

### 1.2. En bassin

- **Place de la chevette dans la chaîne trophique**

La chevette s'alimente à plusieurs niveaux de la chaîne trophique (figure 4.11) : zooplancton, microfaune du fond et du sédiment, débris organiques variés (végétaux ou animaux), granulé. Ainsi, le granulé apporté chaque jour par l'aquaculteur est une des sources alimentaires de la chevette, prépondérante quand la densité est élevée, plus accessoire quand la densité est faible. En captivité, la chevette montre une tendance au cannibalisme surtout si l'alimentation se fait uniquement à partir de granulés secs. Cette tendance est nette vis à vis des individus venant de muer, très vulnérables.

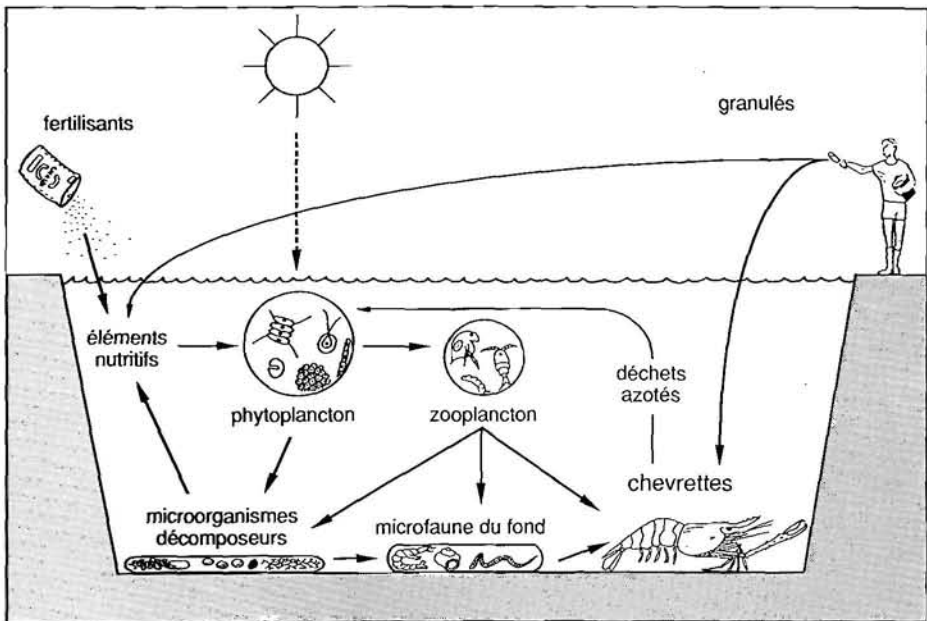


Figure 4.11 : Chaîne trophique dans le bassin d'élevage.

- **Quand la chevette se nourrit-elle ?**

Les animaux recherchent activement la nourriture dans le bassin et vont même jusqu'en surface pour prendre le granulé qu'ils consomment dans les zones profondes du bassin. La prise de nourriture s'effectue surtout la nuit, période pendant laquelle la chevette est très active.

La mesure des activités enzymatiques de l'animal en fonction de conditions de jeûne et d'alimentation mais aussi selon l'heure de la journée, a été effectuée en laboratoire sur des pénéides au métabolisme proche de celui de la chevette.

## Alimentation et nutrition

- Chez les espèces tempérées, les différences d'activité enzymatique apparaissent en relation avec les phases jour-nuit et selon les périodes de repos et de recherche de l'aliment.
- Chez les espèces tropicales, la notion de pic d'activité enzymatique est moins nette. Cela pourrait correspondre avec une recherche pratiquement permanente de la nourriture. C'est surtout vrai chez les jeunes individus pour lesquels un apport alimentaire le plus fréquent possible est recommandé et l'utilisation de distributeurs automatiques est conseillée. Chez l'adulte, on peut se contenter d'un à deux repas par jour.

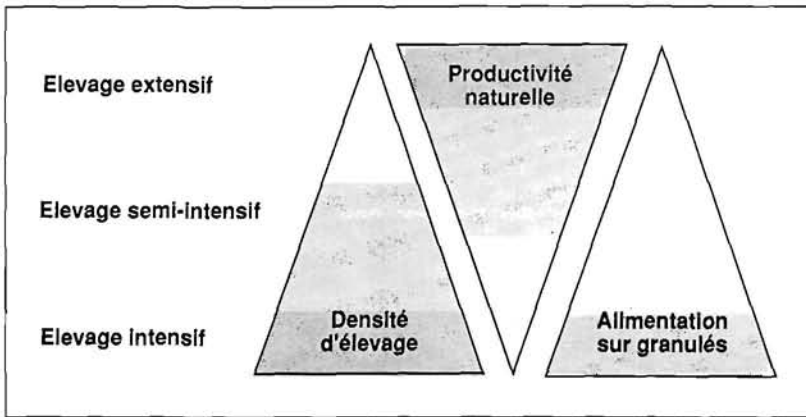


Figure 4.12 : Part de la productivité naturelle et de l'alimentation artificielle selon le type d'élevage utilisé.

### • Part de la productivité naturelle dans l'alimentation

Dans les élevages semi-intensifs, les chevettes tirent une partie de leur nourriture de la productivité naturelle ou de la productivité induite par l'aliment distribué en excès (figure 4.12).

Des travaux menés à Hawaï ont confirmé que les fonds de bassins en terre assuraient une excellente croissance aux chevettes jusqu'à une biomasse importante grâce à une stimulation de la productivité naturelle avant la mise en eau. Cependant l'apport d'aliment extérieur (granulé) permet une croissance encore meilleure par rapport aux fertilisations ou aux situations sans aliment.

Récemment, la part respective des différentes sources de nutriments a été étudiée sur des élevages semi-intensifs de crevettes pénéides à la station Ifremer de Noirmoutier. La méthode utilisée est celle de marquage des tissus par les isotopes naturels du carbone. Chez *P. japonicus*, jusqu'au 30<sup>ème</sup> jour, l'aliment ne joue qu'un rôle négligeable ; au 120<sup>ème</sup> jour, il apporte les deux-tiers de la nourriture soit directement, soit indirectement en stimulant la productivité. Il apparaît qu'en début d'élevage, la fertilisation avec de la fiente ou du fumier permet de stimuler la

productivité mais qu'à partir d'une charge de 50 g/m<sup>2</sup> la distribution de l'aliment devient indispensable à une croissance correcte.

Il est donc très utile de favoriser la productivité naturelle des bassins en terre car elle représente l'essentiel de l'alimentation de la chevrette pendant les premières semaines d'élevage, surtout dans les cas de prégrossissement où la biomasse est rapidement importante.



**Figure 4.13 :** Semis de riz avant mise en eau du bassin (Station de Kourou, Guyane).

- **Comment stimuler la production naturelle**

Il existe de nombreux produits et méthodes pour stimuler la productivité naturelle. Ils doivent être adaptés au sol et au contexte. L'idéal est d'associer de la matière organique végétale, des amendements et des fertilisants organiques ou minéraux (voir *Contrôle du Phytoplancton et Rôle du sol et choix des amendements*).

Sur la ferme d'Aquapac à Tahiti, les bassins sont fertilisés à l'aide de fientes de poulet, en épandant 400 kg de fiente par hectare sur le sol avant la remise en eau du bassin; des engrais du type NPK sont également utilisés.

En Guyane, du riz prégermé (semences de riz mouillées 48 heures avant le semis) est semé une quinzaine de jours avant la mise en eau, après amendement de CaCO<sub>3</sub>. Il faut environ 500 à 750 kilos de semence par hectare. Le tapis de plantules ainsi créé sert de support aux postlarves et favorise le développement de toute une microfaune dont elles se nourrissent (figure 4.13).

## 2. Définition des besoins

---

Les chevrettes doivent couvrir des besoins importants : locomotion, croissance, constitution d'une nouvelle carapace à chaque mue et rejet

## Alimentation et nutrition

de l'ancienne, excrétion, maintien de l'équilibre osmotique et production de gamètes. Cette dernière étape est importante pour les femelles car les ovaires représentent une part importante du poids du corps.

Chez une partie des mâles, beaucoup d'énergie est également dépensée pour la défense du territoire et l'activité sexuelle. Il existe deux voies d'approche pour cerner les besoins de la chevrette au cours de sa vie : l'expérimentation scientifique et l'analyse de sa chair.

**Tableau 4.3** : Tableau des besoins connus de la chevrette.

Besoins	%	Besoins	%
Protéines	25 à 30	Minéraux	
lysine	2 à 3	calcium	2 à 3
arginine	2	phosphore	1
histidine	1	potassium	1
méthionine	1	magnésium	0,8
Glucides		Vitamines	
amidon	20 à 30	A, D3, E	+
cellulose	2 à 15	C	+
Lipides	2 à 3	B1, B2, B6, B12	+
		Acide folique	+

### 2.1. Par l'expérimentation scientifique

Durant la phase larvaire, l'apport de nauplii d'*Artemia* est complété par des particules alginatées à forte teneur en lipides et en protéines. Au stade juvénile, on passe sur un granulé sec moins riche en lipides mais très concentré en protéines. On finit avec un aliment dit de grossissement dont la teneur en lipides ne dépasse pas 6 % et celle en protéines 25 à 30 %.

Il est également possible de passer dès le stade juvénile à une formule unique d'aliment de grossissement proposé sous forme de miettes d'abord, puis sous forme de granulé extrudé (3 mm). La difficulté réside dans la recherche de l'équilibre de la formule qui va donner l'utilisation métabolique optimale chez la chevrette. Cet équilibre passe par des proportions précises de protéines, de glucides, de lipides et de matières minérales. Les recherches visent à préciser le rôle des vitamines.

### 2.2. Par la composition de la chair

La composition de la chair de chevrette peut servir aussi d'indicateur : la chair de *Macrobrachium* contient 3,2 % de lipides dont 28,3 % d'acides gras polyinsaturés à longue chaîne. Le muscle contient environ 77 % d'humidité, 21 % de protéines, 1,4 % de matières minérales et l'énergie brute est égale à 8990 Kcal/kg. La composition en acides aminés du



muscle sert de référence à l'établissement des régimes. Le tableau 4.3 résume les besoins connus de la chevrette.

### **3. L'aliment composé**

---

L'aliment composé devient une nécessité dans l'élevage de crustacés dès que la production atteint une certaine dimension. Il est assez facile de se procurer sur le marché national ou mondial des aliments composés "chevrette" fabriqués par de grosses entreprises. En raison de la relative simplicité de fabrication, il peut être avantageux de demander une production particulière s'il existe une usine locale qui pourra de surcroît utiliser de sous-produits locaux.

Une fabrication locale procure trois autres avantages : elle apporte une plus grande sécurité pour la continuité de l'approvisionnement en granulé adapté. Elle permet assez facilement de modifier la formule en fonction des matières premières disponibles et de l'évolution du coût de celles-ci. Enfin, elle autorise la mise en fabrication de petites séries d'où une meilleure fraîcheur de l'aliment et une réduction du temps de stockage par l'aquaculteur.

#### **3.1. Composition**

Il s'agit d'établir les taux de protéines, de lipides, de fibres, de sels minéraux et de vitamines permettant de garantir une bonne croissance et une bonne survie des animaux en élevage.

Le choix porte à la fois sur les matières premières disponibles localement et sur les ingrédients complémentaires indispensables qu'il faut importer. A cela s'ajoutent des additifs nécessaires en milieu tropical pour protéger la qualité du granulé : **anti-oxydants** pour éviter un rancissement trop rapide des lipides et **anti-fongiques** indispensables dans les climats tropicaux chauds et humides pour empêcher le développement de moisissures.

Cette composition de l'aliment doit permettre une bonne tenue à l'eau du granulé c'est-à-dire au moins deux heures d'intégrité. L'aliment doit donc posséder une substance liante appropriée ou des ingrédients qui réagiront positivement en constituant un amalgame solide lors du processus technologique de mise en forme des granulés (cas de la cuisson-extrusion). Les types de liants sont détaillés dans la fiche *Fabrication de l'aliment*.

Le prix du granulé est bien sûr fonction de la zone géographique où il est produit et du procédé de fabrication. A Tahiti, l'aliment est fabriqué par cuisson-extrusion pour un coût de 100 FCP soit environ 5,5 F/kg mais une réintroduction de tourteau de coprah dans les années à venir pourrait faire baisser ce prix de façon significative. Aux Antilles, où

## **Alimentation et nutrition**

l'aliment est produit à l'aide d'une simple presse à vapeur, le prix varie de 3,5 à 4 F/kg.

- **Principaux composants**

**Protéines.** Le taux de protéines est adapté à la phase d'élevage. Généralement, plus les chevrettes sont jeunes, plus la ration est riche en protéines. Ainsi en prégrossissement, l'aliment distribué sous forme de miettes contient entre 30 et 35 % de protéines. En grossissement, le taux de protéines se situe plutôt entre 25 et 28 %.

Cet apport est indispensable pour la couverture des besoins de l'animal en acides aminés essentiels. Il est réalisé par des protéines d'origine végétale comme le tourteau de soja, le maïs ou le blé, mais aussi par des protéines animales provenant de la farine de poisson de qualité moyenne pour son pouvoir attractant et de la farine de viande et os.

**Acides aminés.** Les animaux à croissance rapide ont en général un fort besoin en lysine. Cela ne semble pas être le cas pour la chevette. Des études complémentaires sont donc nécessaires. Un supplément d'acides aminés (lysine et méthionine) sous forme cristallisée n'est pas envisagé pour le moment.

**Lipides.** Ils apportent surtout de l'énergie. La valeur de 10 % apparaît comme un seuil à ne pas dépasser sous peine d'entraîner une réduction de la croissance des chevrettes. Actuellement, les formules commerciales comprennent 2,5 à 6 % de lipides totaux. Une huile marine de type huile de poisson est généralement utilisée ; elle permet de régler l'apport en acides gras polyinsaturés à longue chaîne. Par contre, l'huile de coprah apporte trop d'acides gras saturés et les huiles riches en acide linoléique sont déconseillées.

**Glucides.** Ils constituent l'autre apport énergétique. Ils incluent les fibres, les glucides digestibles et les sucres simples. Les fibres représentent la partie non digestible de l'aliment qui peut atteindre 5 à 10 % de la formule. Les glucides digestibles sont représentés par les amidons des céréales, les dextrines ou bien les amidons pré-gélatinisés au cours du processus technologique de cuisson-extrusion. Les glucides peuvent représenter jusqu'à 30 % de la formule, en particulier dans des formules d'aliments sans matières premières animales.

**Principaux minéraux.** Les matières minérales sont d'autant plus indispensables dans un aliment pour chevette que, contrairement aux crevettes pénaïdes qui vivent en eau de mer riche en minéraux divers, la chevette trouve très peu de calcium dans son environnement. Les apports de calcium sont faits sous forme de coquilles d'huîtres finement broyées, de carbonate de calcium ou de phosphate bicalcique. Ainsi, avec les apports dus aux farines animales, on atteint un pourcentage de matières minérales de l'ordre de 14 %. Il importe également de maintenir un rapport calcium-phosphore de 2/1 environ.

- **Incorporation de sous-produits locaux**

C'est une excellente façon de réduire le coût des granulés produits localement ; encore faut-il bien connaître le sous-produit utilisable et être sûr de sa qualité (absence de facteurs anti-nutritionnels par exemple) et de la régularité d'approvisionnement. On peut citer le cas du tourteau de coprah à Tahiti, du riz en Guyane, du tourteau de palmiste en Côte d'Ivoire et au Brésil, du manioc pour ses propriétés liantes en Amérique Latine, des feuilles d'acacia (*Leucaena*) à Tahiti et à Hawaii.

Il faut cependant se méfier des "faux amis" car les produits industriels fabriqués à grande échelle et importés sont souvent moins chers et de qualité plus faible que des sous-produits traités localement. Ainsi la banane aux Antilles, par ailleurs traditionnellement utilisée dans l'élevage des porcs et les têtes de crevettes ou faux-poisson de Guyane se sont révélés plus coûteux après traitement que les produits importés équivalents.

### 3.2. Optimisation

Il faut d'abord faire la liste des matières premières disponibles (importation et productions locales) et des coûts correspondants. Cette liste est généralement disponible chez le fabricant local d'aliment du bétail et comporte le plus souvent les ingrédients nécessaires : tourteaux ou farines de blé, maïs, riz, farines de viande et d'os, etc. Les éléments manquants peuvent être importés à part à la demande sous forme de prémix. Un tel prémix peut représenter entre 20 et 30 % de la formule ; il est constitué de produits spécifiques riches en protéines et stabilisés par des d'additifs.

L'optimisation peut se faire par ordinateur dans le cas d'une minimisation du prix de revient par le jeu sur les contraintes nutritionnelles d'une part et le choix des matières premières d'autre part. Des programmes existent dont celui utilisé à Tahiti, le MIXIT-2 qui donne des formules type (voir *Fabrication de l'aliment*).

# Structure de la population

## 1. Croissance des juvéniles

## 2. Croissance des adultes

2.1. Femelles

2.2. Mâles

- *Petits mâles à pinces claires*
- *Mâles à pinces orange*
- *Grands mâles à pinces bleues*

## 3. Origine et nature de la dominance

Les phénomènes de mise en place de la structure sociale d'une population de chevrettes sont déterminants lors de l'élaboration de schémas d'élevage. Ils ont été largement étudiés par les équipes universitaires américaines et israéliennes lors de la phase de domestication de l'espèce. Les principaux résultats sont présentés ici.

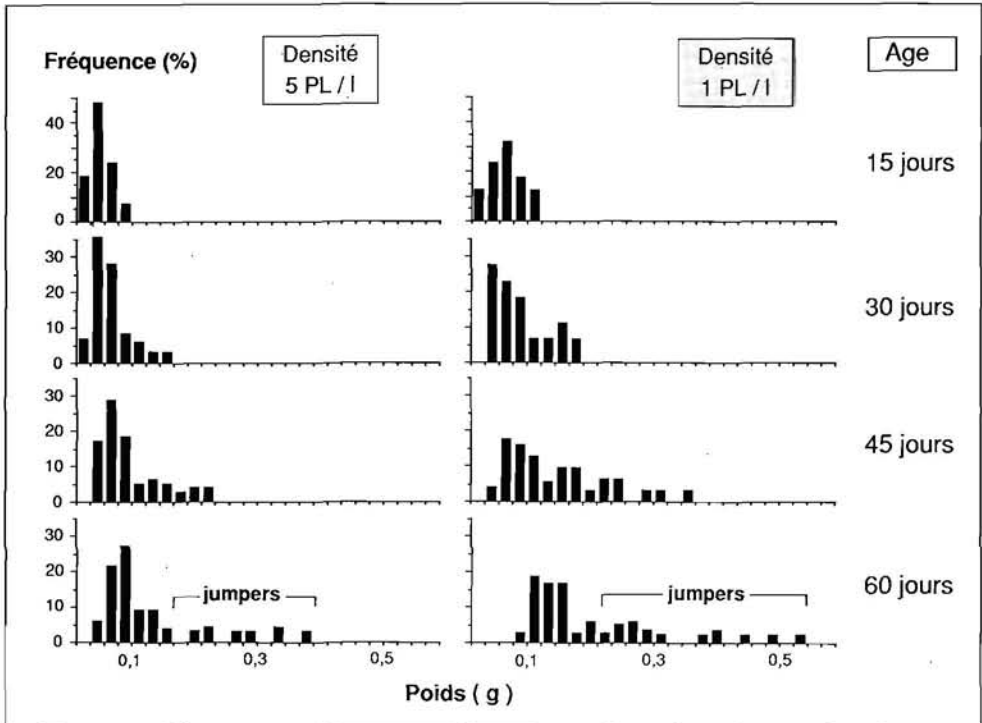


Figure 4.14 : Histogrammes de fréquence de poids de juvéniles stockés à deux différentes densités et régulièrement échantillonnés pendant les 2 mois suivant la métamorphose.

## 1. Croissance des juvéniles

---

Les postlarves issues d'une même ponte forment une population assez homogène puisque tous les individus ont pratiquement le même poids et la même taille. L'histogramme de la population est alors une courbe étroite et symétrique. Avec le temps, cette courbe va s'aplatir et s'étendre vers les grandes tailles (figure 4.14).

En deux mois, certains animaux peuvent être d'un poids 10 fois supérieur à celui d'autres individus du même âge. La croissance n'est plus la même pour tous les individus de la population. Plus le temps passe et plus l'écart entre petits et gros individus s'amplifie. Cette croissance caractéristique de la chevrette est appelée **croissance individuelle hétérogène**. La figure 4.14 met en évidence la dispersion des tailles dans le temps mais aussi l'influence de la densité. Une forte densité limite ou retarde la dispersion des tailles.

Les individus à croissance rapide ont été surnommés "jumpers" par les israéliens. Ce sont des individus dominants puisque dès leur apparition, la croissance du reste de la population est ralentie. Si l'on retire ces "jumpers" de la population, les animaux dominés reprennent leur croissance. Parmi ceux-ci, certains vont spontanément remplacer les jumpers. Ce phénomène, qui est caractéristique des populations juvéniles et adultes de chevrettes, est appelé **croissance compensatoire**.

Jusqu'à la maturation sexuelle, les mâles et les femelles ont une croissance comparable. Ils sont ainsi représentés en égales proportions parmi les dominés et parmi les "jumpers". A partir de la maturation, la croissance des deux sexes est très différente. Pour les mâles, les différences de taille et les phénomènes de dominance vont encore s'accroître alors que les femelles vont croître d'une manière beaucoup plus homogène.

## 2. Croissance des adultes

---

### 2.1. Femelles

Les grosses femelles issues des "jumpers" sont les premières à atteindre la maturation sexuelle. Elles investissent alors de l'énergie dans les phénomènes liés à la reproduction (ovogénèse, oxygénation des œufs, etc.) et ceci au détriment de leur croissance (voir *Physiologie*). Grandissant moins vite, elles sont alors rattrapées en taille par les autres femelles. La courbe de répartition des tailles devient alors plus homogène et se conserve ensuite pendant toute la durée de l'élevage.

Quelle que soit la densité, la croissance des femelles est plus lente et plus régulière que celle des mâles. Sur un histogramme classique de population adulte, elles apparaissent dans les classes de taille

## Structure de la population

intermédiaires sous la forme d'un pic unique, entre les petits mâles dominés et les mâles dominants (figure 4.15).

### 2.2. Mâles

Dans une population adulte, les mâles se répartissent sur une vaste gamme de tailles. On distingue classiquement trois types morphologiques, ou **morphotypes** (voir cahier central en couleurs). Ceux-ci peuvent être identifiés par la taille relative du mâle dans la population, la couleur de ses pinces P2 et le rapport longueur des pinces/longueur du corps. On distingue :

- 50 % de petits mâles à pinces claires,
- 40 % de mâles à pinces orange,
- 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.

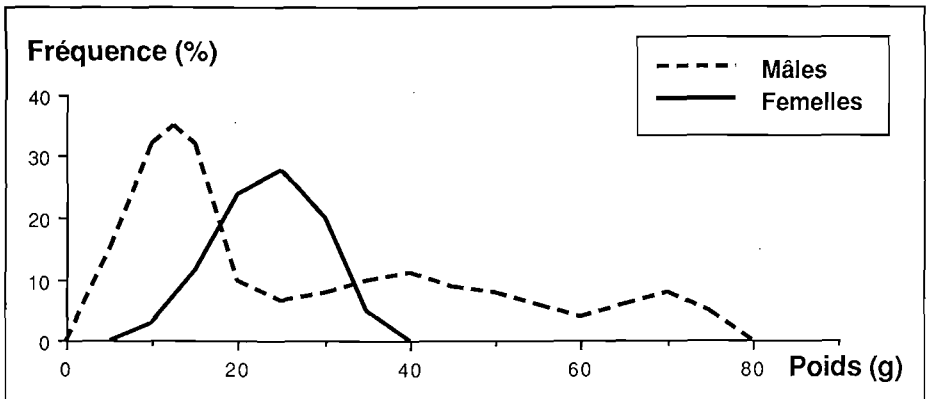


Figure 4.15 : Histogramme type d'une population adulte (sexes séparés).

#### • Petits mâles à pinces claires

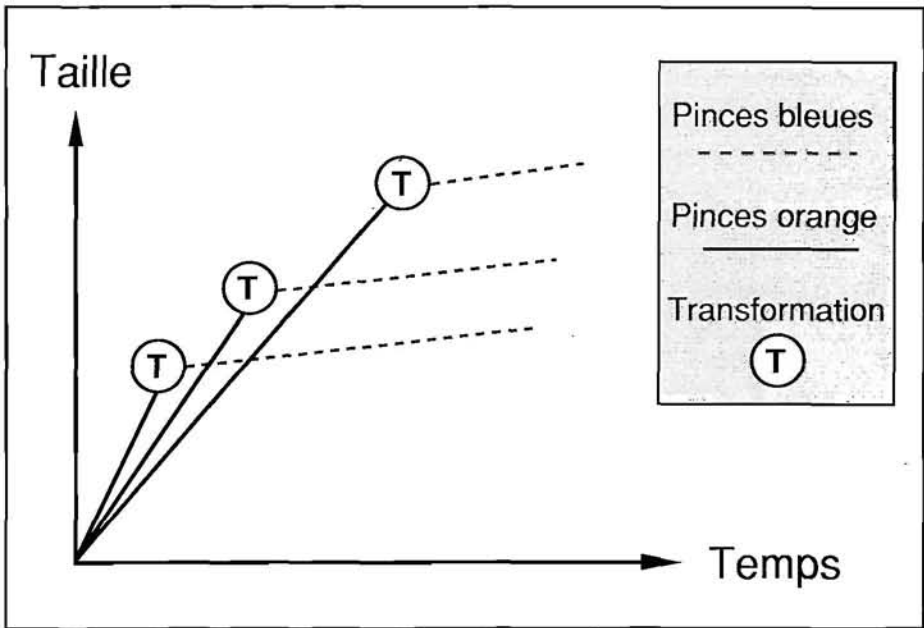
C'est le premier stade de détermination des mâles. Ils ont les pinces grêles, incolores ou rosées, toujours plus petites que le corps. Ils n'ont pas de comportement territorial. Petits et très mobiles, ils évitent la compétition par la fuite. Ces petits mâles sont potentiellement reproducteurs mais dans les conditions naturelles, ce sont les mâles à pinces bleues qui assurent l'essentiel de la reproduction. Ils arrivent néanmoins parfois à féconder des femelles "à la sauvette", en se glissant entre un mâle à pinces bleues et une femelle.

Dominés par le reste des mâles et ayant un appareil digestif moins développé que celui des mâles pinces orange, leur croissance est faible. Ils ont cependant de fortes capacités de croissance puisque, une fois débarrassés de l'inhibition des mâles dominants, à la suite d'une pêche

par exemple, ils reprennent une croissance rapide (croissance compensatoire) et deviennent à leur tour, mâles à pinces orange.

- **Mâles à pinces orange**

De taille moyenne, ils ont des pinces orange-vif qui mesurent une fois à une fois et demi la longueur de leur corps. Ils sont subdominants, c'est à dire qu'ils sont dominés par les mâles à pinces bleues et qu'ils dominent ceux à pinces claires. Ils n'ont pas de comportement territorial et sont mobiles et peu agressifs. Ils ne participent pas à la reproduction et n'en possèdent pas les caractères comportementaux ; mis en présence de femelles en aquarium, ils attaquent celles-ci et ne cherchent pas à s'accoupler.



**Figure 4.16** : Croissance et maturation en "saute-mouton" des mâles à pinces orange et pinces bleues dans une population adulte (d'après Ra'anan et Cohen, 1985).

Leur système reproducteur est très réduit alors que leur système digestif est très développé. Le stade "pinces orange" est une phase de croissance très active, toute l'énergie étant consacrée à la croissance corporelle. Un mâle à pinces orange peut devenir "pinces bleues" s'il réussit à occuper le territoire d'un autre mâle à pinces bleues plus petit que lui ou affaibli. Ses chances d'occuper un territoire dépendent donc directement de sa taille. Autrement dit, dans une population, les premiers mâles qui deviennent "pinces bleues" ont une taille inférieure à ceux qui le deviendront par la suite. Ce schéma de croissance et de maturation a été nommé par les Israéliens "leap frogging" (saute-mouton).

## **Structure de la population**

- **Grands mâles à pinces bleues**

Ces gros mâles sont au sommet de la structure sociale. C'est le stade terminal et irréversible du développement des mâles. Dominants, agressifs et sexuellement actifs, ils ont un comportement territorial très marqué. Ils possèdent de longues et puissantes pinces bleues, mesurant une fois et demi à deux fois la longueur de leur corps, qui leur servent à délimiter et défendre 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 la ponte. Huit à dix femelles peuvent ainsi être associées à chaque mâle à pinces bleues.

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

On observe fréquemment dans les bassins d'élevage des mâles à pinces bleues de petite taille (70 à 100 mm), verts et très agressifs. Ce sont les premiers mâles passés dominants lors de la structuration de la population et qui ne grandissent plus.

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

*pinces claires* → *pinces orange* → *pinces bleues*

## **3. Origine et nature de la dominance**

---

L'origine de la croissance individuelle hétérogène et des phénomènes de dominance est-elle génétique ou sous la dépendance de facteurs comportementaux et environnementaux ?

La diversité de tailles et de morphotypes observée chez les mâles de *M. rosenbergii* existe souvent dans le règne animal chez les espèces polygames. Les mâles de ces espèces ont des comportements associés à la reproduction (parades sexuelles, combats, etc.) et développent des signes extérieurs de leur rôle dans la hiérarchie sociale. Ces rôles ne sont pas figés puisque des changements physiologiques ou sociaux peuvent leur permettre de gravir cette hiérarchie.



## ***Structure de la population***

La croissance individuelle hétérogène existe chez d'autres animaux aquatiques comme les carpes pour qui elle n'est pas d'origine génétique. Chez ces espèces, les individus dominants apparaissent lorsque les conditions sont défavorables, notamment en cas de forte densité, leur donnant un avantage dans la situation compétitive. Ainsi, les légères différences de taille initiale s'amplifient dans le temps avec la compétition pour la nourriture.

Chez la chevrette par contre, les dominants apparaissent d'autant plus rapidement que les conditions sont favorables (faible densité par exemple). La dominance trophique n'est donc pas l'unique explication.

L'équipe de l'université d'Hawaï a établi que le contrôle génétique de la croissance individuelle hétérogène était quasiment nul chez les juvéniles de *M. rosenbergii* : une population d'animaux élevés en logettes individuelles montre une dispersion de tailles bien inférieure à celle d'autres animaux issus du même cycle d'écloserie mais élevés en communauté. Le phénomène de dominance est induit par la vie en communauté et un contact direct entre les animaux est nécessaire.

La taille d'un individu à un temps donné n'est donc pas fonction de son âge mais résulte d'interactions sociales. Un mâle dominé redémarre sa croissance lorsque la dominance est supprimée. Ces interactions existent même en absence des femelles puisqu'on observe les trois morphotypes en élevage monosexé.



# Annexes

<input type="checkbox"/>	<b>Bibliographie.....</b>	<b>343</b>
<input type="checkbox"/>	<b>Glossaire.....</b>	<b>349</b>
<input type="checkbox"/>	<b>Index.....</b>	<b>355</b>
<input type="checkbox"/>	<b>Adresses utiles .....</b>	<b>361</b>



# Bibliographie

La bibliographie consacrée au *Macrobrachium* est très vaste et seuls les articles majeurs des principaux auteurs sont présentés ici par thème. Ces publications de référence comprennent généralement une importante bibliographie sur le sujet. Pour se procurer les articles scientifiques, contacter le centre de documentation IFREMER de Brest. Pour les ouvrages, s'adresser aux librairies spécialisées ou directement aux éditeurs indiqués.

## Ouvrages généraux

**Aquacop, 1986.** La chevrette. In : "Aquaculture" par G. Barnabé. Lavoisier, Paris : TecDoc, 493-521.

**Bardach, J.E., J.H. Ryther et W.O. McLarney, 1972.** Freshwater shrimp culture. In : Aquaculture. The farming and husbandry of freshwater marine organisms. John Willey and Sons, Inc., New York, NY, 619-632.

**Griessinger, J.M., D. Lacroix et Ph. Gondouin, 1991.** Crustacés tropicaux d'élevage : 2. La Chevrette (Camaron). Coord. J. Arrignon. Eds. Maisonneuve et Larose, Paris.

**Hanson J.A. et H.L. Goodwin (Editeurs), 1977.** Shrimp and prawn farming in the western hemisphere. State-of-the-art reviews and states assesments. Dowden, Hutchinson and Ross Inc. Stroudsburg, PA, 439 p.

**Moore J.R. et J.P. McVey (Editeurs), 1983.** CRC Handbook of Mariculture, Volume 1, Crustacean Aquaculture. CRC Press, Inc., Boca Raton, FL.

**New, M.B, 1990.** Freshwater pawn culture : a review *Aquaculture*, 88. p 99-143. Elsevier Science Publish. Amsterdam.

**New, M.B. et S. Singholka, 1985.** Production des crevettes d'eau douce. Manuel d'élevage de *Macrobrachium rosenbergii*. *FAO Doc. Tech., Pêches*, 225 : 132 p.

## Production Mondiale

**Aquaculture Digest et World Shrimp Farming.** Publiés par Bob Rosenberry, 9434 Kearny Mesa Road, San Diego, CA 92131, USA. Divers numéros.

**Aquatic Farms, Ltd., 1989.** Asia-Wide Shrimp Agro-Industry Sector Study. Aquatic Farms, 1164 Bishop Street, Suite 1608, Honolulu, Hawaiï 96822, USA.

**FAO, 1987.** Statistiques des pêches. Captures et quantités débarquées. Collection FAO : Pêches N° 32, Statistiques N° 85, Volume 64.

**FAO, 1989.** Fisheries Circular N° 815, Revision 1. Production de l'Aquaculture (1984-87).

**Holthuis, L.B. 1980.** FAO species catalogue. Vol. 1. Shrimps and prawn of the world. An annotated catalogue of species of interest to fisheries. *FAO Fish. Synop.*, 125(1) 271 p.

**New, M.B., 1988.** Freshwater prawns : Status of global aquaculture, 1987. NACA Technical Manual 6. UNDP/FAO RAS/86/047; 58 pp.

## D.O.M.-T.O.M.

**Griessinger, J.M., 1986.** Guyane. L'élevage de la chevrette (*Macro-brachium rosenbergii*). *Aqua Revue*, 7 : 21-24.

## Bibliographie

- Falguière J.C., M. Hollande et D. Lacroix, 1987. Le développement de l'élevage de *Macrobrachium rosenbergii* en Martinique. Proc. of the 38th Annual Gulf and Carib. Fish. Inst., 280-291.
- Lacroix, D. et S.I.C.A., 1983. L'aquaculture du *Macrobrachium rosenbergii* aux Antilles Françaises. Bases biologiques de l'aquaculture. Montpellier, IFREMER. Actes de Colloques n°1, 263-276.
- Le Gall, J.Y. et E. Beague, 1986. Introduction du Camaron *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) à l'île de la Réunion (Océan Indien). *Aquaculture*, 52 : 303-305.
- in temperate zone aquaculture. *Aquaculture*, 21 : 375-385.
- Cohen D., A. Sagi, Z. Ra'anani et G. Zohar, 1988. The production of *Macrobrachium rosenbergii* in monosex populations. III. Yield characteristics under intensive monoculture conditions in earthen ponds. *Bamidgeh*, 40 : 57-63.
- Cohen, D., Z. Ra'anani, U. Rappaport et Y. Arieli, 1983. The production of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) in Israel : improved conditions for intensive monoculture. *Bamidgeh*, 35(2) : 31-37.
- Fujimura, T., 1974. Development of a prawn culture industry in Hawaii. Job completion report, NOAA Project No. H-14-D, U.S. Dept. Commerce, Washington, DC, 26 p.
- Fujimura, T. et H. Okamoto, 1970. Notes on progress made in developing a mass culturing technique for *Macrobrachium rosenbergii* in Hawaii. Indo. Pac. Fish. Council. 14th session, Bangkok, Thailand, 18-27 november 1970, (IPFC/C70/SYM53), 16 p.
- Griessinger, J.M., D. Lacroix, J.C. Falguière, Th. Pollet, Ph. Gondouin et G. Mer, 1989. Aménagement des techniques de production de la chevrette *Macrobrachium rosenbergii* en Guyane. (IFREMER, DRV-89.031-RA/Cayenne), 113 p.
- Griessinger, J.M., D. Lacroix, J.C. Falguière, Th. Pollet, Ph. Gondouin, G. Mer et G. Dutto, 1990. Amélioration des techniques d'élevage de la chevrette *Macrobrachium rosenbergii* en Guyane, IFREMER, DRV-90.19-RA/Guyane, 74 p.
- Karplus, I., G. Hulata, G.W. Wohlfarth et A. Halevy, 1986. The effect of size-grading juvenile *Macrobrachium rosenbergii* prior to stocking on their population structure and production in polyculture. I. Dividing the population into two fractions. *Aquaculture*, 56 : 257-270.

## Economie - Marché

Jacquinot, Michel, 1990. Le jour où la chevrette se transforma en crevette bleue des Caraïbes. *Aqua Revue*. 30 : 12-13.

Shang, Y., 1982. Comparison of freshwater prawn farming in Hawaii and in Thailand. Culture practices and economics. *J. World Maricul. Soc.*, 13 : 113-119.

Shleser, R., 1986. Aquaculture in Hawaii, a social and economic dilemma. *Aquacultural Engineering*, 5 : 87-101.

Smith, T.I.J., P.A. Sandifer, W.E. Jenkins et A.D. Stokes, 1981. Effect of population structure and density at stocking on production and commercial feasibility of prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) farming in temperate climates. *Proc. World Maricul. Soc.*, 12(1) : 233-250.

Smith, T.I.J., W. Waltz et P.A. Sandifer, 1980. Processing yields for Malaysian prawns and the implications. *Proc. World Maricul. Soc.*, 11 : 557-569.

## Systèmes d'élevage

Brody, T., D. Cohen, A. Barnes et A. Spector, 1980. Yield characteristics of the prawn *Macrobrachium rosenbergii*

- Ling, S.W., 1962.** Studies on the rearing of larvae and juveniles and culturing of adults of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). *Indo-Pacific Fisheries Council, Current Affairs. Bulletin*, **35**:1-11.
- Malecha, S.R., 1983.** Commercial pond production of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, in Hawaii. In : J.R. Moore and J.P. McVey (Editeurs), CRC Handbook of mariculture, volume 1, Crustacean Aquaculture. CRC Press, Inc., Boca Raton, FL, 231-259.
- Malecha, S.R., 1986.** New techniques for the assessment and optimal management of growth and standing crop variation in the cultured freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquacultural Engineering*, **5** : 183-197.
- Malecha, S.R., J. Polovina et R. Moav, 1981.** Multi-stage rotational stocking and harvesting system for year-round culture of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. University of Hawaii Sea grant Technical Report UNIH-SEAGRANT-TR-81-01, 33 p.
- Ra'anan, Z. et D. Cohen, 1982.** Production of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* in Israel. Winter activities 1980/81. *Bamidgeh*, **34** : 47-59.
- Ra'anan Z. et D. Cohen, 1983.** Production of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* in Israel. II. Selective stocking of size sub-population. *Aquaculture*, **31** : 369-379.
- Sandifer, P.A., T.I.J. Smith, W.E. Jenkins et A.D. Stokes, 1983.** Seasonal culture of freshwater prawns in South Carolina. In : J.R. Moore and J.P. McVey (Editeurs), CRC Handbook of mariculture, volume 1, Crustacean Aquaculture. CRC Press, Inc., Boca Raton, FL, 189-204.
- Ling, S.W., 1969.** Methods of rearing and culturing *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). *FAO Fish. Rep.*, **57(3)** : 607-619.
- Aquacop, 1983.** Intensive larval rearing in clear water of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man, Anuenue stock) at the Centre Océanologique du Pacifique, Tahiti. *CRC Handbook of Mariculture, 1* (Crustacean Aquaculture) : 179-187.
- Fujimura, T. et H. Okamoto, 1970.** Notes on progress made in developing a mass culturing technique for *Macrobrachium rosenbergii* in Hawaii. *Indo. Pac. Fish. Council. 14th session, Bangkok, Thailand, 18-27 november 1970, (IPFC/C70/SYM53)*, 16 p.
- Malecha, S.R., 1983.** Commercial seed production of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, in Hawaii. In : J.R. Moore and J.P. McVey (Editeurs), CRC Handbook of mariculture, volume 1, Crustacean Aquaculture. CRC Press, Inc., Boca Raton, FL, 205-230.
- Uno, Y. et C.S. Kwon, 1969.** Larval development of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) reared in the laboratory. *J. Tokyo Univ. Fish.*, **55(2)** : 179-190.
- in developping a mass intensive larval rearing technique in clear water.** *Proc. World Maricul. Soc.*, **8** : 311-326.
- Milieu d'élevage**
- Aminot A. et M. Chaussepied, 1983.** Manuel des analyses chimiques en milieu marin. CNEXO, Brest, 395 p.
- Aquacop, 1979.** *Macrobrachium rosenbergii* culture in Polynesia : pH control in experimental pond waters by phytoplankton limitation with an algicide. *Proc. World Maricul. Soc.*, **10** : 392-402
- Boyd, C.E., 1982.** Water quality management for pond fish culture.

### Ecloserie

**Aquacop, 1977.** *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) culture in Polynesia : progress

## Bibliographie

Developments in aquaculture and fisheries science, vol. 9. Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, 318 p.

**Boyd, C.E. et D.J. Martinson, 1984.** Evaluation of propeller-aspirator-pump aerators. *Aquaculture*, **36** : 283-292.

**Chamberlain, G.W., 1985.** Principles of aeration and aerators. Coastal Aquaculture, Texas agricultural extension service, vol. 2(2).

**Griessinger, J.M., D. Lacroix, J.C. Falguière, Th. Pollet, Ph. Gondouin et G. Mer, 1989.** Aménagement des techniques de production de la chevrette *Macrobrachium rosenbergii* en Guyane. (IFREMER, DRV-89.031-RA/Cayenne), 113 p.

**Gros, A, 1967.** Guide pratique de la fertilisation. Masson ed., Paris.

**Hollebecq, M.G., 1987.** Le chaulage en étang. Rapport technique interne. INRA. Unité hydrobiologie, 23 p.

**Lasnier-Lachaise, L., 1973.** Agronomie nouvelle. Flammarion, 347 p.

**Martin, J.F., 1987.** La fertilisation des étangs. *Aqua Revue*, **11** : 34-40 et **12** : 35-41.

**Wurzt-Arlet, J., 1980.** La fertilisation des étangs. In : R. Billard. La pisciculture en étang. Publ. INRA. Paris, 99-106.

## Traitement du produit

**Durand et Bécel, 1984.** La conservation par le froid des animaux marins. Stage de formation des aquaculteurs membres de l'A.D.A.GUY. Compte-rendu de la conférence I.S.T.P.M du 9 mars 1984, Cayenne.

**Le Breton, A., 1987.** Influence des conditions de traitement après pêche et de la conservation sous glace sur la qualité de la chevrette, *Macrobrachium*

*rosenbergii*. Laboratoire Départemental d'Hygiène Alimentaire, Direction des Services Vétérinaires. Cayenne, 7 p.

**Miyajima, L. S. et B.F. Cobb, 1977.** Preliminary observations on the frozen storage stability of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. Proc. 2nd Annual Trop. Subtrop. Fish. Technol. Conf., 253-261. Texas A & M Univ. Publ. TAMU-SG-78-101.

**Nip, W.K. et J.H. Moy, 1979.** Effect of freezing methods on the quality of the prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. Proc. World Maricul. Soc., **10** : 761-768.

**Premaratne, R.J., W.K. Nip et J.H. Moy, 1986.** Characterization of proteolytic bacteria of icestored freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Marine Fisheries Review*. **48(2)** : 44-47.

## Pathologie

**Brock, J.A., 1983.** Disease (infectious and noninfectious), metazoan para-sites, predators, and public health considerations in *Macrobrachium* culture and fisheries. In : J.R. Moore and J.P. McVey (Editeurs), CRC Handbook of Mariculture, Volume 1, Crustacean Aquaculture. CRC Press, Inc., Boca Raton, FL, 329-370.

**Johnson, S.K., 1980.** Disease of *Macrobrachium*. In : M.B. New (Editor), Developments in Aquaculture and Fisheries Science, Volume 10, Giant Prawn Farming. Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, 269-277.

**Sindermann, C.J., 1977.** Freshwater shrimp (*Macrobrachium*) diseases. In : C.J. Sindermann (éditeur), Disease diagnosis and control in North American Marine Aquaculture. Elsevier Scientific Publishing Company, New York, 78-95.

## Biologie

**Ling, S.W. et A.B.O. Merican. 1961.** Notes on the life and habits of the adults and



larval stages of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). *Proc. Indo Pacif. Fish. Coun.*, **9(2)** : 55-61.

Ling, S.W. 1969. The general biology and development of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). *FAO Fish. Rep.*, **57(3)** : 589-606.

### Physiologie

---

Aquacop, E. Bédier et G. Descamps, 1989. Chronic effects of low calcium concentration and high pH on the growth and the mortality of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). Présentation à Aquaculture '89, World Aquaculture Society, Los Angeles.

Cripps, M. C. et R.M. Nakamura, 1979. Inhibition of growth of *Macrobrachium rosenbergii* by calcium carbonate water hardness. *Proc. World Maricul. Soc.*, **10** : 575-580.

Fieber Lynn A et L. Peter Lutz, 1982. Calcium requirements for molting in *Macrobrachium rosenbergii*. *J. World Maricul*, **13** : 21-27.

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 p.

Peebles, J.B., 1978. Molting and mortality in *Macrobrachium rosenbergii*. *Proc. World Maricul. Soc.*, **9** : 39-46.

Sandifer P A., J.S. Hopkins et T.I.J. Smith, 1975. Observations on salinity tolerance and osmoregulation in laboratory-reared *Macrobrachium rosenbergii* post-larvae (Crustacea : Caridea). *Aquaculture*, **6** : 103-114.

Sarver, D., S. Malecha and S. Onizuka, 1982. Possible sources of variability in stocking mortality in post-larval *Macrobrachium rosenbergii*. In : M.B.

New (Editeur), Giant Prawn Farming. Developments in Aquaculture and Fisheries Sciences, 10. Elsevier Publishing Co., Amsterdam, 99-113.

Sarver D., S. Malecha et D. Onizuka, 1979. Development and characterisation of genetic stocks and their hybrids in *Macrobrachium rosenbergii* : physiological, responses and larval development. *Proc. World Maricul. Soc.*, **10** : 880-892.

Uno Y., A.B. Bejie et Y. Igarashi, 1975. Effects of temperature on the activity of *Macrobrachium rosenbergii*. *La mer*, **13(3)** : 38-41.

Waterman T. H. (Editor), 1960. The Physiology of Crustacea, Vol I, Metabolism and Growth, Academic Press, New York and London.

### Alimentation

---

Aquacop, 1976. Incorporation de protéines végétales dans un aliment composé pour crevettes *Macrobrachium rosenbergii*. *Aqua-culture*, **8** : 129-138.

Aquacop, 1979. Equipements pour fabriquer des granulés par voie humide destinés aux animaux marins. Proceedings Symp. on Finfish Nutrition and Fishfeed Technology, Hamburg 20-23 June 1978, vol II Berlin 1979.

Balazs, G.H. et E. Ross, 1976. Effect of protein source and level on growth and performance of the captive freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*, **7** : 299-313.

Fair, P.H. et A.R. Fortner, 1981. The role of formula feeds and natural productivity in culture of the prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Aqua-culture*, **24** : 233-243.

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.

## Bibliographie

### Structure de la population

**Malecha S.R., S. Masuno et D. Onizuka, 1984.** The feasibility of measuring the heritability of growth pattern variation in the juvenile freshwater prawns, *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). *Aquaculture*, **38** : 347-356.

**Ra'anan, Z. et D. Cohen, 1984.** Ontogeny of social structure and population dynamics in the giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (de man). In : Crustacean Issues 2 : Crustacean Growth, Adrian Wenner and Frederick R. Schram, Eds. A.A. Balkema Publishers. Rotterdam, 277-311.

**Sagi, A. et 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.

### Génétique

**Fauvel C., 1981.** Différenciation sexuelle et activité génitale chez *Macrobrachium rosenbergii* (de Man), Crustacé Décapode : Palaemonidae. Thèse de Doctorat de 3<sup>ème</sup> cycle, Université Paris 6.

**Hedgecock, D., D.J. Stelmach, K. Nelson, M.E. Lindenfelser et S.R. Malecha, 1979.** Genetic divergence and biogeography of natural populations of

*Macrobrachium rosenbergii*. *Proc. World Maricul. Soc.*, **10** : 873-879.

**Malecha, S.R., 1983.** Genetics and selective breeding. In : J.A. Hanson et H.L. Goodwin (Editeurs), Shrimp and prawn farming in the western hemisphere. Dowden, Hutchinson and Ross, Inc., Stroudsburg, PA, 328-355.

**Malecha S.R., P. Nevin, P. Ha et L. Barck, 1987.** Production of progeny from matings of surgically sex-reversed freshwater prawns, *Macrobrachium rosenbergii*. *J. World Aquac. Soc.*, **18** : 36A.

**Nagamine C., A.W. Knight, A. Maggenti et G. Paxman, 1980.** Effects of androgenic gland ablation on male primary and secondary sexual characteristics in the Malaysian prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) (Decapoda, Palaemonidae), with first evidence of induced feminization in a nonhermaphroditic Decapod. *Gen. Comp. Endocrinol.*, **41** : 423-441.

**Nagamine C., A.W. Knight, A. Maggenti et G. Paxman, 1980.** Masculinization of female *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) (Decapoda, Palaemonidae) by andro-genic gland implantation. *Gen. Comp. Endocrinol.*, **41** : 442-457.

# Glossaire

## a

**aérobie** : conditions dans lesquelles les processus biologiques et chimiques se déroulent en présence d'oxygène.

**alcalinité** : caractérise la concentration en carbonates et en bicarbonates (titre alcalimétrique complet ou T.A.C.). Exprimé en mg/l de  $\text{CaCO}_3$ .

**algicide** : substance toxique pour les algues.

**amendement** : a) substance incorporée au sol pour en améliorer la constitution physique et chimique ; b) action correspondant à cet apport.

**anaérobie** : conditions dans lesquelles les processus biologiques et chimiques se déroulent en l'absence d'oxygène.

**anti-fongique** : produit ajouté aux aliments granulés pour retarder l'apparition de moisissures.

**anti-oxydant** : produit ajouté aux aliments granulés pour freiner le rancissement des graisses.

**Artemia** : (*Artemia salina*) espèce de petit crustacé dont les formes larvaires servent fréquemment d'aliment en éclosérie.

**assec** : période de mise à sec d'un bassin.

## b

**benthique** : qui vit sur le fond.

**biomasse** : poids total des animaux présents dans le bassin. Ramenée fréquemment à une surface unitaire ( $\text{g/m}^2$ ).

**bloom** : multiplication très rapide du phyto-plancton.

## c

**chaîne trophique** : série d'organismes vivants liés par la relation directe ou indirecte de consommation alimentaire : chaque espèce est ainsi proie et prédateur pour deux autres espèces.

**cohorte** : groupe d'individus de même âge, introduits simultanément dans un bassin.

**compensatoire (croissance)** : reprise rapide de la croissance des mâles dominés quand on retire du bassin les mâles dominants.

**compétiteur** : espèce concurrente de la chevrette, soit pour la consommation du granulé, soit pour l'occupation d'un territoire.

**conversion (indice de)** : rapport de la quantité d'aliment apportée sur la quantité de chevrettes produite.

**cylindro-conique** : forme des bacs d'élevage larvaire à parois cylindriques et à fond conique.

## Glossaire

### d

**dureté** : teneur de l'eau en ions calcium et magnésium principalement (dureté totale ou TH, titre hydrométrique). S'exprime en mg/l de CaCO<sub>3</sub>.

### e

**écloserie** : bâtiment spécialisé où l'on produit les postlarves.

**écosystème** : ensemble des interactions entre le milieu et les organismes qui y vivent.

**efficacité (de pêche)** : nombre d'animaux récoltés par rapport au nombre d'animaux récoltables dans un bassin.

**enrobage** : opération consistant à déposer une pellicule d'huile sur le granulé juste avant la distribution.

**ensemencement** : mise en bassin des postlarves.

**enzyme** : substance organique qui active les réactions biochimiques.

**eutrophisation** : processus d'enrichissement excessif du milieu.

**exuvie** : ancienne carapace abandonnée par les crustacés à la fin de la mue.

### f

**fèces** : excréments.

**filtre biologique** : en écloserie, support physique abritant des bactéries capables de neutraliser les déchets toxiques des larves.

### g

**gamètes** : cellules spécialisées dans la reproduction (spermatozoïde ou ovule).

**glucide** : substance composée de carbone, d'oxygène et d'hydrogène. Forme de réserve d'énergie fréquente.

**gonopore** : orifice d'émission des produits sexuels.

**grainée** : qualifie une femelle qui porte des œufs.

### h

**hépatopancréas** : organe complexe capable d'assurer plusieurs fonctions : assimilation, excrétion, stockage et synthèse.

**histogramme (de fréquence de tailles)** : graphique présentant la proportion d'individus de la population dans chaque classe de taille.

**hypoxie** : déficit en oxygène dû à une très forte consommation d'origine chimique ou biologique.

### i - j

**inhibiteur** : substance qui ralentit, voire arrête, une réaction chimique ou physiologique.

**inoculum** : apport d'eau riche en phytoplancton.

**ind/m<sup>2</sup>** : individus par mètre carré, unité pour exprimer la densité d'élevage.

**juvénile** : jeune chevrette.

I

**lessivage** : dilution rapide des éléments dissous ou en suspension dans un bassin par un fort renouvellement d'eau.

**létale** : mortelle ; se dit d'une concentration d'un élément ou d'un composé chimique qui provoque la mort de l'animal.

**liant** : substance naturelle ou de synthèse dont l'incorporation dans le granulé renforce la tenue à l'eau.

**lipides** : corps gras (huiles, graisses) insolubles dans l'eau. Forme fréquente de réserve d'énergie.

m

**maille sélective** : taille de la maille du filet qui permet de définir la taille minimale de sélection des animaux.

**mangeoire** : cadre de toile sur lequel on dépose de l'aliment et que l'on pose au fond du bassin pour contrôler la consommation.

**métabolisme** : ensemble des transformations physicochimiques qui s'accomplissent dans les tissus d'un organisme vivant (réactions de synthèse et de dégradation).

**microfaune** : animaux de petite taille (0,2 à 5 mm) vivant dans ou sur le sédiment (crustacés, vers, larves d'insectes, etc.).

**minéralisation** : transformation d'un composé organique en éléments minéraux simples par l'activité chimique et bactérienne.

**monosexé** : qualifie les élevages composés d'animaux du même sexe.

**morphotypes** : types morphologiques des mâles de chevrettes, liés à leur place sociale. Mâles à pinces bleues, à pinces orange et à pinces claires.

**mue** : processus physiologique qui permet à tout crustacé de se débarrasser régulièrement de sa carapace pour grandir.

n

**nutrition (taux de)** : proportion d'aliment apportée chaque jour par rapport à la biomasse du bassin.

o

**omnivore** : qui se nourrit aussi bien de chair que de végétaux.

**osmorégulation** : fonction physiologique qui permet de maintenir constante la concentration du milieu intérieur en éléments dissous, malgré les variations du milieu extérieur.

**ovocyte** : produit sexuel femelle.

**oxydation** : processus de combinaison d'un corps avec l'oxygène.

p

**paddle wheel** : aérateur constitué de roues à palettes qui, en tournant, frappent la surface, entraînant l'oxygénation et la mise en mouvement de l'eau.

**paramètre** : élément variable influant sur le milieu et/ou sur le cheptel et donc globalement, sur l'ensemble de l'élevage.

## Glossaire

**Pénéides** : principale famille de crevettes de mer tropicales.

**pH** : potentiel Hydrogène. Caractérise l'acidité de l'eau. Varie de 1 à 14.

**photosynthèse** : processus bio-chimique par lequel les végétaux construisent leur propre matière organique à partir de composés minéraux simples (gaz carbonique, nitrates, etc.) et d'énergie solaire. Cette réaction produit de l'oxygène.

**phytoplancton** : ensemble des algues microscopiques en suspension dans l'eau

**piscicide** : substance toxique pour les poissons (synonyme = ichthyotoxique).

**polyinsaturés** : qualifie les acides gras des lipides indispensables à la croissance, présents notamment dans l'huile de poisson .

**population** : ensemble des chevrettes d'un même bassin, quel que soit leur âge.

**postlarve** : stade suivant la métamorphose de la larve. C'est à ce stade que les chevrettes sont mises en bassin.

**PL/l** : postlarves par litre.

**PL/m<sup>2</sup>** : postlarves par mètre carré.

**ppm** : partie par million (milligramme par litre ou gramme par mètre cube).

**prédateur** : animal qui se nourrit de proies. Ici, animal qui mange la chevrete, quelle que soit sa taille.

**prégrossissement** : première phase de l'élevage qui permet de combiner

une croissance rapide et une forte densité dans un petit bassin grâce un contrôle rigoureux des conditions d'élevage.

**prémix** : mélange complet et équilibré de vitamines, de minéraux et d'oligo-éléments que l'on ajoute aux principaux ingrédients au moment de la fabrication du granulé.

**pression partielle** : pression qu'aurait un gaz faisant partie d'un mélange s'il était seul.

**production primaire** : quantité de matière organique produite par la photosynthèse.

**protéines** : l'un des principaux constituants de la matière vivante. Composées essentiellement d'acides aminés riches en azote.

## r

**raceway** : bac ou bassin de forme rectangulaire très allongée.

**ration** : quantité d'aliment distribuée chaque jour aux chevrettes.

**réduction** : processus d'élimination de l'oxygène dans un composé chimique qui aboutit au stade final à la création de composés généralement toxiques.

**rémanence** : temps pendant lequel un produit peut être encore actif, voire toxique.

**rendement** : production par rapport à une surface donnée pour un intervalle de temps défini (généralement en T/ha/an).

**restockage** : introduction d'animaux dans un bassin déjà ensemencé.

**retour (taux de)** : nombre d'animaux commercialisés par rapport au nombre de postlarves introduites.

**roténone** : substance végétale naturelle très toxique pour les poissons.

### S

**saumâtre** : se dit d'un mélange d'eau de mer et d'eau douce.

**Secchi** : appareil pour mesurer la turbidité de l'eau.

**sélectivité (de pêche)** : capacité de sélectionner les animaux récoltables par rapport au reste des animaux trop petits pour être récoltés.

**senne** : filet de pêche à maille sélective.

**sex-ratio** : proportion de mâles par rapport aux femelles dans une population.

**SICA** : Société d'intérêt collectif agricole.

**spermatocyte** : produit sexuel mâle.

**sublétale** : proche de la valeur considérée comme limite mortelle, encore compatible avec la survie mais entraînant des troubles chez l'animal.

**subrécoltables** : qualifie les animaux de taille juste inférieure à la taille de récolte.

**survie (taux de)** : nombre d'animaux extraits du bassin par rapport au nombre introduit.

### t

**T/ha/an** : tonnes par hectare et par an. Unité utilisée en phase de grossissement pour exprimer le rendement .

**tourteau** : résidu solide obtenu lors du traitement des graines et des fruits oléagineux en vue de l'extraction de l'huile.

**turbidité** : quantité de matières en suspension dans l'eau. Par extension, assimilée à l'opacité.

### U - V

**uropodes** : nageoires biramées très aplaties du dernier segment de l'abdomen formant la palette natatoire.

**vitellogénèse** : phase de la maturation sexuelle pendant laquelle s'accumulent les réserves dans les ovocytes.

### Z

**zooplancton** : ensemble des animaux microscopiques en suspension dans l'eau.





## Index

**a**

Aérateurs	
à hélice	228
coût	231
emplacement	230
paddle-wheel	228
puissance	230
séquence de fonctionnement	230
Aération-brassage	226-231
Alcalinité de l'eau	
contrôle	196
définition	211
mesure	212
Algicides	223
Aliment	
anti-fongiques	182
anti-oxydants	182
attractants	181-183
calcul de la ration	269-275
compétiteurs	233
composé	331
composition	186 ; 189
conservation	182 ; 185 ; 188
contrôle de la qualité	277
distributeurs	276
distribution	275-277
fabrication artisanale	185-189
fabrication industrielle	179-185
granulés	183
indice de conversion	269
liants	180
mangeoires	271
mauvaise qualité	277
miettes	183
prémix	181
prix	331
taux de nutrition	270

Alimentation	
besoins	329
blessures	273
naturelle	326
productivité naturelle	328
Amendements	
carbonates	196 ; 211
chaux	196
choix	196-197
distribution	198-202
efficacité	197
gypse	196
Arrivée d'eau	
filtration	233
Assec	200 ; 289-293 ; 218-221

**b**

Bassin	
hydraulique	159-163
normes	157-159
préparation à l'ensemencement	245
Bangladesh	17
Biomasse	
pour le calcul de la ration	270
méthodes de calcul	260-265
Blessures (voir Pathologie)	
Brésil	21

**c**

Carapace	
maladies	281
mue	316

## **Index**

Cheptel			
biomasse	260		
échantillonnage	251		
suivi	251-267		
tri	115-121		
Commercialisation	72-83		
classes de taille	76 ; 129-131		
valorisation	77-83		
Coopératives aquacoles	140-142		
Croissance			
compensatoire	88 ; 335-339		
courbe de croissance	169		
dominance	338		
femelles	335		
individuelle hétérogène	87 ; 335-339		
juvéniles	335		
mâles	336		
poids moyen	251-255		
tables de relation	265-267		
<b>d</b>			
D.O.M.-T.O.M.	36-56		
aides publiques	135-137		
commercialisation	74		
production	54-56		
subventions	135		
Dominicaine (république)	25		
Dureté de l'eau			
contrôle	200		
définition	211		
mesure	212		
<b>e</b>			
Echantillonnage	251		
survie à l'ensemencement	247- 249		
Ecloserie			
choix du système	173		
intégrée	168 ; 176		
pilote	168 ; 174		
régionale	168 ; 176		
systèmes d'élevage	169-172		
Elevage			
extensif	13		
historique	1-3 ; 26		
polyculture	13		
semi-intensif	13		
super-intensif	14 ; 27		
continu	89-99		
discontinu	101-113		
Engrais			
minéraux	219-220		
organiques	219-220		
Entreprise aquacole	134-142		
choix système d'élevage	127-132		
comptes d'exploitation	147		
équipements	165		
financement	135-138 ; 144-153		
investissement	143-145		
plan de financement	143-145		
rentabilité	152		
subventions	139-142		
taille	145 ; 150		
trésorerie	145 ; 150		
types d'entreprise	139-142		
<b>f - g</b>			
Filets			
d'échantillonnage	287		
de pêche sélective	289		
stockage	294		
Grossissement			
analyse économique	128-132		
choix du système	127-132		
en continu	89-99		
en discontinu	101-113		
évolution des techniques	114-126		
exemples de fermes	96 ; 98 108 ; 111		
monosexé	122		
rotationnel	119		

Guadeloupe		Maurice (L'île)	33 ; 176
commercialisation	47	Mexique	23
écloserie	174	Morphotypes (voir Population)	
historique	45	Mortalité (voir Pathologie)	
production	46-47	Mue	
Guyane		contrôle	318
commercialisation	50 ; 79	cycle	316
écloserie	176	minéralisation	319
exemple de ferme	98		
historique	47		
production	49		
station de Kourou	48-49		
traitement du produit	301		
		<b>o</b>	
		Osmorégulation	322
<b>h - i - j</b>		Oxygène dissous	206-210
Hawaï	26	contrôle	209
Israël	34	déficit	209 ; 217
Japon	27	définition	207
		mesure	208
		valeurs létales	208 ; 214 ; 218 ; 227 ; 316 ; 325
		variations	218 ; 227
<b>m</b>		<b>p</b>	
<i>Macrobrachium</i>		Pathologie	279-283
autres espèces	10	blessures	273 ; 281
classification	309	comportement anormal	283
cycle biologique	311	mortalité massive	279
distribution	309	mortalité progressive	280
morphologie	313		
pêcheries	10	Pêche	284 - 294
Maladies (voir Pathologie)		de transfert	293
Marché		d'échantillonnage	287
exportation	72	efficacité	92 ; 259 ; 289
français	73	filet sélectif	289
international	72	filets	284-287
perspectives	82	par vidange	289-292
Martinique		sélectivité	259 ; 289
commercialisation	43	techniques	289-291
historique	41	pH de l'eau	204
Maturation sexuelle		contrôle	204
contrôle génétique	125	définition	204
mise en place	320	effets des amendements	196 ; 197 ; 201



Survie		Thaïlande	15
cage-test	247		
évaluation	249 ; 258	Traitement du produit	295
		altération	295
		congélation	303
		conservation	302 ; 304
		en frais	299
		protocole	298
		Transfert	293
		Turbidité de l'eau	
		définition	213
		mesure	213-214
		provoquée	223
		Valorisation	72-75
		Vietnam	25
Tahiti	38-41		
Aquapac	40 ; 224		
commercialisation	240 ; 129		
exemples de fermes	107 ; 112		
historique	38		
production	41		
Taiwan	20		
Température de l'eau			
contrôle	211		
mesure	211		
valeurs létales	325		
variations	210		



# Adresses

<input type="checkbox"/>	<b>Organismes</b> .....	361
<input type="checkbox"/>	<b>Associations scientifiques</b> .....	364
<input type="checkbox"/>	<b>Centres de recherche et de documentation</b> .....	364
<input type="checkbox"/>	<b>Revue</b> .....	365
<input type="checkbox"/>	<b>Fournisseurs</b> .....	366

## Organismes

En métropole et dans chaque département et territoire d'outre-mer, plusieurs organismes interviennent ou peuvent intervenir dans l'élevage de la chevrette. Chaque organisme étant spécialisé, il doit être contacté dans son domaine de compétences.

**DDAF** (Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt) = autorisation de prise d'eau, dossiers d'aides, de subventions, organisation de la profession.

**DSV** (Direction des Services Vétérinaires) = autorisation d'importation d'espèces, contrôle de la qualité sanitaire.

**IEDOM** (Institut d'Emission des Départements d'Outre-Mer) = organisme intervenant dans le refinancement des projets d'aquaculture dans les D.O.M.

**IFREMER** (Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer) = information, conseil, assistance scientifique et technique, études et recherches ciblées, formation, vulgarisation.

## Adresses

**ODEADOM** (Office de Développement de l'Economie Agricole des Départements d'Outre-Mer) = organisme intervenant pour l'aide au financement des structures du développement de l'élevage.

**ORSTOM** (Institut Français de Recherche pour le Développement en Coopération) = laboratoire d'hydrobiologie et de pédologie, analyse et appréciation des eaux et des sols, prospection des sites.

**SICA** (Société d'Intérêt Collectif Agricole) = organisation de la profession, gestion d'écloserie, assistance technique, organisation de la commercialisation.

---

## Métropole

**IFREMER**, Technopolis 40, 155 rue Jean-Jacques Rousseau, 92138 Issy-les-Moulineaux Cedex. Tél. (1) 46.48.21.00 -Télex 631 912.

**GIE Recherche Aquacole**, Technopolis, 165 rue Jean-Jacques Rousseau, 92138 Issy-les-Moulineaux Cedex. Tél. (1) 46.45.99.17 - Fax (1) 46.45.99.17.

**ODEADOM**, Office de Développement de l'Economie Agricole des Départements d'Outre-Mer, 28 bd de Grenelle, 75015 Paris. Tél. (1) 40.58.70.00.

**IEDOM**, Institut d'Emission des Départements d'Outre-Mer, 8 cité

Retiro, 75008 Paris. Tél. 40.06.41.41 - Fax (1) 47.42.75.53.

**Ministère des DOM-TOM**, 27 rue Oudinot, 75007 Paris. Tél. (1) 47.83.01.23.

**Ministère de l'Agriculture**, 78 rue de Varenne, 75007 Paris. Tél. (1) 49.55.49.55 - Télex 205 202.

**Ministère de la Mer**, 3 place de Fontenoy, 75007 Paris. Tél. (1) 42.73.55.05 - Fax (1) 42.73.23.74 - Télex 250 827.

**Caisse Centrale de Coopération Economique**, 8 cité Retiro, 75008 Paris. Tél. (1) 40.06.33.31 - Fax (1) 42 66 07 40.

## DOM-TOM

### Guadeloupe

**SICA Aquacole**, Route des Plaines, 97116 Pointe Noire. Tél : (590) 98.24.28 - Fax (590) 98.24.28.

**INRA**, Domaine Duclos, CRAG BP 1232, 97184 Pointe-à-Pitre Cedex. Tél. (590) 25.59.99 - Fax (590) 25.59.24 - Télex 919 867.



**ORSTOM**, BP 1020, 97178 Pointe à Pitre. Tél. (590) 82.05.49 - Fax (590) 91.59.88 - Téléx 919 231.

**DSV**, Jardin Botanique, 97100 Basse Terre. Tél. (590) 81.13.38.

**DDAF**, Jardin Botanique, 97100 Basse Terre. Tél. (590) 81.22.10 - Fax (590) 81.63.58.

### Guyane

**IFREMER**, BP 477, 97331 Cayenne Cedex. Tél. (594) 30.22.00 - Fax (594) 30.80.31 - Téléx 910 358.

**INRA**, Campus Agronomique, Avenue de France, BP 709, 97387 Kourou Cedex. Tél. (594) 32.13.10 - Fax (594) 32.23.18 - Téléx 910 644.

**ORSTOM**, BP 165, 97321 Cayenne Cedex. Tél. (594) 30.27.85 - Fax (594) 31.98.55 - Téléx 910 608.

**DSV**, Avenue Pasteur, BP 7017, 97307 Cayenne Cedex. Tél. (594) 31.01.93.

**DDAF**, Parc Rebard, 97300 Cayenne. Tél. (594) 30.29.05 - Fax (594) 30.29.39 - Téléx 910 576.

### Martinique

**IFREMER**, Pointe Fort, 97231 Le Robert. Tél. (596) 65.11.54 - Fax (596) 65.11.54 - Téléx 912 488.

**SICA Aquacole**, ZI Place d'Armes, 97232 Le Lamentin. Tél. (596) 51.57.55.

**ADAM**, Association pour le Développement de l'Aquaculture à la Martinique, Pointe Lynch, 97231 Le Robert. Tél. (596) 65.41.79.

**ORSTOM**, BP 81, 97201 Fort-de-France. Tél. (596) 70.28.72 - Fax (596) 70.28.72 - Téléx 912 024.

**DSV**, Ex coll agric de Tivoli, BP 671, 97262 Fort-de-France. Tél. (596) 64.64.60.

**DDAF**, Jardin Desclieux, 97200 Fort-de-France. Tél. (596) 63.94.01 - Fax (596) 63.04.38 - Téléx 912 572.

### La Réunion

**IFREMER**, BP 60, 97423 Le Port. Tél. (262) 42.03.40 - Fax (262) 43.84.09 - Téléx 3045+.

**DSV**, Parc de la Providence, 97488 Saint-Denis Cedex. Tél. (262) 20.21.66 - Téléx 916 476.

**DDAF**, Bd de la Providence, 97400 Saint Denis. Tél. (262) 30.33.91.

### Tahiti

**IFREMER COP**, BP 7004, Taravao, Tahiti. Tél. (689) 57.12.74 - Fax (689) 57.24.77 - Téléx 294+.

**ORSTOM**, BP 529, Papeete. Tél. (689) 43.98.87 - Téléx 332+.

**EVAAM**, Etablissement pour la Valorisation des Activités Aquacoles et Maritimes, BP 20, Papeete.

### Nouvelle-Calédonie

**IFREMER**, quai de la Moselle, BP 2059, Nouméa. Tél. (687) 28.51.71.

## **Associations scientifiques**

Ces associations internationales regroupent principalement des chercheurs, des éleveurs et des industriels déjà engagés dans l'aquaculture ou intéressés par ce domaine. Ces associations à vocation régionale le plus souvent, organisent chaque année des congrès internationaux où sont présentés les acquis les plus récents de la recherche, de l'élevage et de la commercialisation. Les congrès sont souvent couplés à une exposition des matériels spécialisés et des services utilisés dans ce secteur.

---

**World Aquaculture Society, (WAS),**  
143 J.M. Parker Coliseum, Louisiana  
State University, Baton Rouge, LA  
70803.

P.O. Box 5000, Mayaguez, PR  
07009.

**CAA, Caribbean Aquaculture  
Association, Department of Marine  
Sciences, University of Puerto Rico,**

**GCFI, Gulf and Carribean Fisheries  
Institute, Rosenstiel School,  
University of Miami, 4600  
Rickenbacker Causeway, Miami,  
FL 33149-1098. USA.**

## **Centre de recherche et de documentation**

Les grands centres de recherche et d'expérimentation sur cette espèce sont peu nombreux et peuvent être directement sollicités pour des visites, des informations ou de la documentation scientifique et technique ou même des stages de formation. Il existe aussi plusieurs centres de documentation qui mettent à la disposition de tout demandeur de la bibliographie actualisée sur la chevette et son élevage.

---

**FAO, Food and Agriculture  
Organization, via delle terme di  
Caracalla, 00100 Rome, Italie. Tél.  
57.97.64.50 - Fax (06) 540.42.97 -  
Télex 610 181.**

**FIPERJ, Praça 15 de Novembro, Rio  
de Janeiro. R.J. CEP 20010, Brésil.  
Tél. (21) 231.2373.**

**IFREMER**, Service de Documentation,  
Rue de l'Île d'Yeu, BP 1049, 44037  
Nantes Cedex. Tél. 40.37.40.00 -  
Fax 40.37.40.01 - Téléx 711 196.

**IFREMER**, Service des Publications,  
BP 70, 29263 Plouzané. Tél.  
98.22.40.40 - Téléx 940 627.

**IFREMER**, voir adresses des centres  
régionaux dans les D.O.M.-T.O.M.  
concernés.

**NACA**, Network of Aquaculture Centers  
in Asia. UNDP, PO Box 618,  
Bangkok, Thaïlande.

**SEAFDEC**, Southeast Asian Fisheries  
Development Center. Iloilo Liaison  
Office, PO Box 256, Iloilo City,  
Philippines.

**South Carolina Wildlife and Marine  
Resource Department**, (Paul  
Sandifer), P.O. Box 12559, 217 Fort

Johnson Rd, Charleston, SC 29412,  
USA. Tél. (803) 795.6350.

**Université d'Hawaï**. (Spencer  
Malecha), Department of Animal  
Science, University of Hawaii, 1800  
East-West Rd, Honolulu, Hawaii  
96822, USA.

**Université de Jérusalem**, (Dan Cohen  
et Ziva Ra'anani), Life Science  
Institute, The Hebrew University of  
Jerusalem, Israël.

**Université de Porto-Rico**, (Dallas  
Alston) Department of Marine  
Sciences, University of Puerto Rico,  
Mayaguez, PR 00709. Tél. (809)  
899.2048.

## Revue

Il existe de très nombreuses revues dans le domaine de l'aquaculture. Le caractère scientifique est plus ou moins marqué selon l'éditeur et le public visé. Nous avons privilégié ici les revues à caractère plutôt général ce qui permet de situer l'élevage de la chevrette par rapport à d'autres espèces comme les Pénéides par exemple. Par ailleurs, le lecteur pourra trouver dans ces revues, de nombreuses références et adresses de fournisseurs de matériel et de produits de toutes sortes.

---

**Aquaculture Digest / World Shrimp Farming**. (Editeur : Bob Rosenberry), 9434 Kearny Mesa Road, San Diego, CA 92126, USA. Tél. (619) 271.0133 - Fax (619) 566.1230.

**Aquaculture Magazine**, P.O. Box 2329, Asheville, NC 28802, USA. Tél. (704) 254.7334.

**Aqua Revue**, 55 cours G. Clémenceau, 33000 Bordeaux. Tél. 56.44.62.08.

## Adresses

**Fish Farming International**, Cloister Court, 24 Faringdon Lane, London, EC1R 3AU, Royaume Uni.

**Equinoxe**, IFREMER, rue de l'Île d'Yeu, 44200 Nantes. Tél. 40.37.40.00.

**ASFA**, Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts. Banque de données consultable dans tous les centres IFREMER.

# Fournisseurs

Les principaux équipements et produits utilisés dans l'élevage de la chevrette sont ici regroupés par type de matériel. La liste des entreprises retenues n'est pas exhaustive et a été établie librement : elle correspond seulement aux fournisseurs déjà connus et utilisés avec satisfaction depuis plusieurs années pour cet élevage.

## Centrales d'achat

**AQUAFAUNA BIO-MARINE**, PO Box 5, Hawthorne, California 90250, USA. Tél. (213) 973-5275 - Fax (213) 676-9387 - Télex 371 812.

**AQUATIC ECO-SYSTEMS, Inc.**, 2056 Apoka Blvd., Apoka, Florida 32703, USA. Tél. (407) 886-3939 - Fax (407) 886-6787.

**AREA, Inc.**, PO Box 1303, Homestead, FL 33090, USA. Tél. (305) 248-4205.

**FRANCE AQUACULTURE SANOFI**, BP 70, 29280 Plouzané. Tél. 98.31.86.86 - Fax 98.31.86.90 - Telex 941 408.

**FRITZ AQUACULTURE**, PO Drawer 17040, Dallas, Texas 75217, USA. Tél. (214) 285-5471.

**PRO AQUA**, Sainte Colombe, Route de Villeveyrac, 34560 Montbazin. Tél 67.78.86.87 - Fax 67.53.26.96 - Telex 480 040.

**ZEIGLER BROS., Inc.**, PO Box 95, Gardners, PA 17324, USA. Tél. (717) 677-6826.

## Aliment (fabricants)

**AQUALIM**, B.P. 1, 16440 Nersac. Tél. 45.90.53.11 - Fax 45.90.69.99 - Télex 790162.

**FRALEX, groupe UFAC**, Le Bord'Haut, 95450 Vigny. Tél. (1) 30.39.27.56.

**FRIPPAK**, voir France Aquaculture Sanofi.

**JOURDAIN**, B.P. 45, 77120 Coulommiers. Tél. 64.03.09.86 - Télex. 691672.

**PROMA SA.**, ZI La Lézarde, 97232 Le Lamentin. Tél. (596) 51.07.38 - Fax (596) 51.48.99.

**RANGEN Inc.**, Aquaculture Feeds Division, PO Box 706, Buhl, Idaho 83316, USA. Tél. (208) 543-6421 - Fax (208)-543-8037 - Telex 150 100.

**SARB**, Compagnie Française Nutrition Animale, 28 rue Legendre, 75017 Paris. Tél. (1) 42.27.02.00. Télex 280519.

### Aliment (distributeurs)

**FARMBOYS Industries, Inc.** P.O. Box 326, Swifton, AR 72471, USA. Tél. (501) 485-2400.

**HARRINGTON Manufacturing Corp.** 2362 Warren St., P.O. Box 2306, ID 83303, USA. Tél. (208) 734-2884.

**KEMERS**, voir France Aquaculture Sanofi.

**NAN RONG**, Aquaculture Machinery Corp. 75-10 I-Chou Li, Yiang Hsuei Cheng, Tainan, Hsiang, Taiwan, R.O.C. Fax (06) 6521356 - Tél. : 71880.

### Matériel de laboratoire

**BIOBLOCK SCIENTIFIC**, B.P. 111, 67403 Illkirch Cedex. Tél. 88.67.14.14 - Fax 88.67.11.68 - Tél. 890436.

**COFRALAB**, ZI du Haut Vigneau, BP 128, 37, rue de la Gourse, 33173 Dradignan Cedex. Tél. 56 75 68 23- Fax : 56 75 56 91.

**PROLABO**, BP 369, 75526 Paris Cedex 11. Tél. (1) 48.07.38.00 - Fax (1) 47.00.36.81 - Tél. 680578.

### Trousses d'analyses de l'eau

**HACH Europe SA**. BP 51, 5000 Namur 1, Belgique. Tél. 59027.

**CIFEC**. 12 bis rue du Commandant Pilot, 92200 Neuilly sur Seine. Tél. (1) 46.37.54.02 - Fax (1) 46.40.00.87 - Tél. : 611627.

### Algicides

**AQUASHADE Inc.** P.O. Box 198, Eldred NY 12732, USA.

**Applied Biochemists Inc.**, 5300 West County Line Rd, Mequon, WI 53092, USA. Tél. (414) 242-58.70 - Tél. 910 276-3618.

### Roténone

**SAPHYR**, ZI des Terriers, Rte Grasse, 06600 Antibes. Tél. 93.74.73.13 - Fax 93.33.28.11 - Tél. 461 441.

**SANOFI Aquaculture**, (Predatox), 10 rue de Chaillot, 75116 Paris Cedex. Tél. (1) 40.73.28.55 - Fax (1) 40.73.40.87 - Tél. 610 249.

**ARGENT Chemical Laboratories**, 8702, 152nd Av. NE, Redmond WA 98052, USA. Tél. (206) 885-3777 - Tél. 269161.

**NTISS Drug and Chemical**, CB 2000, Floral Park, NY 11001, USA.

### Filtres pour arrivée d'eau

**UGB** (Union des Gazes à Bluter), BP 2, 42360 Panissieres. Tél. 77.28.60.22 - Fax 77.28.66.07 - Tél. 330 130.

**TRIPETTE et RENAUD**, ZI du Val-de-Seine, 20 avenue Marcelin Berthelot, 92390 Villeneuve-la-Garenne. Tél. (1) 47.98.80.06 - Fax (1) 47.98.29.04 - Tél. 613 949.

### Aérateurs

**Aeration Industries International, Inc.** Box 59144, Minneapolis, MN 55459, USA. Fax (612) 448-7293.

**NAN RONG**, Aquaculture Machinery Corp. 75-10 I-Chou Li, Yiang Hsuei Cheng, Tainan, Hsiang, Taiwan, R.O.C. Fax : (06) 652-1356 - Tél. 71880.

## Adresses

### Pompes

**ABS**, 14, rue Montgofier, 93115 Rosny-sous-Bois - Tél. (1) 45 54 57 60 - Fax (1) 48 54 42 82.

**GUINARD**, 179 Bld St-Denis, 92400 Courbevoie. Tél. (1) 47.88.50.52 - Fax (1) 47.88.23.78 - Télex 610 592.

**ITT FLYGT SA.**, Parc de l'Île, 29 rue du Port, 92022 Nanterre Cedex. Tél. (1) 46.95.33.33 - Fax (1) 46.95.33.79 - Telex 620 688..

### Filets

**AYELLO et Fils.** BP 1016, 59375 Dunkerque Cedex 1. Tél. 28.65.02.11 - Fax 28.63.85.30. Télex 940436.

**KLM**, ZI de Pouldavid, 29174 Douarnenez Cedex. Tél. 98.92.11.91 - Télex 940 855.

**Le DREZEN**, BP 46, Lechiagat, 29115 Le Guilvinec. Tél. 98.58.10.54 - Télex 940 436.

### Bacs isothermes

**ALLIBERT Manutention**, Le Doublon, 11 avenue Dubonnet, 97407 Courbevoie Cedex. Tél. (1) 49.04.42.11 - Télex 630964.

### Froid

**BONNET Réfrigération**, 5 rue Chante Coq, 92808 Puteaux Cedex. Tél. (1) 47.76.42.32.

**DAGGARD S.A.**, Rte du Stade, 23600 Boussac. Tél. 55.82.40.00 - Fax 55.65.10.00.

**G.A.P.**, 122 rue Vaillant-Couturier, 93130 Noisy-Le-Sec. Tél. (1) 48.91.01.00 - Télex 220350.

**MATAL (Sté)**, BP 24, Les Sorinières, 44400 Reze-Les-Nantes. Tél. 40.47.08.08 - Télex 711093.

**PAUMIER (Ets)**, Z.I. Babeuf, 76400 Fécamp. Tél. 35.27.38.27 - Fax 35.29.34.78 - Télex 190401.

**SIFT**, Z.I. La Trésorerie, 62126 Wimille. Tél. 21.87.09.05.

### Bureaux d'études

**AQUASERVICE**, Port St Clair II, Les Quilles, 34200 Sète. Tél. 65.53.77.67 - Fax 67.53.65.97 - Telex 480 761.

**FRANCE AQUACULTURE SANOFI**, BP 70, 29263 Plouzané. Tél. 98.31. 86.86 - Fax 98.31.86.90 - Télex 941 408.

**GEM** (Etudes de marché), 58-A rue du Dessous des Berges, 75013 Paris. Tél. (1) 45.84.01.94.

**PACIFIQUE AQUACULTURE SERVICES**, BP 7392, Taravao, Tahiti. Tél. (689) 57.12.74 - FAX (689) 57.24.77.

**SEPIA**, 2 rue Stephenson, 78181 St Quentin en Yvelines Cedex. Tél. (1) 30.43.99.27 — Fax (1) 30.57.97.45 - Télex 699 734.

# Assistance internationale pour les projets de développement

La plupart des projets de développement peuvent être financièrement assistés par l'un ou l'autre des mécanismes de financement internationaux. On peut cependant distinguer trois types principaux de financements faisant appel à des sources différentes pour chacun d'entre eux.

## 1. Etudes d'identification, de préfaisabilité ou de faisabilité

### a) Projet de production

#### Fonds du Centre pour le Développement Industriel (CDI)

Rue de l'Industrie 26-28  
1040-BRUXELLES Belgique  
Tél. : 32 2 5134100  
Tlx : 61427 CDI B  
Fax : 32 2 5117593

Le CDI est un organisme de la CEE cogéré par la CEE et les Etats ACP. Sa mission est d'encourager les co-investissements entre investissements de la CEE et des pays ACP. Le CDI intervient donc comme structure de rencontre, mais aussi d'assistance à l'identification et à la mise en place des projets, en prenant à sa charge environ 50 % des coûts des études de faisabilité ou de préfaisabilité.

#### Fonds d'études de la Caisse Centrale de Coopération Economique (CCCE)

Cité du Retiro  
37, Rue Boissy-d'Anglas  
75379 PARIS Cedex 08 France  
Tél. : 33 1 40063131  
Tlx : 212632  
Fax : 33 1 42660331

Dans le cadre d'accord bilatéraux, la CCCE a mis en place dans certains pays des fonds permettant de financer des études de faisabilité, sous forme de prêts remboursables en cas d'investissement.

## **Adresses**

### **b) Programme de développement**

#### **Programme de coopération technique de la FAO (TCP)**

Programme TCP  
DDF  
Direction du Développement  
FAO  
Via Delle Terme di Caracalla  
00100-ROMA Italie

Tél. : 39 6 57971  
Tlx : 610181  
Fax : 39 6 6799563

Le programme TCP de la FAO est destiné à financer des projets de courte durée (moins de 1 an) et de faible ampleur (moins de 250 000 US D.) qui sont pour la plupart des projets d'identification ou de phase préparatoire à des projets de développement soumis ensuite à des financements plus lourds (PNUD, Banques de développement)

#### **Fonds d'Aide et de Coopération du Ministère de la Coopération et du Développement (FAC).**

Ministère de la Coopération et du Développement  
20, Rue Monsieur  
75700 PARIS France

Tél. : 33 1 47831010  
Tlx : 202363  
Fax : 33 1 43069740

Le FAC peut être utilisé pour financer des études préalables à la mise en place de projets de développement.

## **2 Projets-pilote**

Ces projets sont généralement menés dans le cadre d'organisations gouvernementales et n'aboutissent que rarement à une rentabilité, mais ont des objectifs de démonstration, de formation, etc...

Leur financement peut être assuré par diverses voies bi ou multilatérales.

#### **Programme des Nations-Unies pour le Développement**

UNDP  
One United Nations Plaza  
NEW YORK, N.Y. 10017 USA

Tél. : 1 906 5866



Le PNUD finance généralement des opérations de développement menées par les organismes publics, mais depuis quelques années son action s'est étendue au secteur privé, lorsque le gouvernement en est d'accord.

### **Fonds d'Aide et de Coopération (FAC)**

Voir 1.b.

### **Fonds Européens de Développement (FED)**

Direction Générale du Développement (DG VIII)  
Commission des Communautés Européennes  
200, Rue de la Loi  
1049-BRUXELLES Belgique

Tél. : 32 2 2351111  
Tlx : 21877 COMEU B

Le FED participera au financement de projets de développement plutôt dans le secteur public que privé. Son action est à rapprocher de celle du FAC, avec lequel il lui arrive d'agir de façon conjointe.

## **3. Projets de production ou de développement**

Les projets d'investissements lourds ou de développement à grande échelle font appel aux financements traditionnels des banques de développement internationales ou nationales. On peut citer les Institutions suivantes :

**Banque Mondiale**  
**The World Bank**  
1818 H. Street NW  
WASHINGTON DC 20433 USA

Tél. : 1 202 4735064

**Banque Africaine de Développement**  
BP 1387  
ABIDJAN 01 Cote d'Ivoire

Tél. : 225 320711  
Tlx : 23717

**Banque Asiatique de Développement**  
ADB  
P.O. Box 789  
1099 Manila Philippines

## **Adresses**

Tél. : 63 2 7113851  
Tlx : 23103 ADB PH RCA  
Fax : 63 2 7417961

**Banque Européenne d'Investissement**  
100, Boulevard Konrad Adenauer  
L-2950 LUXEMBOURG

Tél. : 352 43791  
Tlx : 3530 BNKEU LU  
Fax : 352 437704

**Caisse Centrale de Coopération Economique**

Voir ci-dessus 1.a.





Achévé d'imprimer  
le 18 octobre 1991  
sur les presses de Cloître Imprimeurs  
29800 Saint-Thonan  
Dépôt légal 4<sup>e</sup> trimestre 1991

