



PROGRAMME PENEIDES TROPICALES :  
ETAT ACTUEL ET PERSPECTIVES

\*\*\*\*\*

Document réalisé dans le cadre du Plan à Moyen Terme

1989 - 1993

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

Adresse:  
 IFREMER  
 B.P. 7004 TARAVALO  
 TAHITI-POLYNESIE FRANCAISE

DIRECTION DES RESSOURCES VIVANTES

DEPARTEMENT RESSOURCES AQUACOLES

STATION/LABORATOIRE TAHITI

AUTEURS (S): A Q U A C O P Jacques CALVAS		CODE: TAHITI
TITRE: PROGRAMME PENEIDES TROPICALES ETAT ACTUEL ET PERSPECTIVES		date: tirage nombre: Nb pages : 163 Nb figures: Nb photos :
CONTRAT (intitulé) N° _____		DIFFUSION libre <input type="checkbox"/> restreinte <input type="checkbox"/> confidentielle <input type="checkbox"/>

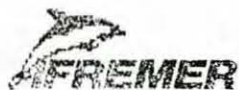
## RESUME

Ce document présente l'état actuel du développement de l'aquaculture de crevettes péneïdes dans le monde.

Il dresse le bilan du savoir-faire du groupe IFREMER-FA et présente les axes de recherche à mettre en oeuvre durant le plan à moyen terme 1989-1993.



mots clés: Aquaculture Tropicale, péneïdes.



## NOTE LIMINAIRE

La rédaction de ce programme pluri-annuel a été faite peu de temps avant que les pourparlers avec le groupe SANOFI ne s'engagent.

Le nouveau contexte IFREMER-F.A-SANOFI ne peut que conforter ce programme car il en constitue l'aboutissement.

Un grand merci au passage à tous ceux qui, depuis 1972, ont oeuvré à différents titres sous l'étiquette AQUACOP ou dans l'équipe de ST-VINCENT et ont participé au développement de l'élevage des crevettes pénéides au niveau mondial.

## S O M M A I R E

**Préambule :** Synthèse

**Chapitre 1 :** La production mondiale de crevettes. Les différents marchés

- 1) Pêche et Aquaculture
- 2) Les principales espèces exploitées
- 3) La production globale des principaux pays producteurs
- 4) Le marché International

**Chapitre 2 :** La production mondiale de crevettes marines d'élevage

- 1) La Région Asie - Pacifique
- 2) Le Continent Américain
- 3) L'Europe

**Chapitre 3 :** Les facteurs limitants du développement

**Chapitre 4 :** Les objectifs de l'IFREMER

- 1) Développement de l'élevage de la crevette dans les DOM-TOM.
- 2) Valorisation du savoir-faire
- 3) Introduction d'intérêts français à l'étranger.

**Chapitre 5 : Crevettes pénéides tropicales**  
**Le dispositif de recherche/développement de l'IFREMER**

- 1) Le Centre Océanologique du Pacifique (Tahiti)
- 2) La Station expérimentale d'aquaculture de St. Vincent (Nouvelle-Calédonie)
- 3) Le Soutien amont

**Chapitre 6 : Etat des techniques**

- 1) Espèces d'intérêt commercial
- 2) Cycle des pénéides
- 3) Etat des techniques
- 4) Conclusion

**Chapitre 7 : Les besoins en recherche finalisée**

**Chapitre 8 : Les opérations de recherche**

**Chapitre 9 : Les opérations de soutien au développement et de transfert**

**Annexe 1**

**Liste des publications de l'équipe Aquacop relatives aux crevettes pénéides tropicales**

**Annexe 2**

**La production mondiale de crevettes - Les différents marchés**

- 1 - Pêche et aquaculture
- 2 - Les principales espèces exploitées
- 3 - La production globale des principaux pays producteurs
- 4 - Les différents produits et formes d'emballage sur les principaux marchés
- 5 - Le marché international

- 6 - Le marché américain
  - 7 - Le marché japonais
  - 8 - Le marché européen
  - 9 - Le marché français
  - 10 - Evolution récente des prix
- Récapitulatif du marché mondial

### Annexe 3

#### La production mondiale de crevettes marines d'élevages

- 1 - La région Asie-Pacifique
- 2 - Le continent américain
- 3 - L'Europe

## PROGRAMME CREVETTES PENEIDES TROPICALES :

### SYNTHESE ET EVALUATION FINANCIERE (1989-1993)

\*\*\*\*\*

Le programme "crevettes pénéides tropicales" a été initié en 1972. Les compétences du CNEXO dans ce domaine étaient inexistantes à l'époque. La période 1972-1989 a été caractérisée par des acquis importants dans la maîtrise et la mise au point des techniques d'élevage :

- sélection des espèces ;
- maîtrise de la reproduction en captivité ;
- mise au point d'une technique d'élevage larvaire à haute densité définissant une stratégie antibiotique et antifongique ;
- mise au point d'aliments performants (formulation et technologie de fabrication) ;
- définition de deux filières de grossissement semi-intensif et super-intensif.

Au cours de la période, les équipes se sont étoffées et les outils ont été confortés. La maîtrise du savoir-faire a permis dès 1979 le premier transfert à l'échelle commerciale (Ecloserie SEMACUA-EQUATEUR) dans le cadre d'un contrat d'ingénierie et d'assistance de la filiale France-Aquaculture. L'action volontariste menée dans le T.O.M. a débouché sur l'émergence d'une activité aquacole en Nouvelle-Calédonie et Polynésie. Le soutien nécessaire à ce développement a été assuré.

Les objectifs fixés pour les DOM-TOM (satisfaction du marché local) sont en voie d'être atteints : objectif atteint en Nouvelle-Calédonie (140 tonnes commercialisées en 1988 pour un marché évalué à 100 tonnes), en voie de l'être en Polynésie (production de 41 tonnes pour un marché évalué à 100-120 tonnes). Les projets en gestation aux Antilles laissent augurer d'un bon développement de l'activité à l'horizon 1993.

Le marché à l'exportation a été abordé par la ferme SODACAL (filiale de l'IFREMER) en Nouvelle-Calédonie (70 tonnes en 1988).

A l'étranger, les techniques ont été transférées directement via la filiale France-Aquaculture ou indirectement par d'autres voies.

Le bilan 1972-1989 du programme est donné dans le tableau 1.

A partir de ce bilan, la détermination des objectifs prioritaires pour le plan 1989-1993 peut-être faite :

1) **Conforter le développement en cours dans les DOM-TOM** par un transfert progressif à des structures régionales ou Territoriales de tout le soutien et de l'assistance technique fournis par les structures IFREMER, au bénéfice d'un recentrage sur des opérations de recherche plus thématiques.

2) **Renforcement des opérations de recherche thématiques** en : physiologie, nutrition, génétique, écochimie, pathologie.

3) **Meilleure définition de la stratégie du groupe IFREMER-FA**, en ce qui concerne la **politique commerciale à l'étranger** et les implications induites au niveau des centres de recherche.

Ces objectifs ne pourront être atteints sans une unité d'action de l'IFREMER au niveau de ces programmes :

- le soutien d'équipes fondamentales sur les opérations de recherche thématique doit être recherché et conforté par une incitation financière et mise sur pied de programmes en commun.

- ce plan représente une phase charnière du développement de l'aquaculture tropicale et devrait faire intervenir les équipes S.D.A., S.V.R. et U.V.P. qui pourraient par leur compétence, assurer un soutien, à tous les niveaux de la chaîne recherche, transfert, développement.

D'autre part, il conviendra de renforcer les équipes de scientifiques thématiques par redéploiement interne, par recrutement ou par d'autres voies. Le remplacement du personnel du COP en fin de contrat est de plus en plus problématique et ce renforcement constituerait un élément de solution du problème.

Le démarrage de nouveaux programmes (génétique) nécessitera le recrutement de spécialistes.

Au niveau des outils de recherche, il convient de préciser que le Centre du Pacifique est actuellement la structure de l'IFREMER la plus adaptée au développement de ces programmes. Le C.O.P. a été construit en 1971, ravagé par un cyclone en 1983, et reconstruit, il dispose à l'heure actuelle d'installations et de matériels vieillissants qu'il conviendrait de rénover :

Une dotation annuelle de 1 MF est en investissement le minimum nécessaire au maintien du potentiel de recherche (remplacement du matériel obsolète, acquisition du matériel lié aux expérimentations en cours).

Des investissements plus spécifiques en particulier en matériel d'analyses sont à réaliser au cours de ce plan :



- Laboratoire physiologie-génétique

Dans le cadre du transfert de la production de post-larves de chevrettes au Territoire, l'écloserie Macrobrachium du C.O.P. sera désarmée en 1990. Elle pourrait être reconvertie en laboratoire ou hall d'expérimentation physiologie-génétique coût total estimé : 0,6 MF.

- Moyens d'analyse

Les travaux de recherche en nutrition, écophysiologie, écochimie et pathologie demandent un soutien analytique que le C.O.P. ne peut fournir. Actuellement, les échantillons sont confiés à des laboratoires métropolitains qui assurent, gracieusement, des analyses ponctuelles. Cette solution, transitoire, ne pourra être pérennisée et il conviendrait d'équiper le C.O.P. du matériel adéquat :

- Pathologie - Histochimie :

. microtome à congélation 0,2 MF

- Ecophysiologie, écochimie, nutrition :

. spectrophotomètre d'absorbtion atomique 0,50 MF

. chromatographe en phase gazeuse 0,20 MF

. HPLC 0,20 MF

. A T P mètre 0,15 MF

. spectrophotomètre Infra-Rouge 0,20 MF

- Bassins expérimentaux

Les bassins les plus anciens du C.O.P. demandent à être refaits et partitionnés pour une mise en oeuvre de meilleurs plans expérimentaux et le démarrage de l'opération génétique.

- coût total estimé : 0,5 MF

- Module d'écloserie évolutif

Les techniques d'élevage larvaire progressent d'une manière constante et rapide. Le C.O.P. devrait s'équiper d'un module pilote qui incorporerait les derniers acquis en matière d'élevage. Il serait une vitrine de nos technologies les plus avancées et devrait être évolutif de manière à pouvoir intégrer rapidement les nouvelles avancées zootecniques.

- coût total estimé : 0,5 MF

- Formation - Information

Dans le cadre de ses différentes missions, le C.O.P. reçoit chaque année plusieurs dizaines de stagiaires.

Leur formation se fait actuellement sans installation spécifique. Il conviendrait d'installer une structure de formation au C.O.P.. Elle comprendrait :

- une salle de cours
- un module d'écloserie
- un module de zootechnie
- un laboratoire d'examens

- coût total estimé : 1,1 MF

Ces investissements sont nécessaires aux objectifs définis. Ils permettront de recentrer l'équipe du centre sur la recherche thématique.

D'autre part, ces matériels ou installations pourront profiter aux autres programmes d'aquaculture tropicale conduits au C.O.P..

#### Crédits de fonctionnement

Au cours du plan, les demandes ne devraient pas connaître d'augmentation notable. Il convient toutefois de signaler que le transfert de la production de post-larves et de naissains à l'écloserie territoriale devrait entraîner une diminution des recettes liées à la vente de produits.

Personnel : Deux postes supplémentaires seraient nécessaires :

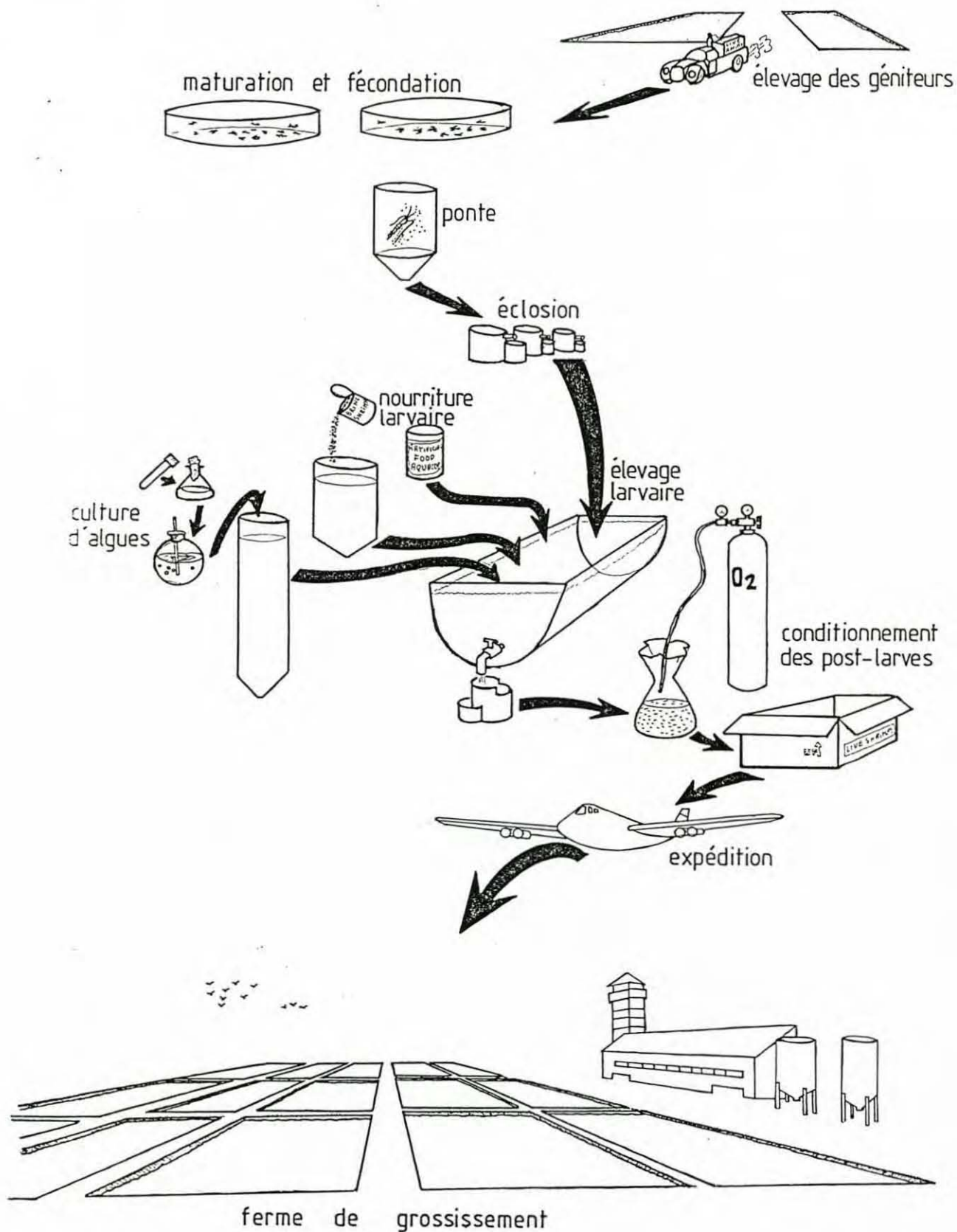
- un généticien
- un cadre biologiste chargé de la formation.

TABLEAU 1 PROGRAMME CREVETTES PENEIDES TROPICALES

B I L A N    1 9 7 2 - 1 9 8 9

	1972	1989
<u>Equipes Tropicales IFREMER-FA</u>	C.O.P.	C.O.P. + ST.VINCENT
	3 CADRES	16 Cadres
	3 VAT	33 Techniciens
		10 VAT
<hr/>		
<u>Production DOM-TOM</u>		
- Quantité (Tonnes)	0	262
- Chiffre d'Affaires (MF)	0	26
- Emplois directs	0	120
<hr/>		
<u>Transfert P.V.D.</u>		
- Chiffre d'affaires F.A. (MF)	0	100 <sup>(1)</sup>
- Part directe de la technique IFREMER dans la production mondiale :		
- Post-larves (Milliards)	0	2,5 <sup>(1)</sup>
- Crevettes entières (tonnes)	0	12 000 <sup>(1)</sup>
- Chiffre d'affaires (MF) (P.larves + crevettes entières)	0	540 <sup>(1)</sup>
- Emplois directs	0	2 200 <sup>(1)</sup>
<hr/>		
(1) Total 1979 - 1989		

# SCHEMA de PRODUCTION des CREVETTES PENEIDES



## CHAPITRE 1

### LA PRODUCTION MONDIALE DE CREVETTES LES DIFFERENTS MARCHES

#### 1 - PECHE ET AQUACULTURE

La production mondiale de crevettes est passée de 1 080 000 tonnes en 1970 à 2 100 000 tonnes en 1987. En 1981 on estime que les débarquements par pêche ont atteint leur maximum, soit environ 1 750 000 tonnes production relativement stable depuis 1977, (1 672 000 tonnes). Le complément est venu ces dernières années du développement spectaculaire de l'élevage des crevettes tropicales tant en Amérique du Sud que dans le Sud-Est asiatique. Les statistiques sont assez imprécises mais on estime qu'en 1986 la production d'élevage a dépassé 310 000 tonnes soit 15 % de la production globale et les prévisions pour 1990 sont de l'ordre de 475 000 tonnes.

*Augmentation spectaculaire de la production de crevettes d'élevage*

#### 2 - LES PRINCIPALES ESPECES EXPLOITEES

Les crevettes se répartissent en 3 groupes, les espèces d'eau froide de petites tailles dont la production est de l'ordre de 200 000 tonnes, les espèces d'eau douce des lacs et rivières (principale représentante *Macrobrachium rosenbergii*) dont la production est mineure et enfin les espèces tropicales d'eau de mer ou d'eau saumâtre appartenant à la famille des Pénéides qui représentent la plus grosse part des débarquements par pêche. Les espèces principales sont listées dans le Tableau 2.

*Seules les penaeides et la crevette d'eau douce Macrobrachium rosenbergii font l'objet d'élevage*

#### 3 - LA PRODUCTION GLOBALE DES PRINCIPAUX PAYS PRODUCTEURS

Les pays qui ont les pêcheries de penaeides les plus importantes sont : l'Inde (244 000 tonnes en 1980), l'Indonésie qui est passée de 52 000 tonnes en 1970 à 160 000 tonnes en 1981, la Chine qui a atteint 234 000 en 1978 pour redescendre ensuite à 167 000 tonnes en 1980, la Thaïlande qui est passée de 61 000 tonnes en 1970 à 143 000 en 1978 pour redescendre à 120 000 tonnes en 1981, la Malaisie 94 000 tonnes en 1981, le Mexique assez stable autour de 70 000 tonnes, le Brésil qui est passé de 38 000 tonnes à

74 000 tonnes en 1980, le Vietnam, le Japon, la Corée, le Pakistan, les Philippines et l'Australie produisent respectivement entre 25 000 et 60 000 tonnes. En 1980, les 11 pays indo-pacifiques représentent 58 % de la production totale mondiale. (Tableau 3)

On constate donc une grande variation dans les prises par pêche de chaque pays mais une relative stabilité globale de 1976 à 1981.

La croissance enregistrée ensuite est due essentiellement au relais pris par l'aquaculture, les pêcheries étant à leur maximum de capture, certaines montrant même des signes de surexploitation. Par exemple en EQUATEUR, les rendements de la pêche plafonnent depuis 1982 à 18 tonnes par bateau et par an (1,8 tonne/homme/an), l'effort de pêche se traduisant par 2 US gallons de gazole par livre de crevette pêchée. Des études récentes faites au Mexique mettent en évidence une concurrence de plus en plus vive entre les produits de la pêche et de l'aquaculture. La Banque BANPESCA (Banco Pesquero y Portuario) estime que le coût d'une ferme de 400 hectares (1,5 milliard de pesos) est équivalent à celui de 7 chalutiers de 65 tonneaux récoltant chacun en moyenne 14 tonnes de crevettes par an. La durée de vie moyenne d'un chalutier est de 15 ans alors que celle d'une ferme est au minimum double.

Les espèces d'eau froide se retrouvent sur les marchés du Nord de l'Europe et sur le marché européen en général. Les espèces tropicales se retrouvent surtout sur les marchés américains, japonais et Sud-européen. Les espèces d'eau douce ne représentent qu'une très faible partie des échanges.

#### 4 - LE MARCHE INTERNATIONAL

Il a été très actif en 1986 et 1987 pour les marchés américains et japonais ainsi qu'en Europe malgré une baisse des débarquements de crevettes d'eau froide.

L'augmentation des importations de crevettes d'élevage a entraîné une diminution des prix sur les tailles moyennes et le développement en cours pourrait conduire à de nouvelles baisses de prix dont pâtiraient d'abord les pêcheries qui peuvent difficilement diminuer leurs coûts d'activité. D'autre part, ces dernières années ont vu la mise sur le marché de la part de l'Equateur, de crevettes de plus en plus petites :

- 1985 : 26-30
- 1986 : 31-35
- 1987 : 36-40

La principale raison de cette diminution de taille, étant sans doute liée à l'intensification progressive (qui, faute d'aliment et de gestion adéquats, produit des animaux de plus en plus petits) et aux récoltes précoces que font les fermes pour reconstituer une trésorerie mise à mal par les événements de la période 1983/1987 (inondations, augmentation du prix du pétrole de 30 %, de la main-d'oeuvre de 20 %, dévaluation du "sucre").

Les U.S.A. et le Japon sont les deux principaux marchés mondiaux, la consommation par tête d'habitant étant la plus élevée au Japon (5 kg/hab). L'Europe de l'Ouest se place en troisième position avec un taux d'accroissement très fort pendant la dernière décennie sur les crevettes tropicales.

#### Récapitulatif du marché mondial

- Production de 2.000.000 tonnes en 1987
- Demande en augmentation constante sur les principaux marchés
- Stagnation globale des pêcheries avec fortes variations annuelles pour chaque pays
- Développement rapide de la production d'élevage
- Variation des prix suivant les catégories de taille
- Tendance à la baisse ces dernières années

TABLEAU 2  
PRINCIPALES ESPECES COMMERCIALES

GROUPES D'ESPECES	ORIGINE	NOM COMMUN (ANGLAIS)	NOM LATIN
Eaux Froides	Atlantique Nord Pacifique Nord	Northern shrimp	<i>Pandalus borealis</i>
	Atlantique Nord-Est	Common shrimp	<i>Crangon crangon</i>
Tropicales	Indo-Pacifique	Green tiger prawn	<i>Penaeus semisulcatus</i>
		Banana prawn	<i>Penaeus merguensis</i>
		Indian white prawn	<i>Penaeus indicus</i>
		Giant tiger prawn	<i>Penaeus monodon</i>
		Kuruma prawn	<i>Penaeus japonicus</i>
		Fleshy prawn	<i>Penaeus orientalis</i>
		Western king prawn	<i>Penaeus latisulcatus</i>
	Brown tiger prawn	<i>Penaeus esculentus</i>	
	Ocean Indien Ouest	Indian white prawn	<i>Penaeus indicus</i>
		Giant tiger prawn	<i>Penaeus monodon</i>
		Green tiger prawn	<i>Penaeus semisulcatus</i>
	Atlantique Est	Southern pink shrimp	<i>Penaeus notialis</i>
	Atlantique Ouest	Northern white shrimp	<i>Penaeus setiferus</i>
Northern pink shrimp		<i>Penaeus duorarum</i>	
Southern pink shrimp		<i>Penaeus notialis</i>	
Northern brown shrimp		<i>Penaeus aztecus</i>	
Southern brown shrimp		<i>Penaeus subtilis</i>	
Southern white shrimp		<i>Penaeus schmitti</i>	
Redspotted shrimp		<i>Penaeus brasiliensis</i>	
Pacifique Est	Yellowleg shrimp	<i>Penaeus californiensis</i>	
	Whiteleg shrimp	<i>Penaeus vannamei</i>	
	Blue shrimp	<i>Penaeus stylirostris</i>	
	Crystal shrimp	<i>Penaeus brevirostris</i>	
	Western white shrimp	<i>Penaeus occidentalis</i>	
Eau Douce	Indo-Pacifique	Giant river prawn	<i>Macrobrachium</i>



TABLEAU 3

Captures totales de crevettes marines et d'eau douce par pays producteurs  
1970-1981 (milliers de tonnes, poids vif)

Pays	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	Accroissement 1970-1980
Inde	122	149	160	208	246	246	198	233	187	183	244	244F	100 %
Indonésie	52	52	65	60	58	68	121	146	150	155	136	160	162 %
Chine	107	90	102	33	40	29	125	197	234	131	167	193	56 %
Etats-Unis	167	177	176	173	169	157	184	216	192	152	162	162	(3 %)
Thaïlande	61	67	67	113	92	105	111	138	143	131	133	121	118 %
Malaisie	49	58	60	65	78	48	58	64	82	86	84	94	71 %
Mexique	69	72	75	73	74	69	72	72	67	74	77	72	12 %
Brésil	44	44	57	49	43	43	38	51	55	79	74	79F	68 %
Vietnam	33	46	40	62	62	62	62	62	62	62	62	62F	88 %
Japon	54	50	57	62	79	69	61	54	60	53	51	54F	/
Norvège	8	8	10	12	16	19	25	26	32	34	45	41	563 %
Greenland	8	9	7	8	10	10	10	15	13	23	35	40	438 %
Rep. Korée	11	6	10	21	18	30	30	30	26	27	27	24	245 %
Pakistan	20	18	18	21	16	17	22	20	19	24	26	30	30 %
Philipp.	27	31	33	32	36	40	41	26	24	24	26	37	(4 %)
Australie	13	19	18	17	24	16	19	22	19	22	22	27	69 %
Espagne	12	16	33	35	32	41	37	26	28	15	18	18F	50 %
Equateur	6	6	7	8	7	6	8	10	10	11	18	20	300 %
RFA	38	24	25	30	29	21	27	18	17	20	15	14	(61 %)
Autres	176	186	194	205	216	231	242	232	268	261	267	254	
<b>Total</b>													
<b>Mondial</b>	1086	1130	1216	1290	1350	1332	1500	1672	1690	1571	1690	1752	56 %

F = estimation FAO

Source FAO data base (Yearbook of Fishery Statistics)

## CHAPITRE 2

### LA PRODUCTION MONDIALE DE CREVETTES MARINES D'ELEVAGE

En 1987, la production mondiale de crevettes d'aquaculture a dépassé 330 000 tonnes (Tableau 4) à comparer aux 1,7 millions de tonnes venant des pêcheries. Les principaux producteurs sont : la Chine, Taiwan, l'Equateur, les Philippines et l'Inde. Ce chiffre reste toutefois sujet à caution dans la mesure où les données statistiques sont beaucoup plus des estimations que des chiffres vérifiés et que pour certains pays il existe souvent une confusion entre les prises des pêcheries littorales et l'aquaculture proprement dite. La distinction crevette entière "Head-on" et queue "Tail" n'apparaît pas clairement dans la majorité des cas augmentant encore

l'imprécision. Toutefois le développement est d'importance et la production de crustacés d'élevage a enregistré un très fort pourcentage d'accroissement depuis 1975, (8,50 %). Cette production ne représente que 3 % en poids de la production aquacole mais 10 % en valeur car elle fait l'objet d'un commerce international.

En 1987, les crevettes d'élevage ont représenté 20 % du marché mondial. Les perspectives pour les années 90 dépassent largement les 600 000 tonnes.

TABLEAU 4 LA PRODUCTION MONDIALE DE  
CREVETTES MARINES D'ELEVAGE  
(1987)

			Production	Surfaces	Rendement Moyen
			(Tonnes)	(Hectares)	(T/ha/an)
REGION	ASIE	PACIFIQUE	267.000	660.000	0,40
CONTINENT AMERICAIN			70.000	131.000	0,53
EUROPE			110	750	0,15
TOTAL			337.110	791.750	

## REGION ASIE PACIFIQUE

En 1987, la production de la région Asie a été de 267 000 tonnes pour une surface d'environ 660.000 hectares (Tableau 5). Ces chiffres sont toutefois sujets à caution dans la mesure où ils sont variables selon les sources. Les causes de l'imprécision sont multiples :

- Des statistiques différenciant mal les parts respectives des pêcheries et de l'aquaculture.
- La confusion souvent rencontrée entre crevettes pénaeides ou métapenaeides et *Macrobrachium*. En particulier les statistiques de production du VIET-NAM (en 1987 : 20 000 tonnes) sont sujettes à caution car elles doivent représenter uniquement la production de *Macrobrachium*.
- La surévaluation (souvent volontaire) des résultats. En particulier les données concernant la Chine douteuses car peu vérifiables (la majorité de la production serait consommée localement...). L'imprécision est grande : de 80.000 tonnes à 150.000 tonnes selon les sources.
- La sous-évaluation (souvent volontaire aussi), exemple TAIWAN : la production déclarée est de 70 000 tonnes mais certains experts pensent que ce chiffre est sous-évalué et que la production réelle serait de 90 000 tonnes, une bonne partie de la production étant vendue "au noir" pour échapper à l'impôt.

Que peut représenter à l'horizon 2 000 l'évolution de la production dans la région Asie ?

- . Chine : les 300 000 hectares du Golfe de BOHAI laissent prévoir des productions de 100 000 tonnes en 1990 et 200 000 tonnes en 2 000.
- . Taïwan : les différents problèmes rencontrés depuis peu à Taïwan laissent penser que la production restera constante : les coûts de production augmentent, la compétition inter-activité s'exacerbe, et les problèmes d'approvisionnement en post-larves et pathologiques s'amplifient. La "super-intensification" devrait se généraliser mais beaucoup d'entreprises moins performantes devraient disparaître. Il ne devrait en rester que 3 000 en 1995.

- . Philippines : 200 000 hectares sont disponibles et la volonté du gouvernement et d'entreprises privées puissantes constituent un atout pour le développement. La production pourrait doubler à l'horizon 1995.
- . Inde : 900 000 hectares sont disponibles. Le gouvernement a manifesté une volonté de développement et d'intensification mais qui sera sans doute difficile à mettre en oeuvre dans les 5 ou 7 ans à venir. Il est toutefois possible que la production double d'ici 1995.
- . Thaïlande : le 6ème plan quinquennal (1987-1991) prévoit d'atteindre un niveau de production de 70 000 tonnes.
- . Indonésie : 150 000 hectares existent et un programme d'intensification a été entamé (construction d'écloseries notamment) dont le but est d'atteindre des rendements d'une tonne par hectare et par an. On peut raisonnablement penser que la production de l'Indonésie devrait atteindre 40 000 tonnes en 1995 (de nombreux groupes privés appuyant l'action du gouvernement).
- . Bangladesh : il existe 70 000 hectares. A moyen terme, les possibilités d'intensification semblent problématiques.
- . Japon : la production japonaise, essentiellement axée sur la fourniture d'animaux vendus vivants restera sans doute stable car ce produit, de haute valeur, mais visant une clientèle très spécifique a des débouchés limités (5-7 tonnes par jour saturent le marché de TOKYO).
- . Malaisie : les surfaces exploitées sont actuellement de 1 000 hectares. Les possibilités d'extension ne sont pas connues.
- . Sri-Lanka : les surfaces disponibles sont importantes (120 000 hectares) et le gouvernement a entamé avec l'A.D.B une politique de développement. Il n'est pas certain qu'elle puisse déboucher à moyen terme.
- . Nouvelle-Calédonie : 4 000 hectares sont disponibles pour le développement qui dépendra de l'évolution des coûts de production et de la concurrence internationale.
- . Australie : les projets sont nombreux mais le développement est entravé par de nombreux barrages précédemment cités (absence d'aide gouvernementale spécifique pour les investisseurs, interdiction d'introduction d'espèces, coûts de

élevés, manque de savoir-faire. A moyen terme, l'Australie ne semble pas pouvoir concurrencer les pays producteurs du Sud-Est Asiatique.

- . Polynésie Française : l'objectif est à moyen terme la satisfaction du marché local. Le dispositif existant pourra à pleine puissance produire 60 tonnes par an dès 1989 - 1990. L'objectif de 100 tonnes pourrait être atteint en 1995 à condition que de nouvelles fermes se construisent.

A l'horizon 1995 - 2000, la production de la Région Asie pourrait dépasser 500 000 tonnes.

TABLEAU 5 PRODUCTION DE CREVETTES MARINES  
D'ELEVAGE DANS LA REGION  
ASIE - PACIFIQUE (1987)

Pays	Production (1) (tonnes)	Surface en (1) élevage (ha)	Production escomptée à l'horizon 1995-2000 (tonnes)
CHINE (République Populaire)	85 000	220 000	200 000
TAIWAN	70 000	10 000	70 000 - 90 000
PHILIPPINES	30 000	40 000	60 000
INDE	20 000	43 000	40 000
VIETNAM	20.000	80.000	
THAILANDE	18 000	45 000	70 000
INDONESIE	15 000	150 000	40 000
BANGLADESH	5 000	70 000	5 000
JAPON	2 000	500	500
MALAISIE	1 000	1 000	
SRI-LANKA	500	-	
HAWAI	235	56	
NELLE-CALEDONIE	220 (2)	165	1 500
AUSTRALIE	60	350	
POLYNESIE FRSE	41 (2)	3	100
FIDJI	16	24	100
<b>T O T A L</b>	<b>267 072</b>	<b>660 098</b>	<b>497 200</b>

Rendement moyen en 1987 : 425 Kg/ha/an  
hors Taiwan : 310 Kg/ha/an

(1) Chiffres de 1987 sauf Inde et Indonésie (1986)  
(2) Chiffres 1988

## LE CONTINENT AMERICAIN

Contrairement à l'Asie, l'élevage de la crevette est une activité récente sur le Continent Latino-Américain. Elle daterait des années 1965 et serait due presque au hasard. En Equateur, dans la province de MACHALA, à la suite d'une grande marée intempestive, l'eau de mer envahit une plantation, des mares saumâtres se créent et le propriétaire est tout étonné d'y récolter quelques mois plus tard de fort belles crevettes. Moins de 25 ans après, l'Equateur est le 3ème producteur mondial de crevettes d'élevage. Un faisceau de conditions favorables a favorisé ce développement :

- Présence d'espèces commercialement intéressantes et adaptées à l'élevage : *P.vannamei* et *P.stylirostris*.
- Abondance de zones saumâtres de mangrove, véritables nurseries naturelles, où peuvent être capturés les juvéniles.
- Abondance des sites ("pampas salitrosas").
- Crise de la banane qui a incité la reconversion de riches planteurs.
- Absence de réglementation (du moins, au début de la phase de démarrage).
- Proximité de l'énorme marché Nord-Américain.
- Conditions socio-économiques favorables.

Ce développement est exemplaire à plus d'un titre, car il s'est fait, tout au moins dans la première phase, sans incitation gouvernementale particulière et sans soutien scientifique.



En 1987, la production du continent américain a été d'environ 70 000 tonnes (Tableau 6) et l'Equateur à lui seul représente plus de 80 % de ce tonnage. L'Equateur est le seul pays qui ait connu un développement explosif. Cette réussite est, on l'a vu, liée à un faisceau de facteurs éminemment favorables que ne réunissent pas (ou pas encore) les autres pays latino-américains.

Quel pourrait être l'avenir de ce type d'aquaculture en Amérique latine ? Ce genre d'exercice prévisionnel est toujours délicat mais certaines constatations peuvent d'ores et déjà être faites.

Les surfaces en élevage en Equateur ne devraient pas augmenter d'une manière importante dans un proche avenir. Les progrès ne pourront se faire qu'à travers l'intensification dont le préalable est la disponibilité en post-larves. Malgré le nombre important d'écloseries, l'approvisionnement repose à hauteur de 70 ou 80 % sur la capture de post-larves sauvages dont l'abondance est liée aux fluctuations climatiques (pénurie en 1984-86, abondance en 1987-88, pénurie en 1989). Les périodes récentes d'abondance ont mis en difficulté financière bon nombre d'écloseries, ce qui a refroidi les ardeurs des investisseurs et limité la construction de nouvelles unités.

Les fermes sont donc toujours et seront encore dans un proche futur largement dépendantes de la récolte de juvéniles sauvages.

L'augmentation sensible des tonnages semble donc encore liée aux caprices du "El niño" ce qui rend difficile toute prévision.

Concernant les autres pays de la zone, les progrès les plus sensibles devraient venir du Mexique et de Cuba où de grands plans de développement sont en cours et où après une période d'attentisme, une dynamique semble s'être installée. Mais la palme de la production restera encore sans doute longtemps entre les mains de la région Asie.

**Tableau 6 : PRODUCTION DE CREVETTES MARINES  
D'ELEVAGE SUR LE CONTINENT AMERICAIN (1987)**

Pays	Production (1) (tonnes)	Surface en élevage (1) (hectares)
EQUATEUR	60 500	110 000
PEROU	1 583	2 296
HONDURAS	1 500	1 760
PANAMA	1 300	2 500
MEXIQUE	1 100	7 500
BRESIL	1 000	3 200
COLOMBIE	1 000	655
ETATS-UNIS (Hawaii non inclus)	700	400-500
CUBA	570	700
GUATEMALA	260	936
REP. DOMINICAINE	83	94
VENEZUELA	50	300
EL SALVADOR	41	97
COSTA-RICA	30	300
<b>T O T A L</b>	<b>69 717</b>	<b>130 800</b>

(1) : Chiffres 1987, sauf Honduras, Panama, Pérou (1986) République Dominicaine (1985), et Cuba (1988)

## L'EUROPE

Des élevages existent en France, en Italie et en Espagne.

La production est à l'heure actuelle faible de l'ordre d'une centaines de tonnes mais devrait se développer dans les années à venir.

CHAPITRE 3

LES FACTEURS LIMITANTS DU DEVELOPPEMENT

## LES FACTEURS LIMITANTS DU DEVELOPPEMENT

L'étude de la production mondiale fait ressortir que l'accroissement de la part aquacole est liée principalement à l'augmentation des surfaces mises en élevage. Sauf exception, les rendements globaux restent encore très faibles et ceci pour plusieurs type de raison.

- Raisons d'ordre socio-économique : la majorité des pays producteurs a une tradition aquacole bien établie (région Asie particulièrement) et la production y est de type extensif. Jusqu'à récemment l'intensification n'apparaissait pas comme prioritaire. Les conditions du marché font qu'elle le devient petit à petit et de nombreux pays s'engagent dans de vastes programmes d'intensification (Indonésie, Inde, Chine, Philippines...) qui, à leur mise en oeuvre, font apparaître une nouvelle série de problèmes qui, ne sont plus d'ordre socio-économique mais purement technique ;
- la disponibilité en juvéniles reste le frein principal au développement. La production est encore largement dépendante de la capture de juvéniles sauvages qui représentent en Equateur 70 à 80 % du total nécessaire. Ces juvéniles sauvages ne seront récoltés que si les conditions climatiques sont favorables. Dans d'autres pays la situation est pire : En Indonésie, en 1987, 2 milliards de post-larves étaient nécessaires à la réalisation des objectifs fixés. Seulement 270 millions ont été produites par les écloseries et la quantité de sauvages récoltées n'a pas dépassé 500 millions. Actuellement la disponibilité en juvéniles ne peut pas être considérée comme maîtrisée au plan mondial.
- l'absence sur beaucoup de marchés d'aliments performants constitue un autre frein au développement. Taïwan est sans doute le seul pays grand producteur à disposer de formules performantes et à savoir optimiser le nourrissage. Son exemple a été suivi par les Philippines et à moindre titre par l'Indonésie. En fait ces facteurs limitants sont dus en grande partie à l'insuffisance des connaissances de base et/ou à la mauvaise application des techniques existantes.
- l'insuffisance des connaissances de base : les problèmes rencontrés en 1987 par les grossisseurs Taïwanais (mortalité à partir du 2ème mois d'élevage, animaux "bleus") constituent un exemple typique : les mortalités sont-elles

liées à des problèmes d'ordre nutritionnel, pathologique ou zootechnique ? Jusqu'à présent, le problème n'a pas été clairement identifié, montrant par là même les limites de la connaissance. Et ces limites se traduisent par des pertes de milliers de tonnes, situation inacceptable pour l'industrie.

- Cet exemple n'est pas unique. Les problèmes rencontrés dans les écloséries Equatoriennes depuis trois ans, montrent que la maîtrise zootechnique n'élimine pas totalement la variabilité des résultats. Il apparaît qu'à chaque échelle de production correspond un nouveau type de problème qui souvent met en évidence l'insuffisance actuelle des connaissances.
- l'autre aspect du problème est la mauvaise application des techniques existantes. Les exemples ne manquent pas : les techniques de maturation et de reproduction en captivité sont connues et on été largement publiées. Malgré cela la majorité des écloséries est incapable de les mettre en oeuvre : en Equateur seulement 12 écloséries sur 100 maîtrisent ces techniques. A Taïwan, le pourcentage devient quasi nul et la production se fait souvent à partir de l'importation, souvent illicite, de femelles gravides.

De la même manière des techniques de formulation et de fabrication d'aliments performants au moindre coût existent et pourtant très peu d'alimenteries sont capables de fournir des produits de qualité.

Ce problème général de mauvaise ou non application des techniques existantes est en fait lié à :

- une insuffisance de la diffusion des acquis,
- un manque de personnel formé,

qui mettent en exergue l'importance de la qualité du transfert de technologie dans le processus de développement.

## C H A P I T R E 4

### LES OBJECTIFS DE L'IFREMER

- 1) Développement de l'élevage de la crevette dans les DOM-TOM
- 2) Valorisation du savoir-faire dans les pays de la ceinture tropicale
- 3) Introduction d'intérêts français à l'étranger
- 4) Conclusion

## LES OBJECTIFS DE L'IFREMER

L'étude du développement au niveau mondial de la pénéculture et l'identification des principaux facteurs limitants du développement permettent de tracer le cadre dans lequel doit s'inscrire l'action de l'IFREMER. Elle doit s'identifier en terme de recherche développement.

Les finalités ultimes étant le développement d'activités aquacoles dans les DOM-TOM avec des retombées économiques et sociales, la valorisation du savoir faire et l'introduction d'intérêts français à l'étranger.

### 1) Développement de l'élevage de la crevette dans les DOM-TOM

Les buts à atteindre sont :

- la satisfaction des différents marchés locaux (Polynésie, Nouvelle-Calédonie, Martinique, Guadeloupe, la Réunion) et la production pour le marché à l'exportation (Nouvelle-Calédonie).
- la création d'activités en zone rurale.

En 1989, ces marchés sont sur le point d'être satisfaits en Polynésie, Nouvelle-Calédonie. Tout reste à faire en ce qui concerne le secteur Antilles, Guyane. L'exportation a été abordée en 1988 en Nouvelle-Calédonie.

La démarche du CNEOX puis de l'IFREMER a été très volontariste. Elle a conduit à partir des résultats acquis au C.O.P. à créer des outils de transfert (Station de St. Vincent en Nouvelle-Calédonie) et à agir bien en aval de la chaîne classique de mise au point zootechnique par la création d'unités de démonstration (SODACAL), le soutien à la production (production de juvéniles - C.O.P., St. Vincent) et l'incitation de providiers à la production d'aliments aquacoles (Huilerie de Tahiti, SICA de Bouloupari). Cette politique volontariste a permis l'émergence d'une nouvelle activité en Polynésie (3 fermes intensives de 1 hectare) et en Nouvelle-Calédonie (200 hectares de bassins semi-intensifs). En 1988, la production de crevettes pénéides dans ces deux Territoires a été de 262 tonnes représentant un chiffre d'affaire d'environ 29 MF. Dans les DOM, il existe différents projets en gestation qui devraient voir le jour en 1990. En Polynésie des mesures d'accompagnement ont été prises par le Territoire : taxation des crevettes importées, détaxation des matières premières nécessaires à la fabrication des aliments. D'autre part, le Territoire construit actuellement une éclosérie de production qui devrait être opérationnelle fin 1989 et qui permettra l'installation de nouvelles fermes de grossissement. La production polynésienne de crustacés a été de 62 tonnes en 1988 pour un marché évalué à 120 - 150 tonnes. L'objectif de satisfaction du marché local semble donc réalisable à moyen terme. Il a été atteint en 1988, en Nouvelle-Calédonie, où les potentialités locales étaient évaluées à 120 tonnes. En fait ce sont 142 tonnes qui ont été commercialisées sur l'île. La capacité d'absorption semble donc plus importante que prévue et devrait se situer aux alentours de 150 tonnes. Le marché à l'exportation a été abordée. La Nouvelle-Calédonie a exporté 74 tonnes en 1988 (Australie, Japon, France métropolitaine). Il reste toutefois à intensifier l'élevage pour diminuer les coûts de production. Des rendements de 5 tonnes/ha/an permettraient l'exportation dans des conditions de rentabilité satisfaisantes. Ces nouvelles activités ont permis de créer une



centaine d'emplois en Nouvelle-Calédonie et une vingtaine en Polynésie Française.

## 2) Valorisation du savoir-faire

La valorisation peut se mesurer en terme politique et/ou économique.

Politique : Coopération avec les P.V.D. sans transfert lourd de technologie : missions d'expertise pour le compte de la F.A.O. Ces actions pouvant ensuite déboucher sur l'installation d'unités pilote ou de production.

Economique : vente du savoir-faire à travers la filiale France-Aquaculture. Ce type d'action a été entamé dès 1979 et a permis l'implantation de différents projets en Equateur, Colombie, Indonésie, Malaisie, Indes, Philippines. Les écloseries construites par le groupe IFREMER - FA ont produit jusqu'à ce jour environ 2,5 milliards de post-larves correspondant grossièrement à 12.000 tonnes de crevettes de taille commerciale, représentant un chiffre d'affaires d'environ 80 millions de US \$.

## 3) Introduction d'intérêts français à l'étranger

Cet objectif n'a pas été, jusqu'à présent, pleinement atteint pour différentes raisons :

- Difficulté d'inciter les entreprises françaises à investir dans des activités à risques à l'étranger.
- Une structure du groupe IFREMER-FA mal adaptée au partenariat économique (faible capital social).
- Toutefois du matériel français a été, chaque fois que cela était possible, inclus dans les équipements fournis.
- De la même manière des groupes de l'hexagone ont été incités à importer des crevettes tropicales d'aquaculture et à les écouler sur le marché français (groupe HERBAUGEL par exemple).

En conclusion, si les deux premiers objectifs sont ou sont en voie d'être atteints, l'effort dans les prochaines années devra porter principalement sur le troisième et notre action devra s'intensifier : la vente de savoir-faire n'est plus une justification suffisante. L'effort de recherche doit maintenant porter sur la mise au point de :

- techniques protégeables
- produits commercialisables

qui seuls pourront susciter l'intérêt de grands groupes industriels français ou européens pour une valorisation directe.

#### 4) Conclusion

La réalisation de ces objectifs se fait à travers les trois étapes verticales du processus de recherche développement synthétisé dans la figure 1.

L'analyse de ces différentes phases fait ressortir l'imbrication "horizontale" d'une multiplicité d'intervenants et de disciplines.

Elles vont de la recherche finalisée physiologie à la gestion technique de fermes de production en passant par la mise au point de systèmes d'élevage et leur optimisation permanente.

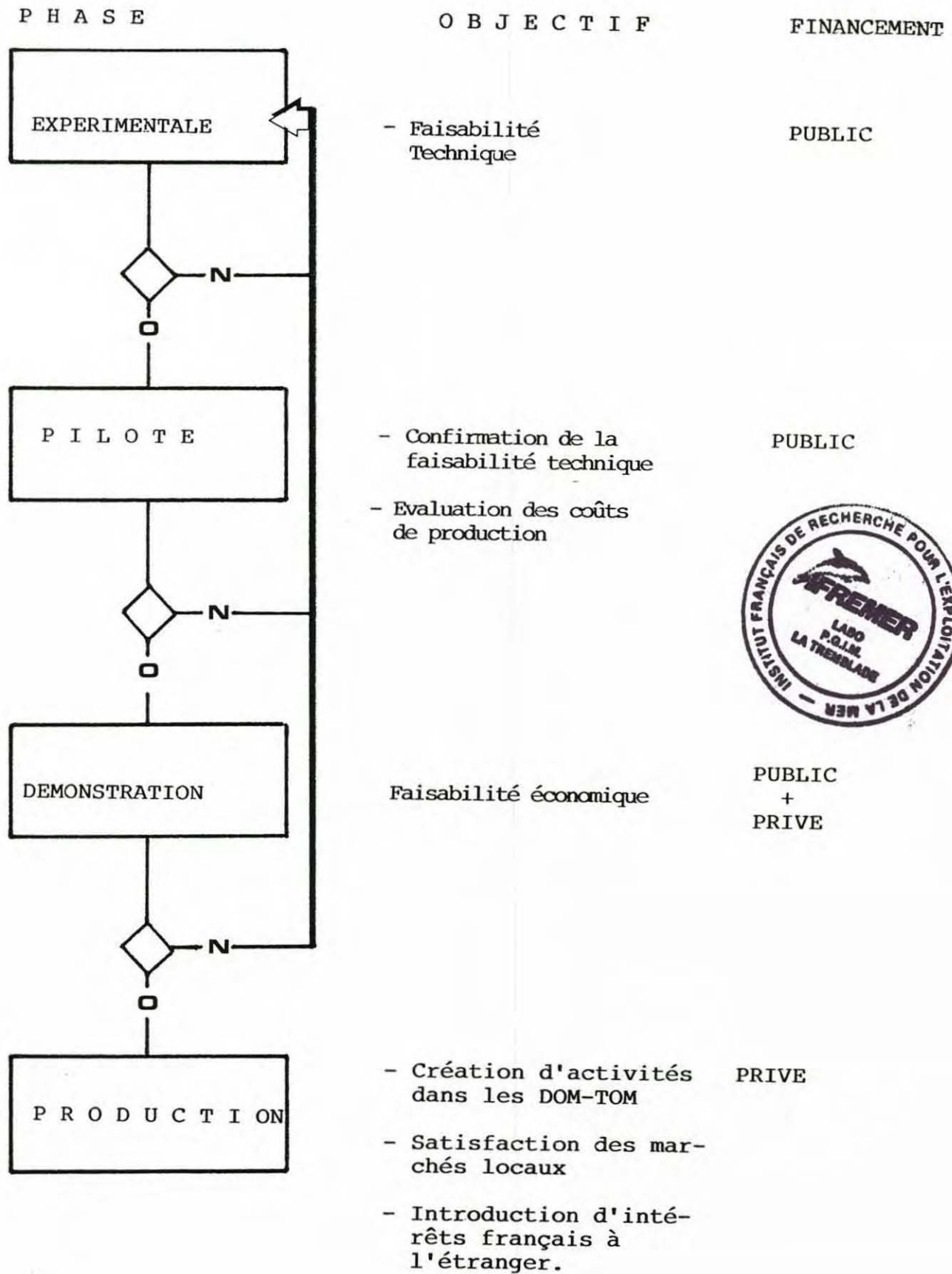
La figure 2 synthétise les grands axes de recherche actuels (R) au niveau des équipes thématiques et ce que l'on en attend en terme de développement (D). L'ensemble de ces activités qui se déroule essentiellement au COP aboutit à déterminer les standards de gestion des animaux du milieu d'élevage de l'alimentation et des enceintes d'élevage. Ce sont ces recherches avec le nouveau volet génétique qui devrait s'intensifier dans les années à venir.

La figure 3 synthétise les grandes étapes de l'élevage dont l'intégration aboutit à la mise au point de systèmes d'élevage. Cette étape se déroule essentiellement au COP et à St-Vincent et a abouti à la mise au point de la constitution de stocks de reproducteurs en captivité du système éclosion et des différents systèmes de grossissement.

La figure 4 présente la diversité des interventions et des intervenants lors de la mise en place du processus développement. Il met en jeu les résultats de l'activité d'autres départements de l'IFREMER et fait appel à des opérateurs techniques et financiers pour le transfert, la formation, les financements et le soutien des premières fermes. La production de reproducteurs, de post-larves et d'aliments a été souvent assurée et est encore souvent assurée par les équipes de recherche développement du COP et de St-Vincent, ce qui représente dans un premier temps, une très bonne étape de validation des techniques mais peut devenir à la longue une charge improductive en terme d'avancement des recherches. Ce type d'activité de soutien est en train de se réduire sensiblement avec la mise en place des relais nécessaires au niveau des différents DOM-TOM.

La figure 5 présente l'aboutissement actuel en terme de réalisations et les objectifs à 5 ans.

FIGURE 1 LES DIFFÉRENTES PHASES DU  
PROCESSUS DE RECHERCHE/DEVELOPPEMENT



ECOCHIMIE	
R	D
Optima croissance 0-02-S% NH4-NO2-NO3	Normes
Influence production primaire et secondaire bactéries phyto ciliés Mat. org. dissoute	Tx renouvellement
Influence sédiment	Fertilisation
Contrôle et régulation	Aération
	Brassage
	Circuits fermés

NUTRITION-ALIMENTATION	
R	D
Besoins nutritionnels	Alt Reproducteurs
Qualité proies vivantes	Alt Maturation
Facteurs de croissance	Alt Larvaires
Technologie fabrication	Alt Démarrage
	Alt Grossissement
Recherche ingrédients	
Optimisation	

TECNOLOGIE	
R	D
Aération-brassage	OPTIMISATION
Estimation population	
Distribution aliments	
Contrôle prédateurs	
Récolte	
Automatisation	
Gestion informatisée	

ANIMAUX  
GESTION MILIEU  
ENCEINTES

PATHOLOGIE	
R	D
Caractérisation santé	Reprod. sains
Flore bact. éclosion	Diagnostics (immuno)
Patho. Nutrit.	Standards sanitaires
Patho milieu	Traitements prév. et curatifs
Maladies parasitaires bactériennes virales	

PHYSIOLOGIE	
R	D
Cryopréservation gamètes et embryons	contrôle
Régulation hormonale reproduction	éclosion
Régulation croissance	opt. croissance

GENETIQUE	
R	D
Polyploïdisation	Amélioration Performances Croissance Survie
Transgénie	
Hybridation	
Sélection	Hybrides stériles

FIGURE 2 : AXES DE RECHERCHE (R) ET PRODUITS ATTENDUS EN TERME DE DEVELOPPEMENT

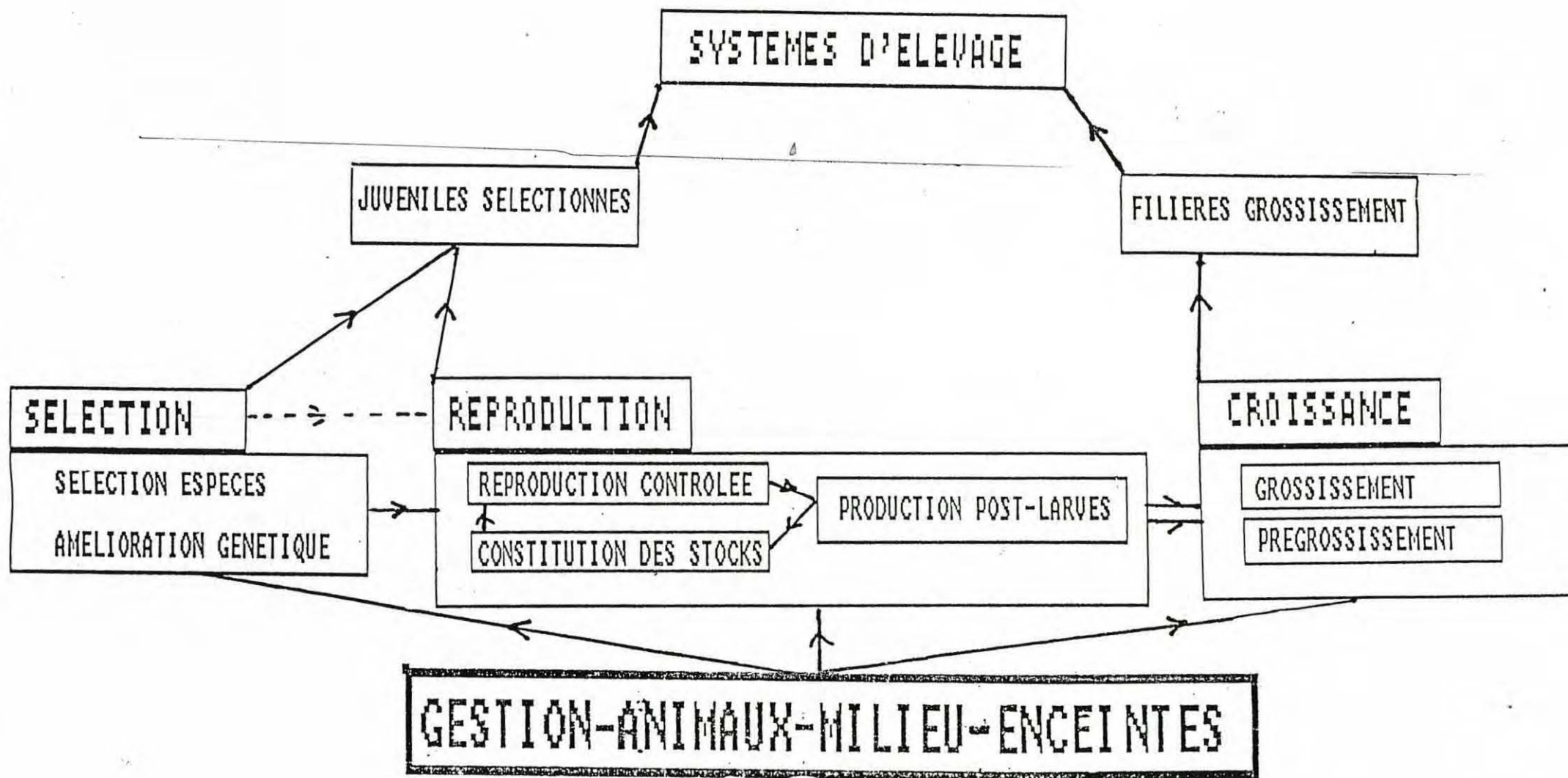


FIGURE 3 : LES ETAPES DE L'ELEVAGE

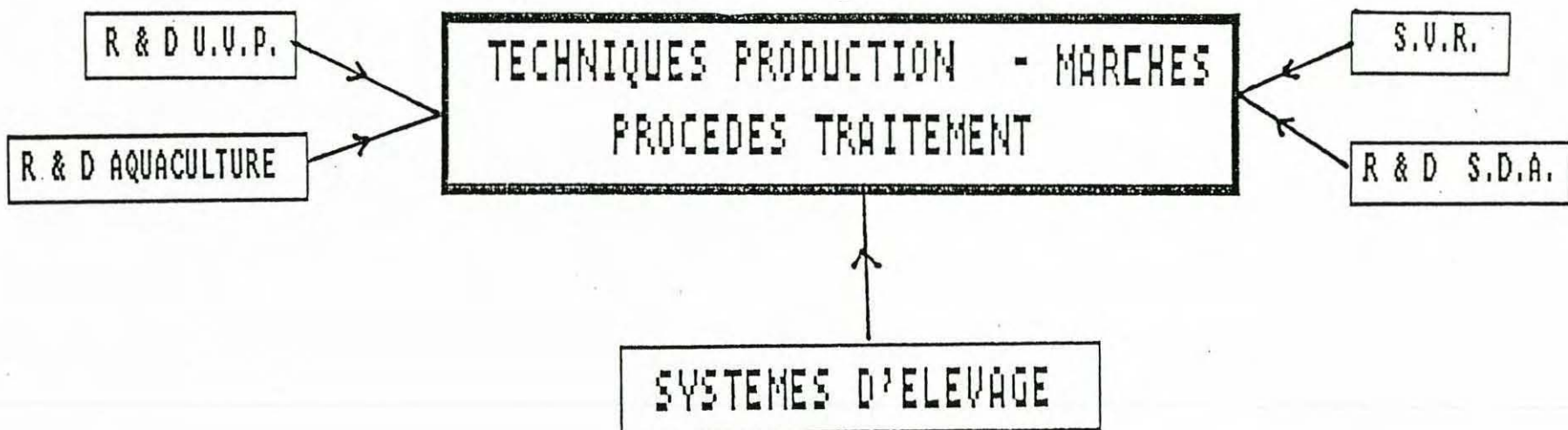


FIGURE 4

INTERVENTIONS ET INTERVENANTS LORS DE LA MISE EN PLACE  
DU PROCESSUS DE DEVELOPPEMENT

NOUVELLES ACTIVITES		
D.O.M. - T.O.M		
1980 : qq tonnes	1988 : 200 tonnes	
Nlle-Calédonie	Polynésie	Antilles
Marché Local-export	local	local
- 5 fermes 210 ha	4 fermes 4 ha	Etudes
- Alimenterie	Alimenterie	
- 2 écloseries	1 écloserie	
- Conditionnement		
<u>Objectif 2 ans</u>		
400 tonnes	60 tonnes	Réalisations
<u>Objectif 5 ans</u>		
500 ha - 1200 t.	8 ha - 120 t.	2 ha - 40 t.

VALORISATION	
SAVOIR FAIRE	
Ventes technologies via F.A.	Coopération P.V.D.
<p>En cours :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 écloseries Equateur</li> <li>- 1 écloserie Indonésie</li> <li>- 1 ferme intégrée Colombie</li> <li>- 1 écloserie Sri-Lanka</li> <li>- 1 écloserie Inde</li> <li>- Etudes diverses</li> </ul>	
<p>Objectif</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- nouveaux projets</li> <li>- introduction intérêts français</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- écloserie Malaisie</li> <li>- projet Fiji</li> <li>- projet Sénégal</li> <li>- coopération régionale</li> <li>- S.E. Asia</li> </ul>	

INVESTISSEURS  
POUVOIR PUBLICS

DEVELOPPEMENT

F.A.

SOUTIEN DEMARRAGE	TRANSFERT	FORMATION
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stocks reproducteurs</li> <li>- Production post-larves</li> <li>- Production aliments</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ecloserie Polynésie</li> <li>- Ecloserie Nlle-Calédonie</li> <li>- Semi-intensif " "</li> <li>- intensif Polynésie</li> <li>- opération F.A.</li> <li>- alimentaires</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- stagiaires DOM-TOM</li> <li>- stagiaires étrangers</li> <li>- stagiaires en fin d'études</li> </ul>

FIGURE 5 : REALISATIONS ET OBJECTIFS A 5 ANS

## CHAPITRE 5

### CREVETTES PENEIDES TROPICALES

#### LE DISPOSITIF DE RECHERCHER/DEVELOPPEMENT DE L'IFREMER

- 1) Le Centre Océanologique du Pacifique (TAHITI)
- 2) La Station Expérimentale d'Aquaculture de St.Vincent (Nouvelle-Calédonie)
- 3) Le soutien amont



1) LE CENTRE OCEANOLOGIQUE DU PACIFIQUE

CENTRE OCEANOLOGIQUE DU PACIFIQUE

B. P. 7 004 - TARAVAO - TAHITI

TELEX : 294 FP

TELEPHONE : 57.12.74

FAX 57 24 77

- CONSTRUCTION : 1972 à 1983 - 20 ha dont 7 utiles
- SITE : lagon - T°C : 25 à 29°C - S : 35 %
- BATIMENTS : 6 313 m<sup>2</sup> -
  - logistique : 1 303
  - bureaux : 905
  - aquaculture : 2 600
  - logements : 1 500
- BASSINS : 21 000 m<sup>2</sup>
- PERSONNEL : 83 dont
  - administration - secrétariat : 10
  - logistique : 21
  - aquaculture : 52 dont 10 VAT  
7 EVAAM
- CREDITS DE PROGRAMME 87 :
  - Investissement : 660 KF
  - Fonctionnement : 1 600 KF
- OBJECTIFS :

- Mise au point des techniques d'élevage d'animaux marins en milieu tropical à l'échelle expérimentale et pilote.

- Transfert des techniques au secteur développement :

- . Polynésie
- . Autres DOM/TOM
- . Pays étrangers à travers F.A

- Assistance technique et soutien des unités de production.

C. O. P.

<u>PROGRAMMES</u>	<u>MOYENS</u>
. DISCIPLINE	
- Production d'algues	2 salles de 21 m <sup>2</sup> 190 m <sup>3</sup> en extérieur
- Nutrition	36 bacs de 65 litres 80 bacs de 0,5 m <sup>2</sup> 10 bacs de 1,5 m <sup>2</sup> 315 m <sup>2</sup> atelier de fabrication d'aliment et stockage 65 m <sup>2</sup> laboratoires d'analyses
- Ecochimie	2 bacs 20 m <sup>3</sup> - 3 bacs 13 m <sup>3</sup> 6 bacs 10 m <sup>3</sup> - 4 bacs 3 m <sup>3</sup> 65 m <sup>2</sup> de laboratoires d'analyses (Technicon) 1 salle d'expérimentations fines
- Pathologie	7 bacs de 1,5 m <sup>2</sup> - 26 bacs de 0,5 m <sup>2</sup> - 1 bac de 5 m <sup>3</sup> avec recyclage - 65 m <sup>2</sup> de laboratoires (histologie, bactériologie, viro- logie)
- Bureau d'études	165 m <sup>2</sup>
. ESPECES	
- Chevrettes	1 écloserie de 300 m <sup>2</sup> ( 25 m <sup>3</sup> d'élevage larvaire) 4 bacs 8 m <sup>3</sup> - 4 bacs 3 m <sup>3</sup> - 2 bacs 2 m <sup>3</sup> 4 000 m <sup>2</sup> de bassins terre
- Crevettes	12 bacs 12 m <sup>3</sup> et 7 bacs 2 m <sup>3</sup> de maturation 1 écloserie expérimentale 7 m <sup>3</sup> 1 écloserie de production 23 m <sup>3</sup> 11 000 m <sup>2</sup> de bassins terre 5 900 m <sup>2</sup> de bassins béton
- Mollusques	Salle de ponte de 24 m <sup>2</sup> Écloserie de 62 m <sup>2</sup> (6,4 m <sup>3</sup> ) 20 m <sup>2</sup> de bassins de prégrossis- sissement
- Poissons	Écloserie de 200 m <sup>2</sup> 4,5 m <sup>3</sup> d'élevage larvaire, 16 m <sup>3</sup> sevrage, 20 m <sup>3</sup> prégrossissement 60 m <sup>3</sup> stockage géniteurs (6x10m <sup>3</sup> , 5x12m <sup>3</sup> , 4x10m <sup>3</sup> ) 5 modules de cages de 75 m <sup>3</sup> chacune

au 31-3-1989	N°
C = CADRE T = TECHNICIEN V = VAT	1/2 = MI-TEMPS

# ORGANIGRAMME de la STATION d'AQUACULTURE du CENTRE OCEANOLOGIQUE du PACIFIQUE

chef de station: Jacques CALVAS

## LABORATOIRES ▶

**ECOCHIMIE**  
C. EDOUARD BEDIER  
T. PIERRETTE LEMAIRE  
T. CLAUDE SOYEZ  
V. C. GUY ET JP. AUFORT

**PATHOLOGIE**  
C. MAURICE WEPPE  
T. PHILIPPE HAFFNER  
V. T. RENAULT

**CRYOPRESERVATION**  
C. JEAN GOGUENHEIM 1/2  
V. L. PEETERS  
V. G. CARPENTIER

**NUTRITION**  
C. GERARD CUZON  
T. FRANCOIS RUELLE  
T. GERALD MAI  
T. MAYALEN MAIHOTA  
T. LOUISE MOU  
V. D. CAM

**TECNOLOGIE**  
C. DENIS COATANEA  
V. B. NGUYEN THUYET  
V. V. LECLERC

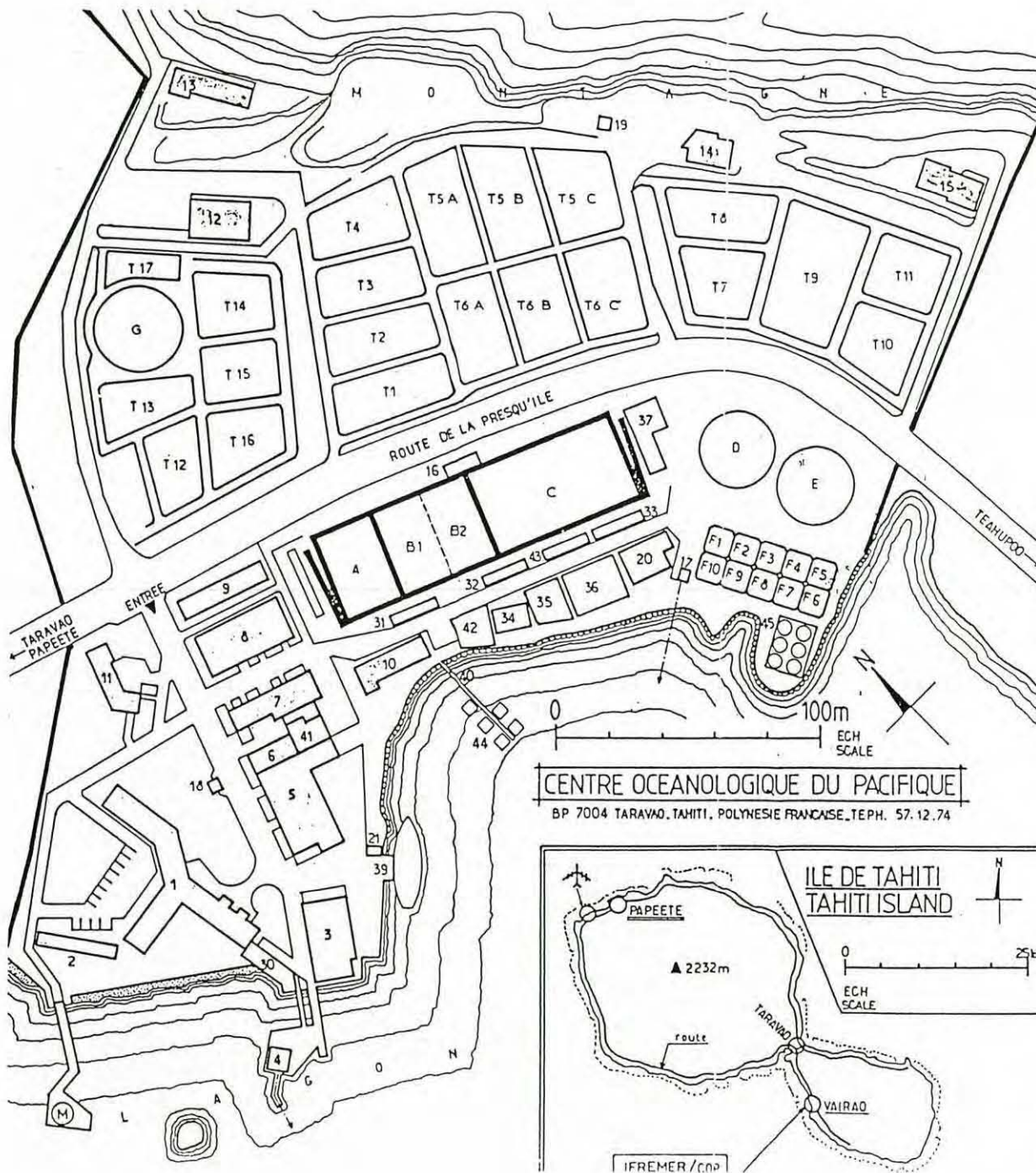
**INFORMATIQUE**  
C. REGIS BADOR  
V. A. CASTEL

**ALGUES / MOLLUSQUES**  
C. GERARD JONQUIERES  
T. HINANO TESSIER  
T. JEROME TIAPARI

**CRUSTACES TROPICAUX**  
C. JACQUES CALVAS  
C. REGIS BADOR 3/4  
C. JEAN BARRET  
T. RENE BERNADINO  
T. GILLES BOISSON  
T. JEAN-MICHEL CHABIRAND  
T. ROBERT DUFOUR  
C. JEAN GOGUENHEIM 1/2  
T. PEVA LEVY  
C. GILLES LE MOULLAC  
C. JACQUES PATROIS  
T. JEAN-MARIE PEIGNON  
T. JOSEPH TAMATI  
T. ROGER TETUMU  
T. VINCENT VANAA  
V. S. CHAUVIN  
V. Y. QUEINNEC  
T. P. RUEZ

**POISSONS**  
C. JACQUES FUCHS  
T. AUGUSTE BENNETT  
T. GEORGES NEDELEC  
T. VINCENT VONAU  
V. Y. GUIGUEN

DEMONSTRATION FAISABILITES TECHNIQUE \_ ECONOMIQUE \_ TRANSFERT \_ ASSISTANCE TECHNIQUE



IFREMER / COP\_TAHITI MARS. 1988

locaux		bassins			
		BETON	M2	TERRE	M2
1	BATIMENT Y				
2	STUDIOS FRONT DE MER	A	400	T1	740
3	ECLOSERIE PENEIDES EXPERIM-	B1	400	T2	710
4	STATION POMPAGE N°1	B2	400	T3	690
5	LOGISTIQUE	C	1200	T4	710
6	CENTRALE ENERGIE			T5	770
7	AQUACULTURE 1	D	755	T6	755
8	AQUACULTURE 2			T7	755
9	AQUACULTURE 3				755
10	AQUACULTURE 4			T9	1260
11	LOGEMENTS ASTREINTES	F1	100	T10	540
12	CAFETERIA	F2	100	T11	570
13	LOGEMENTS STAGIAIRES	F3	100	T12	598
14	LOGEMENT GARDIEN BASSINS	F4	100	T13	491
15	LOGEMENTS MONTAGNE	F5	100	T14	625
16	LOCAL AIR SURPRESSE N°1	F6	100	T15	620
17	STATION DE POMPAGE N°2	F7	100	T16	770
18	STATION SERVICE	F8	100	T17	430
19	STOCKAGE PRODUITS CHIMIQUES	F9	100		
20	ECLOSERIE POISSONS	F10	100		
21	ARMEMENT BATEAUX				
		TOTAL M2 5910		TOTAL M2 14.639	
		(zones)			
		35	PREGROSSISSEMENT BIVALVES		
		36	CULTURES ALGUES		
		37	POISSONS		
		38			
		39	QUAI		
(M)	METEO	40	PONTON		
		zones			
		41	CUVE A FUEL		
30	BAC EXPERIMENTAL	42	MOULINETTES ECOCHIMIE		
31	BAC EXPERIMENTAL	43	POISSONS		
32	BAC EXPERIMENTAL	44	CAGES A POISSONS		
33	BAC EXPERIMENTAL	45	BAC EXPERIMENTAL		

2) LA STATION EXPERIMENTALE D'AQUACULTURE DE ST.VINCENT

DELEGATION IFREMER EN NOUVELLE-CALEDONIE

B.P. 2059 - NOUMEA

TELEX : COMIN 3045 NM - TEL : (687) 28.51.71

STATION EXPERIMENTALE D'AQUACULTURE DE ST-VINCENT

B.P. 54 - BOULOUPARIS

TELEX : COMIN 3045 NM - TEL : (687) 35.11.77

CONSTRUCTION : 1971 à 1984

SITE : Lagon, T° : 19 à 28°C, S : 35 %

BATIMENTS : Bureaux 96 m2  
Logements 186 m2  
Aquaculture 700 m2  
Ateliers 180 m2

BASSINS 100 100 m2

PERSONNEL : à NOUMEA - IFREMER : 2  
à ST-VINCENT - FRANCE AQUACULTURE : 13 + 1 VAT  
IFREMER

CREDITS DE PROGRAMME 87-88 (CP 5) Investissement : 188 KF  
Fonctionnement : 3 937 KF

ORIGINE BUDGETAIRE

IFREMER : 1 375 KF  
TERRITOIRE : 1 375 KF  
VENTE DE PRODUITS : 1 375 KF

OBJECTIFS

Adaptation au contexte calédonien des techniques d'élevage de crevettes pénéides à l'échelle pilote.

- Constitution et maintien des stocks de géniteurs ;
- Production de post-larves pour les fermes privées ;
- Assistance technique et soutien au développement.

**CREVETTES**

- Elevage géniteurs 6 bassins de 1 200 m<sup>2</sup>
- Maturation 165 m<sup>2</sup>, 3 bacs de 12 m<sup>3</sup>  
6 bacs de 9 m<sup>3</sup>, 8 bacs de pontes
- Ecloserie 165,6 m<sup>2</sup>, éclosiers, 5 bacs 2 m<sup>3</sup>  
8 bacs 5 m<sup>3</sup>, laboratoire, local technique
- Salle artémias 25 m<sup>2</sup>
- Salle d'algues 25 m<sup>2</sup>
- Bassins de prégrossissement 2 bassins 1 800 m<sup>2</sup>  
3 bassins 1 000 m<sup>2</sup>  
1 bassin 4 300 m<sup>2</sup>  
1 bassin intensif béton 100 m<sup>2</sup>
- Bassins de grossissement 1 bassin 10 000 m<sup>2</sup>  
1 bassin 75 000 m<sup>2</sup>

**CHEVRETTES**

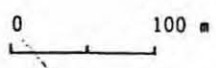
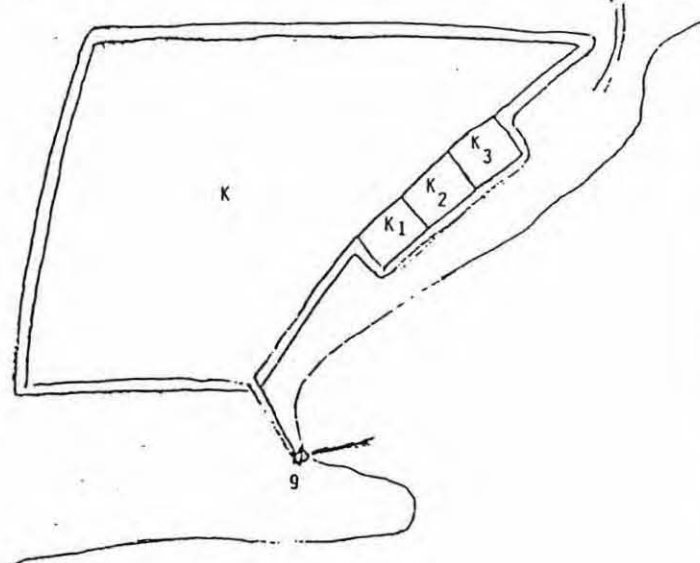
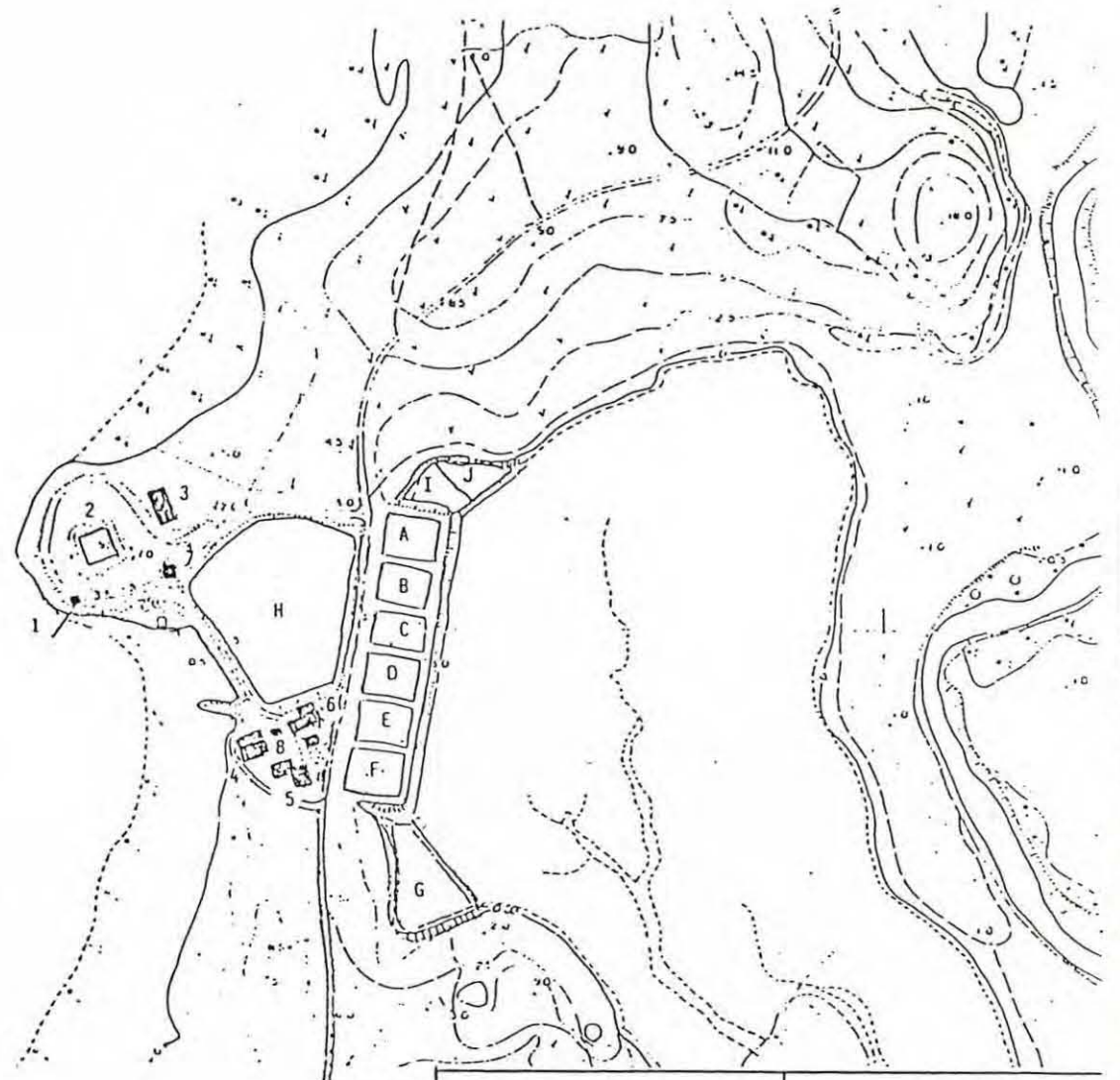
- Ecloserie 112,5 m<sup>2</sup>, laboratoire, local technique,  
1 bac de ponte, 4 bacs 2 m<sup>3</sup> sur filtre biologique

**MOLLUSQUES**

- Prégrossissement Chantiers, radeaux  
Grossissement et parcs expérimentaux



Boie  
DEAMA



LOCAUX		BASSINS	
1	Station pompage	A	)
2	Réserve eau de mer	B	)
3	Ecloserie chevrette	C	) 1 200 m <sup>2</sup>
4	Ateliers	D	)
5	Bureaux - logements	E	)
6	Ecloserie pénéides	F	)
	Maturation	G	) 4 300 m <sup>2</sup>
	Salle d'algues	H	) 10 000 m <sup>2</sup>
7	Transformateur	I	)
		J	) 1 800 m <sup>2</sup>
8	Groupe électrogène secours	K	) 75 000 m <sup>2</sup>
9	Station pompage	K <sub>1</sub>	)
		K <sub>2</sub>	)
		K <sub>3</sub>	) 1 000 m <sup>2</sup>

3) LE SOUTIEN AMONT

## SOUTIEN AMONT

Le dispositif de recherche/développement implanté en Polynésie et Nouvelle-Calédonie est renforcé par un soutien scientifique reçu de la part de laboratoires métropolitains.

### 1 - INVENTAIRE DES DIFFERENTS TYPES DE SOUTIEN

Ce soutien s'opère de différentes manières :

- dans le cadre d'actions internes à l'IFREMER ;
- dans le cadre de financement de la CORDET permettant l'intervention d'équipes universitaires ;
- dans le cadre d'autres financements.

#### - Collaboration interne

Les intervenants principaux ont été le Centre de Bretagne pour ce qui concerne la physiologie de la reproduction et la nutrition (J. GUILLAUME, C. CAHU, C. FAUVEL), le LNPA (Mme STEPHAN) en soutien analytique et le LPGM (H. GRIZEL, E. MIAHLE) en soutien au programme de pathologie virale.

#### - Interventions dans le cadre de contrat de la CORDET

L'intervention d'équipes universitaires ou du CNRS a débuté en 1982. Le bilan des différents contrats de la période 1982-1988 est dressé dans le tableau 7. Les financements mis en jeu depuis 1982 ont été d'environ 1 MF. Ils ont permis d'approfondir les connaissances à plusieurs niveaux :

- qualité des algues unicellulaires utilisées en élevage larvaire ;
- génétique des populations ;
- physiologie de la reproduction, nutrition ;
- écologie bactérienne en élevage intensif.

#### - Interventions dans le cadre d'autres financements

##### . Bourses de thèse :

Ce financement a permis l'accueil de deux étudiants mexicains (E. CRUZ et R. MENDOZA) qui ont accompli leur travail de recherche au Centre de Brest et à Tahiti.

#### - Contrat avec des entreprises privées

Une collaboration avec HOFFMAN LA ROCHE a été menée sur l'incorporation de pigments caroténoïdes dans des aliments artificiels.

Tableau 7 : CREVETTES PENEIDES TROPICALES

CONTRATS DE RECHERCHE CORDET 1982-1988

ANNEE	OBJET	CONTRACTANT	MONTANT (FF)
1982	Caractérisation génétique des crevettes pénéides tropicales d'intérêt aquacole.	U.S.T.L. Montpellier F. BONHOMME	33.727
	Etude des problèmes viraux dans les élevages de crustacés tropicaux.	U.S.T.L. Montpellier J.R. BONAMI	Non géré au C.O.P.
	Recherche sur la reproduction, la nutrition et la physiologie de crustacés pénéides tropicaux élevés en aquaculture.	E.P.H.E. H. CECCALDI	Non géré au C.O.P.
1983	Caractérisation génétique des crevettes pénéides tropicales (B 314)	U.S.T.L. Montpellier F. BONHOMME	60.000
	Physiologie de la reproduction des crevettes pénéides en zone tropicale (B 318 - B 322)	CNRS - EPHE H. CECCALDI	120.000

TABLEAU 7 (SUIITE)

ANNEE	OBJET	CONTRACTANT	MONTANT (FF)
	Valeur alimentaire des algues produites en milieu contrôlé pour les élevages larvaires de pénéides et de bivalves (B 415 - B 427)	CNRS/ERA 228 J. GOSTAN	100.000
	<del>Recherche des peptides activateurs d'enzymes digestifs chez les crevettes (B 419)</del>	<del>CNEXO/COLLEGE DE FRANCE A. Van WORMHOUDT</del>	<del>60.000</del>
	Etude de la cryoconservation du sperme, des oeufs et des nauplii chez les crevettes pénéides (B 428)	CNEXO/COP P. ERNOULT	45.000
1984	Physiologie de la reproduction et de la nutrition chez les crustacés pénéides	E.P.H.E. H. CECCALDI	100.000
	Etude des maladies virales dans les différentes phases des élevages de crustacés et de poissons marins (B 425)	U.S.T.L. J.R. BONAMI	100.000
	Connaissance des communautés bactériennes associées aux élevages de crevettes pénéides du C.O.P.. Leur participation à l'amélioration des élevages (B 424)	U. de Provence CNRS J. BIANCHI	80.000

ANNEE	OBJET	CONTRACTANT	MONTANT (FF)
1986	Etude des maladies virales dans les élevages de crevettes pénéides tropicales	U.S.T.L. Montpellier J.R. BONAMI	120.000
	Ecologie et biochimie microbienne en milieu marin	U. de Provence CNRS J. BIANCHI	40.000
1988	Etude des populations bactériennes stabilisatrices de milieu dans les systèmes intensifs d'élevage de crevettes tropicales (2 année)	U. de Provence CNRS J. BIANCHI	40.000
	Mise au point d'aliments composés destinés à améliorer les performances de la reproduction de crevettes pénéides en aquaculture tropicale: maturation, ponte, éclosion, survie des oeufs et des premières phases larvaires.	E.P.H.E. H. CECCALDI	non géré par le COP

TABLEAU 7 (SUITE)

## 2 - BILAN SOMMAIRE DE CES OPERATIONS DE SOUTIEN

### - Qualité des algues unicellulaires

Le contenu et la nature des acides gras restent stables au cours des différentes étapes de la culture et même le passage en grand volume à l'extérieur n'entraîne pas de modifications importantes.

Par contre, le spectre en acides gras est très variable d'une espèce à l'autre, mais les trois souches d'algues utilisées en routine, *Chaetoceros gracilis*, *Isochrysis aff. galbana* et *Platymonas* souche Batan s'avèrent être complémentaires.

Ces résultats justifient a posteriori la validité de la séquence alimentaire empiriquement utilisée en élevage larvaire.

### - Génétique des populations

L'étude électrophorétique de différentes souches de *P.monodon* a montré que la variabilité génétique était faible chez cette espèce. L'amélioration des souches par sélection classique semble donc être une voie de recherche à faible probabilité de succès.

### - Physiologie de la reproduction, nutrition

Les travaux ont porté sur le mécanisme de la vitellogenèse chez *P.vannamei* et l'importance de l'alimentation en frais et plus particulièrement de la balance des acides gras polyinsaturés de la série C 20 : 3 et C 20 : 6. Le laboratoire de nutrition du centre de Brest a aussi précisé l'importance du facteur de croissance contenu dans la chair de calmar et a purifié une fraction active à 200 ppm. D'autre part, il a été constaté que le gain de croissance obtenu n'était pas dû à une augmentation de la fréquence de mue, mais à un accroissement du gain de poids à chaque mue par hypertrophie cellulaire. Ces travaux sont actuellement poursuivis.

Un second travail de recherche a permis de mettre en évidence, un facteur d'induction de la vitellogenèse secondaire, contenu lui aussi dans la chair de calmar.

Ce travail fait l'objet d'une thèse d'université qui pourrait déboucher sur la mise au point d'un aliment géniteurs. Cette opération de recherche est complémentaire de celle menée par l'EPHE (J. CECCALDI) dans le cadre d'un contrat de la CORDET.

D'autre part, une étude sur les peptides apparentée aux hormones de croissance de vertébrés a été faite sur des larves de *P.indicus*, *P.vannamei* et *P.stylostris*. Il a été établi que la quantité d'hormone "vertébré-like" (HGH) augmentait au cours de la vie larvaire (pic à MII, MIII). Des essais d'incorporation d'HGH dans des aliments microparticulés sont en cours.

- Pathologie virale

Les travaux ont porté sur les virus IHHN diagnostiqué chez *P.stylirostris*. Des infections expérimentales, utilisant du virus partiellement purifié (souche USA) ont été tentées. Ces tentatives d'inoculation et d'infection per os avec une souche dont la pathogénécité a été démontrée à HAWAII n'ont pas mis en évidence de mortalité particulière paraissant liée à l'IHHN. Il apparaît donc que la souche Tahitienne de *P.stylirostris* se montre réfractaire aux essais de contamination expérimentale. Ce résultat pourrait avoir des retombées économiques importantes, par la commercialisation de cette souche réfractaire.

- Ecologie bactérienne en élevage intensif

L'étude des populations bactériennes associées aux élevages intensifs (grossissement) a montré qu'une partie importante de l'aliment était utilisée par les bactéries. Cette étude des différents compartiments intervenant dans l'écosystème des bassins d'élevage sera poursuivie en 1989.

Le bilan de ces différentes opérations de recherche est globalement positif. Ce type d'action de soutien amont demande à être poursuivi et intensifié et il conviendrait, à l'avenir, que le GS BBA tropical puisse inclure dans ses appels d'offre, le programme crustacés tropicaux.



CHAPITRE 6  
ETAT DES TECHNIQUES

1/ ESPECES D'INTERET COMMERCIAL POUR L'AQUACULTURE

2/ CYCLE DES PENEIDES

3/ ETAT DES TECHNIQUES

3.1. Constitution des stocks de reproducteurs

3.2. Maturation

3.3. Insémination

3.4. Ponte et éclosion

3.5. Elevage larvaire

3.6. Prégrossissement

3.7. Grossissement

4. CONCLUSION

## 1/ ESPECES D'INTERET COMMERCIAL POUR L'AQUACULTURE

Parmi les nombreuses espèces d'intérêt commercial qui font l'objet de pêches dans les zones littorales de la ceinture tropicale, seules un petit nombre d'entre elles sont intéressantes pour l'aquaculture. Il ne semble pas y avoir de corrélation entre l'abondance et les capacités de croissance des espèces dans le milieu naturel et leur intérêt aquacole. Certaines espèces très abondantes dans les captures de pêches comme *P.occidentalis* sur la Côte Ouest du pacifique ou *P.indicus* dans l'Océan Indien, sont des espèces de faible intérêt aquacole car présentant des survies et des croissances faibles dans les filières d'élevage en bassins.

Ces espèces prédominantes destinées pour la plupart à l'exportation sont : *P.monodon* pour le S.E. Asiatique, *P.orientalis* et *P.japonicus* pour la Chine et le Japon, *P.vannamei* et *P.stylirostris* pour les pays d'Amérique Centrale et du Sud. Les espèces *P.merguensis*, *P.indicus*, sont importantes en production secondaire souvent orientée vers les marchés intérieurs aux Indes et dans le S.E. Asiatique. Deux espèces sont en cours de développement, *Penaeus schmitti* en Atlantique et *P.penicillatus* à Taïwan.

Les progrès réalisés ces dix dernières années dans le contrôle de la reproduction et la constitution de stocks de reproducteurs en captivité autorisent maintenant l'élevage de n'importe quelle espèce, en n'importe quel lieu, d'où la possibilité de sélectionner l'espèce la mieux adaptée aux conditions d'environnement des zones d'élevage. C'est ainsi que *P.japonicus* a été introduite en élevage dans les pays européens et que *P.vannamei* et *P.stylirostris* sont élevés très loin de leur pays d'origine.

Les critères de sélection portent sur :

- les performances de croissance sur aliments composés ;
- la possibilité de production de masse de post-larves en captivité ;
- le potentiel d'intensification ;
- la résistance aux maladies et aux diverses manipulations ;
- la réponse des marchés.

## 2/ CYCLE DES PENEIDES

Les Pénéides d'intérêt commercial se reproduisent en zone littorale quand la température de l'eau dépasse une certaine valeur variable suivant les espèces. La maturation et la ponte ont lieu le plus souvent en eau de caractéristique océanique de salinité supérieure à 28 ‰.

La saison de ponte dure tant que la température est favorable ; en zone tropicale, elle peut être continue avec toutefois des pics saisonniers.

On distingue deux types d'espèces suivant qu'elles possèdent un thélycum ouvert ou fermé. Les femelles des espèces à thélycum ouvert sont fécondées par les mâles qui déposent leurs spermatozoïdes à la base de la cinquième paire de

pattes thoraciques, quelques heures avant la ponte. Cette particularité implique que la pêche en mer de femelles gravides, prêtes à pondre, ne peut se faire qu'en fin d'après-midi. La fécondation a lieu en milieu d'après-midi et la ponte à partir de 20h00. Les femelles des espèces à thélycum fermé sont fécondées par les mâles lorsqu'elles muent, elles gardent alors les spermatozoïdes à l'intérieur du thélycum et ceux-ci restent actifs pendant toute la période d'intermue. A la mue, les spermatozoïdes sont éliminés avec l'exuvie.

L'observation du comportement des mâles en captivité montre une recherche active des femelles prêtes à pondre ou qui viennent de muer. Les mâles par des coups répétés donnés à l'aide de leurs écailles antennaires mettent en mouvement les femelles puis les suivent en plaçant ventralement leurs écailles antennaires à la hauteur du thélycum et ceci quel que soit l'état de développement ovarien des femelles. La reconnaissance quasi infaillible de celles qui vont pondre ou sont molles doit probablement mettre en jeu des phéromones.

Si la recherche et la nage conjointe peuvent durer longtemps, la dépose des spermatophores est très rapide : le mâle se retourne sur lui-même et vient donc présenter les orifices de sortie de ses spermatophores (3ème paire de pattes) en regard du thélycum, puis effectue une rotation à 90° au moment de la dépose avant de se séparer complètement de la femelle.

Les spermatophores ont des formes différentes suivant les espèces. Une femelle à thélycum ouvert venant d'être fécondée présente les boules de sperme entourées des ailes mucilagineuses qui ancrent le spermatophore en un ou deux points, les deux étant collés longitudinalement. Pour les femelles à thélycum fermé, on distingue un voile blanchâtre à l'extérieur du thélycum qui disparaît au bout de quelques heures. Il n'est pas nécessaire que les ailes du spermatophore restent en place pour qu'il y ait fécondation ; on trouve souvent des animaux où seuls restent visibles les masses de spermatozoïdes.

Les spermatozoïdes sont immobiles et se présentent sous forme d'une sphère avec une pointe triangulaire plus ou moins droite. Avant de féconder l'ovule, ils présentent une réaction achrosomique qui permet au spermatozoïde de s'accrocher à l'ovule.

La maturation observée en captivité peut être très rapide puisque certaines femelles sont capables de développer leur ovogénèse secondaire en trois jours. Pour d'autres, la maturation peut être plus longue en fonction, semble-t-il, des conditions de température, d'alimentation et d'élevage.

La taille à la première ponte est très variable suivant les espèces ; *P.merguiensis* et *P.indicus* peuvent se reproduire à des poids inférieurs à 10g. Pour d'autres comme *P.monodon*, les femelles selon les races doivent dépasser 70 à 100g. La fécondité est élevée avec des pontes de 100 000 à 1 000 000 oeufs pour des animaux de 30 à 150g. En captivité, plusieurs pontes peuvent s'observer au cours du cycle d'intermue, jusqu'à 6.

Les oeufs sont émis dans l'eau à la base de la troisième paire de pattes thoraciques et sont en flottabilité négative.

Le développement embryonnaire est rapide (12 heures à 28°C) et les larves nauplii éclosent le matin d'après le jour de ponte. La vie larvaire planctonique comporte de nombreux stades qui se succèdent rapidement. Il y a d'abord six stades nauplii (1 à 6) pendant lesquels les larves vivent sur leurs réserves

vitellines puis trois stades (Zoé1 à 3) pendant lesquels apparaissent les yeux, les uropodes et les premiers appendices thoraciques et où l'alimentation est à base d'algues unicellulaires quoique ces larves soient capables de manger du petit zooplancton.

Elles se transforment ensuite en trois stades Mysis (1 à 3) où apparaissent les pattes thoraciques et les pléopodes, leur régime devient alors plus carnivore, les larves chassent activement le plancton puis elles atteignent le stade de post-larve où elles ressemblent à l'adulte mais il leur faudra encore plusieurs mues pour acquérir complètement le comportement benthique.

La nage par intermittence des stades Nauplii provoquée par les appendices antennaires fait place aux stades Zoé à une nage en avant avec mouvements continus des appendices filtreurs qui amènent les algues à l'entrée des pièces buccales. Puis, aux stades Mysis, les larves nagent la tête en bas à partir des mouvements des exopodes, des appendices thoraciques et ont des mouvements de préhension active des proies. A post-larve, la nage est de nouveau vers l'avant en raison de l'entrée en fonction des pléopodes.

Dans le milieu naturel, les post-larves se trouvent le plus souvent dans les eaux de très faible profondeur des mangroves où elles ont migré à partir des zones de ponte. Ces milieux sont souvent très dessalés montrant aussi la tolérance de ces animaux à de rapides variations de salinité.

L'arrivée saisonnière massive de post-larves dans certaines régions a été la base du développement de la culture des Pénéides. Leur capture à l'aide de filets à main étant alors relativement aisée, les juvéniles jusqu'à une certaine taille se retrouvent ainsi dans les zones très littorales puis, petit à petit, regagnent des zones d'habitat de plus grande profondeur. Fonds de sable, fonds sablo-vaseux et fonds de vase de 10 à 50 mètres sont leurs biotopes habituels où elles se nourrissent activement sur la faune benthique et planctonique : vers, petits crustacés et mollusques. Leur régime est très largement omnivore incluant des débris d'algues.

La croissance est rapide, plusieurs dizaines de grammes en quelques mois fonction de la température et de la disponibilité en aliments. La taille de maturation est donc atteinte rapidement et on peut, dans certains cas, avoir deux générations dans l'année. La durée de vie varie suivant les espèces de 1 à 3 ans.

On est donc en présence d'espèces qui passent une partie de leur vie en eau océanique et en particulier les périodes de maturation et de ponte et une partie de leur vie en zone très littorale souvent dessalée en tant que post-larves et juvéniles. Ce sont donc des animaux très euryhalins et eurythermes. Les particularités de leur reproduction, de leur vie larvaire et de leur comportement à l'état adulte se révèlent très importantes pour la mise au point des filières de production.

La grande résistance et tolérance aux variations de température et de salinité les rendent particulièrement aptes à l'élevage en bassin à terre de faible profondeur, où ces variations sont amplifiées par rapport au milieu naturel. Leur comportement souvent grégaire est un atout pour tous ces procédés.

Par contre, leurs habitudes littorales aux stades post-larvaires et juvéniles les rendent particulièrement sensibles aux pollutions littorales de toutes sortes et peuvent expliquer les baisses de rendement de certaines pêcheries.

### 3/ ETAT DES TECHNIQUES

L'élevage se décompose en cinq phases :

- la constitution des stocks de reproducteurs ;
- la maturation, fécondation, ponte, éclosion ;
- l'élevage larvaire ;
- le prégrossissement ;
- le grossissement.

#### 3.1. Constitution des stocks de reproducteurs

Actuellement, deux filières sont utilisées : filière extensive et filière intensive.

- **Filière extensive** : *P.monodon*, *P.indicus*, *P.stylirostris*. Elle se pratique en bassins de terre de 500 à 4000 m<sup>2</sup>. L'élevage se décompose en deux phases :

\* Phase 1 : prégéniteurs. Durée 3 à 4 mois à partir de P5-P8. La densité est de 1 à 5 animaux/m<sup>2</sup>. Aliment à haut taux protéique.

\* Phase 2 : géniteurs. Les animaux récoltés à l'issue de la première phase sont transférés dans un deuxième bassin où la densité est de 0,5 à 1 animal par m<sup>2</sup>. Les animaux sont utilisables au bout de 4 à 5 mois. Aliment à haut taux protéique et aliment frais en complément (calmar).

- **Filière intensive** : *P.vannamei*. L'élevage se pratique en bassin béton de 100 m<sup>2</sup> ou de polyester de 25 m<sup>2</sup>. Les bacs sont aérés et ombrés (en saison chaude). On distingue trois phases :

\* Phase 1 : (PL3-5 - 6g). Durée 2 à 3 mois. La densité initiale est de 150 à 200 PL (ou juvénile)/m<sup>2</sup>. Aliment à haut taux protéique.

\* Phase 2 : prégéniteurs (6g à 20-30g). Durée 3 à 5 mois. Les animaux issus de la phase 1 subissent une sélection massale et sontensemencés à 50/m<sup>2</sup>. Ils sont nourris avec une formule identique à celle de la phase 1.

\* Phase 3 : géniteurs (20g à 40-50g). Durée 4 à 5 mois. Après une sélection identique à celle de la phase 2, les animaux sont transférés dans un nouveau bassin à une densité de 20 animaux/m<sup>2</sup>. L'aliment artificiel est complété par un apport de nourriture fraîche (Calmar).

Les principales contraintes de ces filières sont : en extensif : le contrôle délicat du milieu d'élevage (bloom phytoplanctonique). La qualité de ce milieu influe sur la qualité des animaux produits. La nécessité (en extensif et intensif) d'utiliser des aliments très performants : aliment japonais Nippai et aliment frais (Calmar).

### 3.2. Maturation

A la fin de ces différentes phases d'élevage, les géniteurs sont transférés dans l'unité de maturation. Les conditions zootechniques de la maturation ont été définies depuis plusieurs années. Elles concernent la biomasse, l'intensité lumineuse, la température et le taux de renouvellement de l'eau, la qualité de l'alimentation (aliment frais : moules, calmar, aliment artificiel Nippai).

L'épédonculation unilatérale des femelles est nécessaire pour multiplier le nombre des pontes. Les principales contraintes de cette étape sont : le maintien d'une température stable (29°C plus ou moins 1°C) et la nécessité d'utiliser une nourriture fraîche de qualité.

### 3.3. Insémination

On observe deux types d'insémination suivant les espèces :

. Espèces à thélycum ouvert (*P.vannamei*, *P.stylirostris*). L'accouplement se fait juste avant la ponte. Les mâles identifient les femelles prêtes à pondre et chaque ponte doit être précédée d'un accouplement.

. Espèces à thélycum fermé (*P.monodon*, *P.indicus*). La dépose des spermatozoïdes est faite par le mâle juste après la mue de la femelle. La fécondation de plusieurs pontes se déroulant dans le cycle d'intermue peut être assurée par les spermatozoïdes contenus dans le même spermatozoïde et conservés dans le thélycum.

En ce qui concerne *P.vannamei* et *P.stylirostris*, l'accouplement peut s'obtenir en captivité mais l'insémination artificielle est couramment pratiquée. Avant insémination, la qualité des spermatozoïdes d'un lot de mâles peut être jugée par une coloration spécifique ADN-ARN.

Malgré cela, les résultats sont encore parfois aléatoires sur les espèces à thélycum ouvert. On enregistre aussi une certaine variabilité chez *P.monodon*.

### 3.4. Ponte et éclosion

Le déclenchement de la ponte se fait naturellement sans aucune manipulation particulière. Les standards d'éclosion sont bien maîtrisés. Il a été constaté, empiriquement, qu'une baisse de la salinité de 34 à 30 ‰ augmentait le pourcentage d'éclosion chez *P.vannamei*. Aucune explication n'a pu être apportée dans la mesure où aucune action identique n'est constatée chez ces autres espèces.

### 3.5. Elevage larvaire

L'élevage larvaire se fait à haute densité (100 larves par litre). La filière classique fait appel à des renouvellements d'eau importants à partir des stades Mysis, à l'utilisation d'algues et d'Artémia comme aliments. Cette technique a fait ses preuves. Ses contraintes sont toutefois importantes :

- dépendance vis à vis de la qualité de l'eau du milieu extérieur : dans certaines régions, température et salinité peuvent varier très rapidement ;
- nécessité de produire des proies vivantes (algues, Artémia) en quantité et de qualité constante ;
- nécessité d'emploi d'antibiotiques en traitement préventif ;
- main d'oeuvre importante ;
- nécessité d'une gestion sanitaire rigoureuse.

Cette technique permet de produire 50 à 100 post-larves par litre. Elle est utilisée par les plus grosses écloseries de par le monde. Mais elle doit être optimisée.

### 3.6. *Prégrossissement*

Cette phase de l'élevage n'est pas toujours pratiquée mais elle présente de nombreux avantages :

- acclimatation des animaux à de nouvelles conditions d'élevage dans des enceintes plus petites (que les bassins de grossissement) donc plus facilement contrôlables ;
- optimisation de la gestion des bassins de grossissement ;
- tampon entre l'écloserie et les zones de grossissement qui donne une souplesse à l'ensemble du dispositif de production.

L'acclimatation proprement dite se fait le plus souvent dans des bacs identique a ceux de l'écloserie (bacs en U de 10 à 20 m<sup>3</sup>) non régulés en température.

Le prégrossissement semi-intensif : en bassins de terre de 1 à 2 hectares. Les densités sont de 80 à 100 animaux par m<sup>2</sup>. Le prégrossissement dure de 30 à 45 jours et permet de récolter des animaux d'environ 0,5g-1g. La survie varie de 40 à 80 %.

Les bassins sont en général fertilisés avec des engrais inorganiques et organiques, l'aliment artificiel n'étant utilisé qu'en complément.

Le prégrossissement intensif : il se pratique dans des bassins béton d'une centaine de m<sup>2</sup>. La densité dépend de la durée : 10 animaux par litre pour une durée de 5 à 8 jours (nursérie), 2 à 4 par litre pour un prégrossissement de 25 à 35 jours. Dans le premier cas, la survie est de 80 à 90 %, dans le second de 40 à 80%. Le poids moyen au bout de 25 à 35 jours varie entre 0,1g et 0,4g. A la différence du système semi-intensif, l'aliment artificiel constitue la principale source de nourriture des animaux.

### 3.7. Grossissement

Trois techniques sont utilisées. Leurs caractéristiques sont regroupées dans le tableau n°8.

- ° Grossissement extensif : cette technique est la plus utilisée actuellement, elle assure environ 70 % de la production mondiale. Le "succès" de la méthode est en fait lié au contexte socio-économique de ces pays producteurs : structures de grossissement souvent rudimentaires, production insuffisante de post-larves et d'aliments performants au moindre coût.
- ° Grossissement semi-intensif : technique d'apparition récente (années 1980) liée au développement des écloséries et des premières alimenteries. Elle est principalement utilisée aux Philippines, à Taïwan et en Amérique Latine.
- ° Grossissement intensif : les seuls pays produisant à grande échelle selon ce mode sont Taïwan et, à un niveau moindre, les Philippines. Les rendements moyens à Taïwan étaient en 1987 de 5 à 7 tonnes/ha/an. Ils ont pu être atteints grâce à l'organisation rapide de l'activité liée principalement au dynamisme de différents secteurs : plusieurs centaines d'écloséries et plus d'une quarantaine de fabrique d'aliments existent. Des entreprises ont conçu et fabriquent à grande échelle des matériels spécifiques bon marché (aérateurs, distributeurs automatiques d'aliment, sennes électriques de récolte, ...).

#### 4/ CONCLUSION

Du bref rappel de l'état actuel du savoir faire, il ressort que :

- 1) les techniques existent et permettent des productions économiquement viables dans certains contextes.
- 2) elles restent à optimiser.

L'augmentation récente de la production mondiale de crevettes pénéides est, on l'a vu, liée au développement de l'aquaculture, meilleure preuve, qu'une activité a pu être créée à partir de techniques mises au point dans les années 1972-1987. Les principales étapes ont été :

- la sélection des espèces ;
- le contrôle de la reproduction en captivité ;
- la constitution et la gestion de stocks de reproducteurs captifs ;
- la mise au point de techniques d'élevage larvaire à haute densité ;
- la définition des formulations et des techniques de fabrication d'aliments composés ;
- la mise au point de techniques de grossissement semi-intensif et intensif.

Ce travail pluridisciplinaire a suivi les différentes étapes du processus de recherche/développement : phases expérimentale, pilote, de démonstration, transfert au secteur privé.

Toutefois, à l'horizon 1990, apparaissent les limites de ces techniques de première et deuxième génération. Trois exemples suffiront à les préciser :



- les problèmes rencontrés dans les grandes écloséries d'Equateur depuis 1986. La technique qui s'avèrait adéquate tant que les productions étaient faibles et discontinues, est devenue plus difficile à mettre en oeuvre lorsque les changements d'échelle sont intervenus ;

- l'effondrement de la production de Taïwan en 1988 à la suite de mortalités massives durant la phase de grossissement. Le problème n'est pas encore clairement identifié ;

- l'impossibilité d'élever *P.stylirostris* en Equateur, qui, soumise à une pression pathologique virale endémique donne de très mauvais résultats en grossissement alors que les rendements en semi-intensif ou intensif obtenus en Nouvelle-Calédonie et Tahiti sont satisfaisants. La souche élevée et "inbreedée" dans le Pacifique depuis 10 ans serait résistante au virus IHHN.

Ces exemples caractéristiques ne sont pas uniques : s'y ajoutent les variabilités observées dans les performances des géniteurs, dans les résultats de croissance et survie en prégrossissement et grossissement.

Les techniques actuelles ont donc leurs limites et il convient d'approfondir nos connaissances pour atteindre l'objectif final qui est :

*la production constante d'animaux de qualité constante, au moindre coût.*

TABLEAU N° 8 - CARACTERISTIQUES DES FILIERES DE GROSSISSEMENT DE CREVETTES PENEIDES

	EXTENSIF	SEMI-INTENSIF	INTENSIF
ENCEINTES D'ELEVAGE	Enclos naturels Lagunes	Bassins de terre	Bassins de terre ou béton
	1-100 hectares	1-20 hectares	0,1-1 ha
DENSITE (AX/m <sup>2</sup> )	< 2	8-20	30-200
RENOUVELLEMENT EN EAU % volume/jour	Marée Pompage épisodique	Pompage 10-20	Pompage 10-200
AERATION	-	Episodique	Obligatoire
ORIGINE DES JUVENILES	Sauvage	Sauvage + écloserie	Écloserie
ALIMENT	Fertilisation	Fertilisation + aliment arti.	Aliment artificiel
TAUX DE CONVERSION	-	1,5-3	1,5-3
NOMBRE DE RECOLTES/AN	1 à 3 en fonction de la température		
SURVIE FINALE (%)	Aléatoire	50-80 après prégrossissement	50-80 après prégrossi.
PRODUCTION (Kg/ha/an)	100-300	1000-4000	10000-30000
POIDS MOYEN A LA RECOLTE (g)	20-35	18-25	18-35
EVALUATION DE LA PART DANS LA PRODUCTION MONDIALE	70 % (Asie)	10 % (Equateur)	20 % (Taïwan)

## CHAPITRE 7

### LES BESOINS EN RECHERCHE FINALISEE

- Génétique
- Physiologie de la reproduction
- Nutrition
- Ecophysiologie
- Pathologie

## LES BESOINS EN RECHERCHE FINALISEE

La première étape de mise au point des techniques, étape à dominante zootechnique, s'achève. Elle a permis de sélectionner les espèces, de définir les conditions d'élevage, de mettre au point les formules alimentaires. Les résultats ont permis le transfert au secteur développement dans les DOM-TOM et à l'étranger.

Ce développement de "première génération" doit être maintenant suivi d'une étape d'optimisation concernant les différentes phases de l'élevage. Et il apparaît que ces nouveaux gains en productivité ne pourront se faire qu'à travers une intensification de l'effort de recherche finalisée.

A moyen terme, les disciplines concernées et jugées comme prioritaires sont les suivantes :

- génétique
- physiologie de la reproduction
- nutrition
- ecophysiologie
- pathologie.

### Génétique : amélioration des souches

Ce type de recherche était inenvisageable, il y a quelques années, les techniques d'élevage n'étant pas suffisamment éprouvées. La grande variabilité des résultats liée à des problèmes d'ordre purement zootechnique risquait en effet de masquer les différences de performances qui demandaient à être mises en évidence.

Il convient de préciser que l'aboutissement de cette opération de recherche n'est pas certaine, car, à l'heure actuelle il n'existe aucune expérience acquise dans le domaine.

Les résultats attendus sont :

- amélioration des capacités de croissance et/ou de reproduction.
- meilleure résistance aux stress (température, salinité, oxygène dissous ...)
- résistance aux agents pathogènes.

Les méthodes d'amélioration pouvant être envisagées sont, seules, ou en combinaison :

- sélection, hybridation
  - gynogenèse, polyploïdie
  - transfert de gène.
- La sélection classique reste un processus lourd à mettre en oeuvre, nécessitant un nombre important de réplicats. De plus le résultat dépend de la variabilité de la population qui sur les crevettes n'apparaît pas très forte.
- La gynogenèse permet l'obtention de population monosex femelle permettant pour certaines espèces d'obtenir (chez P. monodon en particulier) des animaux

plus gros. Elle peut se faire, par empêchement du rejet du deuxième globule polaire puisque sur les crevettes l'achèvement de la méiose a lieu même en l'absence de fécondation. Ceci sous-entend toutefois de maîtriser l'insémination in vitro qui n'est pas facile à mettre en oeuvre chez les crevettes.

- La polyploïdie : l'objectif est l'obtention d'animaux triploïdes stériles et aux potentialités de croissance normalement plus importantes. La production d'animaux stériles permet en outre de protéger la souche.

La polyploïdie peut être obtenue par différentes techniques. Les oeufs sont soumis à un choc thermique, chimique ou hyperbare au stade 2 cellules. La mise en place de lignées tétraploïdes mâle permettrait par croisement avec une femelle normale d'obtenir des larves triploïdes ce qui permettrait, sans risques de "fuite", de commercialiser non pas les post-larves ou les nauplii mais les reproducteurs mâles.

- Le transfert de gène : l'incorporation de gènes clonés tels que précurseurs d'hormone de croissance, de reproduction, ou de résistance à un agent pathogène est un autre moyen d'amélioration des souches. L'incorporation peut se faire par électroporation, microinoculation des oeufs ou à l'aide de spermatozoïdes "chargés". Ces techniques de génie génétique n'ont encore jamais été appliquées aux crustacés et il n'est pas certain qu'il soit possible d'obtenir des animaux transgéniques. D'autre part l'héritabilité du caractère n'est pas du tout certaine.

En conclusion, ces nouvelles approches demandent à être faites au cours de ce plan, mais leur probabilité de réussite est incertaine. En préalable elles demanderont une maîtrise des différentes étapes de la fécondation, et des techniques de caryologie.

L'effort de recherche sera sans doute long et demandera la coopération d'équipes spécialisées extérieures.

## PHYSIOLOGIE DE LA REPRODUCTION

- Induction de la maturation sexuelle.

L'approche principalement zootechnique faite jusqu'à présent a défini les trois voies d'induction complémentaires :

- Environnementale
- Nutritionnelle
- Endocrinologique

**Voie environnementale** : Les facteurs environnementaux nécessaires à la maturation (température, salinité, lumière) sont maintenant connus. Ils sont une condition nécessaire mais non suffisante dans le processus d'induction.

**Voie nutritionnelle** : L'importance de la chair de mollusques (moules, trocas, calmar) dans l'alimentation des géniteurs a été tout d'abord empiriquement mise en évidence. Plus tard ont été démontrés les rôles de différents constituants biochimiques de la chair de calmar :

- les acides gras polyinsaturés (et la balance  $\omega$ : 3/  $\omega$ : 6) intervenant dans le métabolisme lipidique et lipoprotéique, et au niveau des réserves vitellines de l'oeuf.
- le cholestérol que ne peut synthétiser la crevette et qui est un précurseur des stéroïdes sexuels, hormones de mue et composants de membrane. Mais d'autres facteurs nutritionnels peuvent intervenir dans l'induction de la maturation. Ils sont à l'heure actuelle mal connus :
- c'est ainsi qu'une fraction hydroalcoosoluble extraite du calmar et incorporée dans un aliment artificiel a permis l'induction de la vitellogenèse secondaire sans épédonculation ;
- de la même manière, l'importance des pigments caroténoïdes, des sels minéraux et des vitamines (en particulier la vitamine C qui intervient dans la formation du collagène, constituant du tissu conjonctif de l'ovaire), restent à préciser.

Ces recherches demandent donc à être poursuivies dans le but d'identifier ces facteurs d'induction, de préciser leur mode d'action et de, peut-être, réaliser leur synthèse.

La finalité étant la mise au point d'un aliment artificiel capable de s'affranchir totalement de l'alimentation en frais. Les retombées seraient évidentes :

- constance des résultats au niveau des géniteurs, car constance de qualité d'un tel type d'aliment (alors que la qualité de l'aliment frais varie selon l'espèce de mollusque utilisée, la période de l'année - état de maturation - les conditions de stockage ...) ;
- élaboration d'un produit à forte valeur ajoutée qui pourrait être commercialisé au niveau des écloséries du monde entier ;
- protection commerciale par diffusion de l'aliment mais pas de la technique.

Voie endocrinologique : Là aussi la première approche a été empirique : l'épédonculation a été pratiquée avant qu'on ne découvre l'importance de la glande X du sinus et de la GIH (Gonad inhibiting hormon). Depuis 30 hormones "vertébrés-like" ont été identifiées chez les crevettes. Des essais d'induction de la maturation sexuelle par injection de gonadotropine (HCG) ont été faits. Des résultats positifs mais trop souvent erratiques ont été obtenus. Plus récemment des techniques d'implants permettant une libération progressive et prolongée des hormones ont été utilisées : des réponses ont été enregistrées au bout de 15 jours sur *P. indicus*.

Il est certain que cette voie demande à être approfondie, car elle permettra de modifier totalement la gestion des stocks de géniteurs.

Jusqu'à présent, l'épédonculation unilatérale, qui permet de lever l'inhibition de la maturation sexuelle est la seule méthode utilisée par les écloséries. Elle a l'inconvénient d'être irréversible et d'induire des maturations successives jusqu'à épuisement de l'animal alors que la technique par injection ou par implant permettrait d'activer le stock à la demande, et de le laisser au repos ensuite.

D'autre part, la voie hormonale pourrait être utilisée aussi dans le but d'améliorer la qualité des oeufs (ecdystéroïdes impliqués dans la maturation ovocytaire).

En conclusion, l'approfondissement des connaissances concernant les facteurs nutritionnels et hormonaux impliqués dans les phénomènes de reproduction semble fondamental. Ces recherches devraient déboucher sur une conception tout à fait nouvelle des techniques de reproduction en captivité :

- activation des stocks à la demande ;
- utilisation d'aliments totalement artificiels ;
- et peut-être même suppression des filières de production de géniteurs, par utilisation directe d'animaux provenant de bassins de grossissement.

## NUTRITION-ALIMENTATION : PHYSIOLOGIE DE LA CROISSANCE

La première période de recherche a permis de préciser les besoins globaux des différentes espèces. Des formules et des technologies de fabrication ont été définies. Par la suite le travail s'est orienté vers la mise au point d'aliments larvaires. Il convient maintenant d'aller plus loin à partir d'études plus spécialisées sur la physiologie de la croissance et sa régulation.

**Aliments larvaires** : La mise au point de tels aliments en cours de développement permettra de s'affranchir complètement de la production de proies vivantes (algues unicellulaires et Artémies). Les résultats obtenus ont déjà permis de remplacer complètement les algues unicellulaires, à l'échelle expérimentale par des aliments inertes. La qualité des animaux nourris sur microparticules est équivalente sinon supérieure à celle des animaux élevés selon la séquence classique de nourrissage. Par contre, les essais faits jusqu'à présent pour remplacer les artémies n'ont toujours pas réussi. Il conviendra donc prioritairement :

- d'améliorer les formulations existantes en précisant l'importance de constituants tels que pigments et vitamines jusqu'à alors peu étudiés. Les essais d'incorporation d'hormone de croissance, qui ont donné des résultats intéressants, devront être poursuivis ;

- d'entamer la recherche concernant la mise au point de formules pouvant se substituer complètement aux Artémies. La première étape étant une meilleure connaissance de la composition biochimique des nauplii d'Artémia. A la différence des larves de poissons, les larves de crevettes sont peu sensibles aux variations de qualité liées à l'utilisation de diverses souches. Cette constatation devrait permettre, par comparaison des compositions biochimiques des différentes souches, de mettre en évidence les constituants indispensables au métabolisme larvaire.

La mise au point de nouvelles formules devra être complétée par une amélioration de la technologie de fabrication et au niveau zootechnique par une optimisation de la distribution.

**Aliments pour le grossissement** : La voie de recherche qui semble prioritaire est la poursuite des travaux faits sur le "facteur calmar". Ce facteur de croissance contenu dans la fraction protéique de la chair de calmar a été mis en évidence par l'équipe IFREMER de Brest. Expérimentalement des gains de croissance de 30 % ont été obtenus par incorporation de la fraction dans un aliment conventionnel. Ces résultats sont à confirmer et il reste à purifier ce facteur et à comprendre son mode d'action. Sa synthèse pourrait être envisagée ultérieurement.

Le travail sur l'incorporation de pigments caroténoïdes est à poursuivre.

Mais parallèlement à ces travaux de recherche finalisée, il conviendra au plan zootechnique, de préciser l'influence de la taille du granulé du nombre de repas, et de l'heure de distribution sur la croissance et le taux de conversion.



## ECOCHIMIE

Le travail de recherche est organisé selon deux grands axes :

- mesure des interactions eau-animal ;
- définition et mise en oeuvre de techniques permettant de maintenir les concentrations des solubles dans une gamme optimale.

Si l'on connaît maintenant l'influence de certains facteurs d'environnement (Température, salinité, oxygène dissous) sur le métabolisme des crevettes pénéides, il reste à préciser l'importance d'autres paramètres (matière organique dissoute et particulaire, métaux et sels dissous et de leur synergie).

Empiriquement, il a été constaté que la croissance et la survie d'animaux élevés en eau chargée étaient supérieures à celles observées en eau claire.

Des travaux entamés dans le cadre d'un contrat CORDET ont montré, qu'en élevage intensif, une partie importante de l'aliment était utilisée directement par les différents compartiments bactériens et phytoplanctoniques de l'écosystème d'élevage. Ces études demandent à être poursuivies car une meilleure compréhension du fonctionnement de tels écosystème permettrait des gains de productivité importants (augmentation de la biomasse instantanée, meilleure gestion de l'aération et du nourrissage).

Les travaux sur filtration biologique demandent à être poursuivis de manière à optimiser le dimensionnement, les techniques d'activation. L'utilisation de la filtration biologique devrait être étendue aux bassins de maturation et de prégrossissement.

## PATHOLOGIE

Bactériologie : En élevage larvaire, l'importance de la dynamique bactérienne a été mise en évidence. A la notion de pathogénécité liée à une souche particulière, semble se substituer celle d'écologie bactérienne. "L'équilibre" de la flore associée aux élevages semble déterminant dans le succès zootechnique. Il est donc nécessaire d'approfondir la connaissance écologique afin de mieux comprendre le déterminisme de ces équilibres et de pouvoir mettre au point des méthodes permettant de les induire à la demande (filtration biologique, "probiotiques"...).

De la même manière le mode d'action exact des antibiotiques demande à être précisé.

Virologie : Les travaux faits sur la transmission des virus IHHN et M.B.V. ont montré que la souche *P.stylirostris* C.O.P. semblait résistante à l'IHHN et que l'horizontalité de la transmission du M.B.V. paraissait peu probable chez *P.monodon*. La résistance de *P.stylirostris* demande à être confirmée. Si elle était vérifiée, la commercialisation de la souche pourrait être envisagée dans les zones où le virus présent à l'état endémique interdit toute production de cette espèce.

Immunologie : Il conviendra d'aborder au cours du prochain plan cet aspect de la recherche qui permettrait, par la mise au point d'immunodiagnostic mettant en oeuvre des anticorps monoclonaux, un contrôle rapide et fiable de l'état sanitaire du cheptel ou des stocks de reproducteurs.

## CONCLUSION

Toutes ces actions de recherche finalisée devraient constituer l'ossature des différentes opérations du plan.

Il conviendra toutefois de maintenir l'effort zootechnique. Il n'est pas certain que ce type de recherche doive être poursuivi au C.O.P.. En effet, les années 86-89 ont vu la création et la montée en puissance d'unités de production (AQUAPAC, SOPOMER, TAIARAPU-AQUACULTURE en Polynésie, SODACAL en Nouvelle-Calédonie) qui constituent des outils zootechniques en vraie grandeur beaucoup mieux adaptés que le C.O.P..

Une nouvelle stratégie pourrait être de poursuivre l'effort de mise au point zootechnique au sein de ces installations à travers des contrats de recherche, ce qui permettrait de recentrer l'activité d'AQUACOP sur la recherche thématique et de repenser nos installations en fonction de la réalisation de ces nouveaux objectifs.

Dans le chapitre suivant sont listés les différentes opérations et les thèmes de recherche zootechnique ou thématique à développer au cours du plan.

LISTE DES OPERATIONS "PENEIDES TROPICALES" (C.O.P.)  
\*\*\*\*\*

- OP.0            Génétique
  
- OP.1            Essais de nouvelles espèces
  
- OP.2            Constitution des stocks de reproducteurs
  - S/OP.2.1.        Filière extensive
  - S/OP.2.2.        Filière intensive
  - S/OP.2.3.        Alimentation composée
  
- OP.3            Suivi sanitaire des élevages. Dépistage et pathologie expérimentale
  
- OP.4            Contrôle de la reproduction
  - S/OP.4.1.        Mise au point d'unités de maturation en circuit fermé
  - S/OP.4.2.        Mécanisme hormonal
  - S/OP.4.3.        Aliment maturation : qualité des ovules et du sperme
  - S/OP.4.4.        Dépose des spermatophores
  - S/OP.4.5.        Cryopréservation des gamètes
  - S/OP.4.6.        Synchronisation des pontes
  
- OP.5            Production de masse de post-larves
  - S/OP.5.1.        Optimisation des circuits fermés
  - S/OP.5.2.        Mise au point d'aliments contrôlés microparticulés
  - S/OP.5.3.        Gestion sanitaire des écloseries
  - S/OP.5.4.        Suivi bactérien et stratégie antibiotique
  - S/OP.5.5.        Automatisation des écloseries

- S/OP.5.6. Qualité des algues unicellulaires
- S/OP.5.7. Qualité des post-larves
- OP.6 Croissance
  - S/OP.6.1. Besoins nutritionnels
  - S/OP.6.2. Facteurs de croissance
  - S/OP.6.3. Physiologie de la croissance
- OP.7 Prégrossissement
  - S/OP.7.1. Filière semi-intensive
  - S/OP.7.2. Filière intensive
  - S/OP.7.3. Aliment de démarrage
- OP.8 Grossissement
  - S/OP.8.1. Filière semi-intensive
  - S/OP.8.2. Filière super-intensive
  - S/OP.8.3. Aliment croissance : optimisation moindre coût
- OP.9 Gestion du milieu d'élevage
  - S/OP.9.1. Aération
  - S/OP.9.2. Brassage
  - S/OP.9.3. Renouvellement d'eau
  - S/OP.9.4. Dynamique bactérienne des milieux intensifs
- OP.10 Gestion des populations
  - S/OP.10.1. Dénombrement
  - S/OP.10.2. Tri-Récolte

- OP.11            Soutien ou Développement
- OP.12            Transfert des innovations
- OP.13            Formation

Seront identifiées chaque année au niveau de l'EPRD, les opérations et sous-opérations qui feront l'objet d'actions pour l'année à venir.

CHAPITRE 8

LES OPERATIONS DE RECHERCHE

## OPERATION 0

### GENETIQUE

Cette opération n'a pas encore réellement démarré au C.O.P.. Il conviendrait de l'aborder rapidement au cours du plan, car elle devrait permettre des gains en productivité importants.

Les objectifs sont la constitution de souches de reproducteurs présentant des caractères particuliers d'adaptation aux conditions d'environnement, de résistance aux pathogènes ou encore de performances de croissance et leur protection.

Plusieurs opérations devront être démarrées :

- testage de souches afin de sélectionner des individus présentant des caractères intéressants pour l'aquaculture (P. stylirostris résistante à l'IHHN) ;
- essais d'hybridation ;
- essais d'introduction de gènes ;
- obtention d'animaux polyploïdes (triploïdes) stériles qui permettront de protéger l'acquis sur les souches sélectionnées ou sur les animaux transgéniques.

Les techniques de polyploïdisation sont connues chez les mollusques. Les mêmes méthodologies pourraient être appliquées aux crevettes pénaïdes.

Obtention d'animaux transgéniques :

La première étape serait l'acquisition des méthodologies de base (2 ans) : choix de la méthode d'introduction d'ADN (électroporation, microinoculation), vérification de l'expression des gènes marqueurs.

Seraient ensuite réalisés des tests d'intégration de séquence d'ADN (3 ans). Par exemple en ce qui concerne la résistance au baculovirus : purification de l'ADN viral, clonage de fragments de restriction. Comparaison avec des gènes de baculovirus d'insectes, essais d'intégration et vérification de l'expression (Ex. : Intégration de facteur de croissance, gènes-antibactériens).

Ce programme préliminaire a été établi par l'équipe de la Tremblade. Une collaboration étroite avec ce laboratoire sera nécessaire pour mener à bien ce projet.

ESSAIS DE NOUVELLES ESPECES

Le Centre Océanologique du Pacifique (C.O.P.) a passé au crible plus d'une dizaine d'espèces de crevettes pénéides. Les critères de sélection choisis ont été :

- aptitude à la reproduction en captivité : constitution de stocks de reproducteurs, maturation ;
- résistance au stress et aux manipulations ;
- niveau de difficulté de l'élevage larvaire ;
- potentialités de croissance en semi-intensif et intensif ;
- besoins nutritionnels couverts par des aliments à moindre coût.

A partir de ces critères, quatre espèces ont été sélectionnées :

*P. vannamei*, *P. stylirostris*, *P. monodon* en tant qu'animaux de bouche.

*P. indicus* en tant que modèle biologique.

Au niveau mondial, ces espèces représentent la quasi-totalité de la production aquacole de crevettes tropicales. Toutefois, d'autres espèces pourraient être testées en fonction du développement de nos activités en Amérique Latine ou en Australie :

*P. schmitti* :

Espèce abondante sur la côte Atlantique Latino Américaine. Elle est proche de *P. vannamei* qui n'est présente que sur la Côte Pacifique. En Colombie, différentes raisons d'ordre climatique, logistique, politique font que le principal foyer aquacole se trouve sur la côte Atlantique. L'approvisionnement en géniteurs sauvages de *P. vannamei* est donc quasi-impossible. Le travail sur *P. schmitti* naturellement présente dans la zone serait un atout pour la conquête du marché colombien en très forte expansion.

*P. esculentus* et *P. plebejus* :

Ces espèces sont présentes en Australie et font l'objet de tentatives d'élevage. Les premiers essais ont mis en évidence des potentialités aquacoles intéressantes. D'autre part, elles supportent des températures plus fraîches que *P. monodon*. La réglementation Australienne interdit l'importation d'espèces exotiques, aussi le développement de la pénéculture en Australie ne pourra se faire qu'avec les trois espèces précitées. Le travail sur *P. esculentus* et *P. plebejus* pourrait être un argument commercial pour aborder le marché Australien.



Un projet de collaboration Franco-Australienne est en cours de gestation. Son financement devrait être assuré par M.A.E. à travers l'Ambassade à CANBERRA. Ce projet prévoit l'envoi de juvéniles des deux espèces au C.O.P. pour des essais de constitution de stocks de reproducteurs. Ce travail pourrait commencer en 1990, si le financement est confirmé.

CONSTITUTION DES STOCKS DE REPRODUCTEURS

Cette opération constitue un des maillons le plus important de la filière d'élevage. Et pourtant, la maîtrise de cette étape n'est que très rarement acquise au niveau commercial.

Les seuls exemples actuels sont : HAWAII, Nouvelle-Calédonie et Tahiti.

La constitution de stocks de reproducteurs captifs est la seule voie permettant :

- l'introduction d'espèces exotiques (*P. vannamei* sur la Côte-Atlantique Colombienne par exemple) ;
- la fiabilisation de la production de larves (indépendance vis à vis de la collecte de géniteurs sauvages) ;
- la sélection de souches "pathogen free" ;
- le démarrage d'une opération de recherche génétique.

Il existe actuellement deux techniques :

Technique extensive : *P. monodon*, *P. indicus*, *P. stylirostris*. Elle se pratique dans les bassins de terre à faible densité (0,5 à 1,5 an/m<sup>2</sup>) ;

Technique intensive : *P. vannamei*. En bassin béton ou polyester à haute densité.

Ces techniques fonctionnent, mais leurs contraintes sont nombreuses :

- Extensif : Importance des surfaces à mettre en oeuvre, difficulté de gestion de milieux rendus instables par les faibles biomasses en élevage (alternance de populations phytoplanctoniques difficilement contrôlables, développement d'algues macrophytes) ;

- Intensif : En l'état actuel des connaissances, cette technique n'est utilisable qu'avec une seule espèce *P. vannamei*.

La contrainte commune aux deux filières est la nécessité de disposer d'un aliment artificiel hautement performant (aliment japonais Nippai) et d'aliment frais (calmar). S'y ajoute, la contrainte de temps : 8 à 15 mois pour constituer un stock.

Les objectifs à atteindre au cours du plan sont :

- intensification de la production de géniteurs de *P. monodon* et *P. stylirostris* ;

- diminution du temps nécessaire à la constitution des stocks pouvant aboutir en final à la suppression de cette étape de l'élevage par utilisation directe d'animaux provenant des fermes de grossissement ;
- suppression de la nécessité d'utiliser un aliment frais par mise au point d'un aliment composé "reproducteur".

Pour atteindre ces objectifs, il conviendra d'accentuer l'effort sur l'approche nutritionnelle : comme cité précédemment, deux "facteurs" contenus dans la chair de calmar ont été mis en évidence : un facteur de croissance et un facteur d'induction de la vitellogenèse secondaire. Il conviendra d'accentuer l'effort de recherche sur l'identification et la purification de ces facteurs. Au plan zootechnique et parallèlement à cette approche des taux d'incorporation croissants de farine de calmar seront testés et différentes séquences alimentaires seront testées (fractionnement de la ration et distribution automatique).

L'opération 2 sera décomposée en 3 sous-opérations :

- S.op 2.1. : Filière extensive
- S.op 2.2. : Filière intensive
- S.op 2.3. : Alimentation composée

## OPERATION 3

### SUIVI SANITAIRE DES ELEVAGES

#### DEPISTAGE ET PATHOLOGIE EXPERIMENTALE

Les écloséries de production d'Asie ou d'Amérique Latine utilisant des géniteurs sauvages ont rencontré des problèmes pathologiques liés à l'utilisation d'animaux porteurs de virus.

Au C.O.P. ont été réalisés des essais de contamination de *P. monodon* par du virus M.B.V.. Ils semblent montrer que la transmission peut se faire verticalement.

Par contre, les tentatives d'infestation de *P. stylirostris* par l'IHHN ont donné des résultats négatifs. La souche du COP pourrait être porteuse d'une souche IHHN atténuée et immunisante.

La mise au point d'immunodiagnostic permettrait le contrôle en routine de l'état sanitaire des géniteurs et la commercialisation de souches garanties "pathogen-free".

Cet axe de recherche sera développé au cours du plan.

CONTROLE DE LA REPRODUCTION

1 - MATURATION

Les voies d'induction de la vitellogenèse secondaire explorées jusqu'à présent ont concerné principalement les facteurs environnementaux et nutritionnels. La voie endocrinienne a été empiriquement identifiée mais l'intervention à ce niveau se limite actuellement à l'épédonculation unilatérale.

Ces techniques sont actuellement utilisées de par le monde à l'échelle commerciale. Leurs contraintes sont, toutefois, encore nombreuses et des gains en productivité pourront être obtenus par une optimisation du contrôle des trois voies :

- voie environnementale : l'éclairement, les températures et salinité optima ont été déterminés. En circuit ouvert se pose, le problème du maintien de ces deux derniers paramètres en cas de conditions climatiques défavorables : refroidissement ou surchauffe de l'eau, dessalure. Le moyen de s'affranchir des conditions extérieures est la mise au point d'unités de maturation en circuit fermé. L'expérience acquise sur les filtres biologiques en élevage larvaire devrait permettre d'adapter rapidement cette technique à la stabulation des géniteurs.

- voie nutritionnelle : l'obtention de la maturation est actuellement inféodée à l'utilisation d'aliments composés de type NIPPAI et de chair de mollusque (calmar, moules ...). Les contraintes pour l'opérateur sont lourdes. Dépendance d'un approvisionnement à partir du Japon (aliment soumis de plus à des quotas d'exportation), difficulté sur certains sites de trouver des mollusques, (de plus leur qualité est variable au cours de l'année), nécessité de stockage en congelé ... Il convient donc d'intensifier le travail de recherche sur la mise au point d'un aliment spécifique permettant de s'affranchir de l'aliment japonais et de la nourriture en frais. L'importance de la poursuite des travaux sur le "facteur calmar" et les pigments caroténoïdes a été soulignée au chapitre 7.

- voie endocrinienne : l'épédonculation unilatérale qui permet de lever l'inhibition du développement de la gonade est actuellement pour la majorité des espèces le seul moyen d'obtenir de nombreuses pontes. L'inconvénient majeur de cette technique est son irréversibilité. Des travaux récents décrits au chapitre 7 ont montré la possibilité d'induire la vitellogenèse secondaire par d'autres voies (mise en évidence d'un facteur d'induction contenu dans la chair de calmar, possibilité d'utiliser des implants hormonaux). Cette approche nouvelle et originale demande à être poursuivie au cours du plan.

2 - INSEMINATION

Il existe deux types de fécondation suivant les espèces :

- imprégnation juste avant la ponte pour les espèces à thélycum ouvert (*P. vannamei* et *P. stylirostris*) : les mâles identifient les femelles prêtes à pondre et chaque ponte doit être précédée d'un accouplement.

- insémination lors de la mue pour les espèces à thélycum fermé (*P. monodon* et *P. indicus*). Les femelles ont une réserve de sperme suffisante dans leur thélycum pour assurer la fécondation de plusieurs pontes se déroulant dans le cycle d'intermue.

Actuellement l'insémination artificielle est nécessaire pour les espèces à thélycum ouvert.

Des techniques de coloration à l'acryline-orange permettent de préjuger de la qualité du sperme par évaluation de la proportion ADN-ARN.

La despermation des mâles dont les spermatophores sont de mauvaise qualité est pratiquée systématiquement. Le temps de régénération a été déterminé (10 à 15 jours). La technique de dépose manuelle des boules de sperme sur la femelle a été améliorée et permet d'obtenir des taux de fécondation proches de ceux obtenus avec des accouplements naturels.

Il reste à déterminer les conditions optimales pour obtenir la fécondation naturelle dans nos conditions.

### 3 - CRYOCONSERVATION DES GAMETES

La cryoconservation des gamètes permettrait de gérer indépendamment les stocks de mâles et de femelles. Prioritairement, l'effort devrait porter sur la cryoconservation du sperme qui permettrait :

- la constitution de stocks de sperme durant les périodes favorables : chez certaines espèces, les températures élevées (29-30°C) entraînent des nécroses des spermatophores. Les stocks de sperme pourraient donc être constitués pendant la période fraîche évitant ainsi d'avoir à refroidir des masses d'eau importantes en saison chaude (Nouvelle-Calédonie) ;

- l'optimisation de l'utilisation des mâles qui après despermation et congélation des spermatophores seraient placés en bac de régénération pour y attendre une nouvelle utilisation ;

- en soutien au programme génétique, la constitution d'un stock de sperme important provenant du même mâle, permettant ainsi de féconder au même moment plusieurs femelles avec le même lot de spermatozoïdes ;

- en cas de succès, des essais de polyploidie, de commercialiser des spermatozoïdes congelés de mâle tétraploïde donnant après insémination d'une femelle normale, une lignée triploïde stérile.

Des essais préliminaires ont été réalisés. Ils n'ont pas donné pour l'instant de résultats positifs. Les problèmes rencontrés sont :

- difficulté d'évaluer la viabilité du sperme non mobile. La seule méthode est la mesure du taux de fécondation après dépose du sperme sur une femelle mature et ponte de celle-ci ;

- perte du pouvoir collant du sperme après congélation rendant difficile le positionnement et le maintien des boules de sperme sur la femelle.

De nouvelles techniques de cryoconservation devront être testées (vitrification).

#### 4 - SYNCHRONISATION DES PONTES

L'obtention de pontes groupées à la demande serait un atout pour les écloseries. Actuellement les stocks de géniteurs ne sont pas utilisés au mieux de leur capacité. Les oeufs ne sont récupérés que durant le remplissage des zones d'élevage larvaire, mais les femelles épédonculées continuent à maturer le reste du temps, s'épuisant inutilement. Les écloseries de production profitent de ces périodes de faible demande interne pour vendre des nauplii à l'extérieur. Il n'est pas sûr que ce négoce puisse compenser les coûts en investissement et en fonctionnement que nécessitent le surdimensionnement des installations de maturation. La synchronisation des pontes permettrait de réduire considérablement ces installations.

La synchronisation des pontes pourrait se faire en agissant sur les voies nutritionnelle et endocrinienne.

L'opération de recherche 4 sera décomposée en 6 sous-opérations :

- S.op 4.1. : mise au point d'unité de maturation en circuit fermé
- S.op 4.2. : mécanisme hormonal
- S.op 4.3. : aliment maturation
- S.op 4.4. : dépose des spermatophores
- S.op 4.5. : cryoconservations des gamètes
- S.op 4.6. : synchronisation des pontes

PRODUCTION DE MASSE DE POST-LARVES

La technique initialement mise au point au C.O.P. est une technique dérivée de la technique dite de GALVESTON.

L'élevage larvaire se pratique à haute densité (100 - 120 larves par litre) utilisant la séquence alimentaire classique (algues : Isochrysis, Chaetoceros, Tetraselmis de N6-Z1 à Z3-M1, Artémies et aliments inertes de Z3-M1 à PL3-PL4) et les traitements antibiotiques (séquence Furazolidone - chloramphénicol) et antifongiques (Tréflan) définis et éprouvés par plusieurs années d'expérimentation. Cette technique de "première génération" fait aussi intervenir des changements d'eau séquentiels et répétés. Elle a été testée aux échelles expérimentale et pilote et transférée aux écloseries de production conçues par le groupe IFREMER-FA.

Les contraintes de cette technique sont toutefois nombreuses :

- nécessité d'utiliser dans la première phase de l'élevage des algues unicellulaires dont la production demande un personnel expérimenté et des installations spécialisées qui grèvent les coûts de fonctionnement et d'investissement des écloseries ;
- variabilité de la qualité des algues unicellulaires produites qui peuvent, dans certains cas, être une source de contamination bactérienne ;
- nécessité d'utiliser à partir des stades Mysis des Artémies dont les cystes sont parfois difficiles à approvisionner et de plus, de qualité inconstante ;
- utilisation en traitement préventif d'antibiotiques ;
- mise en oeuvre d'importants volumes d'eau traitée (filtration, chauffage) pour les renouvellements séquentiels ;
- nécessité d'une gestion sanitaire rigoureuse.

De ces différentes contraintes, découlent les opérations de recherche à mettre en oeuvre pour optimiser la technique.

Elevage en circuit fermé

Le recyclage de l'eau sur filtre biologique, utilisé depuis plusieurs années en élevage larvaire de chevrettes a apporté des gains en productivité importants :

- économie d'énergie (chauffage) ;
- économie de main d'oeuvre (suppression des changements d'eau) ;
- réduction sinon disparition des problèmes pathologiques.



Des tests ont été faits sur les crevettes pénéides à l'échelle expérimentale, pilote et plus récemment production. Ils ont montré la validité de la technique. Les progrès à faire concernent :

- le dimensionnement qui devra être précisé en fonction des densités larvaires utilisées ;
- l'optimisation des méthodes d'activation de la flore bactérienne ;
- l'utilisation d'inoculum bactérien pour accélérer l'installation de la flore.

#### Aliments microparticulaires

Le but à atteindre est le remplacement total des proies vivantes. Il a d'ores et déjà été démontré que le remplacement total des algues unicellulaires était possible et que l'utilisation de microparticules permettait de diminuer les quantités d'Artémies. Le remplacement total est toutefois actuellement impossible. Les formules demandent donc à être améliorées. Il conviendra d'étudier précisément la composition biochimique des nauplii d'Artémies de façon à pouvoir, par comparaison, identifier les carences des aliments actuels.

Différents modes de conditionnement sont à tester (comprimés, microcapsules ...)

Les modes de distribution sont à optimiser.

#### Gestion sanitaire des écloseries

Les écloseries commerciales construites par le groupe IFREMER-FA utilisent un système de production axé sur la partition de la zone d'élevage larvaire en boxes et la pratique de vides sanitaires à intervalle régulier.

Cette technique a fait ses preuves puisqu'elle a permis la production de plusieurs centaines de millions de post-larves. Il n'est pas certain qu'elle doive être pérennisée. En effet, la biofiltration semble induire l'établissement d'équilibres bactériens différents de ceux identifiés en élevage conventionnel.

Il se pourrait que cette technique biologique de régulation des flores associées aux élevages remettent en question l'utilisation des boxes qui alourdissent l'investissement d'une écloserie et compliquent sa gestion.

#### Suivi bactérien et stratégie antibiotique

Les travaux menés au C.O.P. ont montré qu'à la notion de pathogénéicité bactérienne se substituait celle d'écologie bactérienne et les problèmes rencontrés en écloserie paraissent plus liés à un déséquilibre de la flore qu'à la présence d'une souche virulente. Il conviendra au cours du plan :

- de préciser la nature de ces équilibres
- de mieux comprendre le mode d'action des antibiotiques actuellement utilisés
- de mettre au point des techniques d'induction (inoculum, "probiotiques").



## Automatisation des écloséries

Les avancées enregistrées dans la technique d'élevage larvaire permettent d'envisager une automatisation des écloséries qui devrait apporter un gain en fiabilité et une diminution des coûts de production. L'utilisation d'aliments artificiels et de la filtration biologique est un préalable indispensable à cette voie de recherche.

L'opération de recherche 5 est divisée en 5 sous opérations :

- S.op 5.1. : optimisation des circuits fermés
- S.op 5.2. : mise au point d'aliments composés microparticulés
- S.op 5.3. : gestion sanitaire des écloséries
- S.op 5.4. : suivi bactérien et stratégie antibiotique
- S.op 5.5. : automatisation des écloséries



CROISSANCE

Les études réalisées jusqu'à présent ont permis de préciser les besoins nutritionnels des différentes espèces. Des formules alimentaires et des techniques de fabrication ont été mises au point et la production a été transférée à des provendiers à TAHITI et en Nouvelle-Calédonie.

Ces aliments sont performants puisqu'ils permettent des rendements de 20 tonnes par hectare et par an, mais ils demandent à être optimisés (augmentation des performances, réduction des coûts).

Les phénomènes de croissance chez les crustacés, s'ils sont connus d'un point de vue descriptif, sont encore largement inconnus chez les crevettes en ce qui concerne les réactions physiologiques concernées et leur régulation.

Besoins nutritionnels

Les besoins globaux en protéines, en acides aminés et en lipides sont connus. Il convient maintenant d'étudier plus en détail l'importance des vitamines, des pigments caroténoïdes, des apports minéraux et des oligo-éléments.

Facteurs de croissance

Un facteur de croissance a été mis en évidence dans la chair de calmar. Son identification et sa purification permettrait par incorporation dans des aliments composés classiques, une augmentation importante de leurs performances (jusqu'à 30%).

Physiologie de la croissance et sa régulation

La physiologie de la croissance chez les crustacés est mal connue. Une hormone de croissance vertébré-like a été mise en évidence. Elle pourrait être incorporée aux aliments de prégrossissement et grossissement.

L'opération 6 est divisée en 3 sous-opérations :

S.op 6.1. : Besoins nutritionnels

S.op 6.2. : Facteurs de croissance

S.op 6.3. : Physiologie de la croissance

## OPERATION 7

### PREGROSSISSEMENT

Suivant les espèces et suivant le degré de contrôle du milieu d'élevage, les post-larves issues d'écloserie peuvent être, soit ensemencées directement dans les bassins de grossissement, soit être acclimatées quelque jours, soit être prégrossies quelques semaines. Plusieurs filières sont utilisées. Elles demandent à être précisées et optimisées car elles offrent l'avantage de démarrer la phase de grossissement avec des juvéniles déjà résistants dont le nombre sera connu avec précision, la contrainte la plus importante de l'ensemencement direct étant une survie encore trop aléatoire. Il conviendra de la même manière de déterminer la durée optimum du prégrossissement et la séquence alimentaire la plus adéquate.

En intensif, des essais de prégrossissement en circuit fermé seront faits.

L'opération 7 est divisée en 3 sous-opérations :

- S.op 7.1. : Filière semi-intensive
- S.op 7.2. : Filière intensive
- S.op 7.3. : Aliment de démarrage

## OPERATION 8

### GROSSISSEMENT

#### 1 - GROSSISSEMENT SEMI-INTENSIF

Les expérimentations menées conjointement au COP et à la Station de St.Vincent ont permis de définir une technique d'élevage en semi-intensif suffisamment fiable pour être développée à l'échelle industrielle (ferme de SODACAL : 40 ha dans sa première phase, puis 130 ha en 1987), avec des rendements de 1 à 4 t/ha/an pour *P. stylirostris* et *P. indicus* essentiellement.

Il faut cependant continuer à augmenter les rendements pour les espèces déjà maîtrisées. Alors que la rentabilité d'un tel élevage visant le marché local n'est plus à démontrer, cette rentabilité ne sera en effet acquise, en visant le marché à l'exportation, qu'avec des progrès sur le rendement et la maîtrise des coûts de production.

Par ailleurs, l'importance des surfaces d'élevage en extensif et semi-intensif dans les grandes régions aquacoles (Amérique Latine et Asie) représente un potentiel considérable d'exportation de notre savoir-faire en "intensification".

Il reste par ailleurs à améliorer la maîtrise de ce même type d'élevage pour *P. monodon*.

Les principaux axes de travail au cours du plan seront :

- détermination des principaux facteurs bio-techniques permettant d'augmenter sensiblement les rendements obtenus en *P. stylirostris* et *P. indicus* dans des bassins de très grandes dimensions (brasseurs- aérateurs, fumure favorisant la productivité naturelle, horaires de distribution et ajustement de la ration) ;
- test des différents facteurs de la méthode Taïwanaise en comparaison avec la méthode COP afin d'aboutir à une technique optimale d'élevage de *P. monodon* en semi-intensif (séquence de renouvellement d'eau, aération-brassage, dessalure);
- test de la forte dessalure sur les principales espèces maîtrisées, permettant, en cas de succès, de proposer une diversification à des fermes de chevrettes installées sur le littoral ;
- mise au point d'un logiciel de gestion technico-économique d'une ferme en semi-intensif à partir notamment de la modélisation de la croissance et de la survie ;
- test d'autres espèces adaptées aux conditions tempérées chaudes.

La période 1989-1993 sera donc la période de la confirmation à l'échelle industrielle de la rentabilité de cet élevage visant l'exploitation sur le marché

international à des prix compétitifs ainsi que celle de la maîtrise du savoir-faire en "intensification".

## 2 - GROSSISSEMENT INTENSIF

Les expérimentations menées au C.O.P. ont permis de mettre au point une technique de grossissement dite super intensive (terminologie U.S.). Elle concerne les deux espèces *P. vannamei* et *P. stylirostris* et elle a été transférée à trois fermes de production en Polynésie. Les objectifs de 20 tonnes par hectare et par an ont été atteints. L'analyse économique faite après un an de fonctionnement de la première ferme commerciale a montré que les principaux postes intervenant dans le coup de production étaient :

- la main d'oeuvre (34 %)
- l'aliment (23 %)
- l'énergie pour l'aération (8 %)
- les post-larves (7 %)
- l'énergie pour le pompage (3 %)

Les gains en productivité pourront donc être obtenus par :

- une mécanisation des tâches (distribution automatique de nourriture)
- une meilleure gestion de l'alimentation visant à diminuer les taux de conversion (distribution séquentielle). Ceci sous entend la mise en oeuvre de nouvelles séquences alimentaires et une meilleure connaissance de la biomasse en élevage.
- une optimisation de la qualité de l'aliment
- une diminution des coûts énergétiques : l'élevage super-intensif en eau dessalée aurait à ce titre plusieurs avantages : diminution de l'énergie de pompage (puisque l'eau douce peut être délivrée gravitairement), taux de saturation en oxygène dissous supérieur à celui de l'eau de mer, donc économie d'aération.
- une amélioration des résultats de survie (choix de l'espèce, phase de nurserie).

Parallèlement à ces recherches d'ordre zootechnique devront être poursuivis les travaux de recherche finalisée sur les écosystèmes intensifs (équipe BIANCHI). En soutien à l'opération grossissement, le logiciel de gestion technico-économique de ferme sera finalisé.

L'opération 8 est décomposée en sous-opérations :

S.op 8.1. : Filière semi-intensive

S.op 8.2. : Filière intensive

S.op 8.3. : Aliment croissance : optimisation.

GESTION DU MILIEU D'ELEVAGE

Les résultats récents obtenus en Nouvelle-Calédonie et en Polynésie ont montré qu'il n'existait pas de discontinuité entre les techniques semi-intensive, intensive ou super-intensive. Le passage progressif de l'une à l'autre peut se faire à condition d'adapter la gestion du milieu d'élevage aux contraintes que posent l'intensification. En Nouvelle-Calédonie, l'objectif est d'atteindre au sein de la ferme SODACAL des productions de 5 tonnes par hectare et par an. Un essai fait à St. Vincent sur un bassin d'un hectare a donné un rendement de dix tonnes par hectare et par an. L'intensification en bassin de terre est donc possible à condition de disposer de moyens de gestion hydraulique adéquats (aération, brassage et renouvellement).

En super-intensif, l'analyse économique a montré que l'énergie représentait 11 % du coût de production. Il conviendra de diminuer ces coûts.

D'autre part, une meilleure connaissance de l'écosystème des bassins intensif devrait permettre d'en faciliter la gestion.

Aération

Différentes méthodes ont été testées au COP : Paddle-Wheel, Aire O<sub>2</sub>, bullage. L'aération par bullage a été abandonnée car trop peu performante. Une comparaison systématique des deux autres systèmes a été menée en bassins de 100 m<sup>2</sup> et 400 m<sup>2</sup> (après desoxygénation au bisulfite de sodium). L'efficacité en petit bassin des deux systèmes est comparable.

En 400 m<sup>2</sup>, le rendement du système Aire O<sub>2</sub> est supérieur. Ces essais sont à poursuivre en bassin pilote de 1000 m<sup>2</sup>.

Brassage

Le brassage favorise la remise en suspension de la matière organique et facilite son oxydation. Actuellement, le brassage est assuré par le mouvement créé par l'hélice du système Aire O<sub>2</sub>, ce qui n'est peut être pas la méthode la plus économique. Quelques essais de brassage par hélice Flyght ont été entrepris. Ils demandent à être poursuivis en bassin pilote.

Un gain en productivité pourrait être l'utilisation combinée de l'Aire O<sub>2</sub> et de l'hélice Flyght.

## Renouvellement de l'eau

Les normes de renouvellement en eau, empiriquement définies, varient en fonction du degré d'intensification et des conditions d'environnement (5 à 40 % du volume total par jour). En Nouvelle-Calédonie, en élevage semi-intensif, différents taux ont été testés. Ils ont montré que le facteur limitant était l'oxygène dissous.

En intensif, l'aération permet de limiter le taux de renouvellement. Mais en période critique (effondrement de bloom), celui-ci devient impératif.

L'optimisation de la gestion du renouvellement en eau ne pourra donc se faire sans une amélioration des performances des techniques d'aération/brassage et de gestion des populations phytoplanctoniques et bactériennes.

### - Gestion de l'écosystème bactérien

Des travaux réalisés dans le cadre de contrats de la CORDET ont permis de préciser l'importance des populations bactériennes en élevage intensif. Elles interviennent en particulier dans la minéralisation de la matière organique. Après une phase expérimentale, ces travaux sont maintenant à poursuivre à l'échelle pilote sur des bassins de production à différentes charges.

L'opération 9 est divisée en 4 sous-opérations :

S.op 9.1. : Aération

S.op 9.2. : Brassage

S.op 9.3. : Renouvellement en eau

S.op 9.4. : Dynamique bactérienne des milieux intensifs.



GESTION DE LA POPULATION

Le principal problème rencontré en prégrossissement et grossissement est le dénombrement de la population : dénombrement à l'ensemencement et évaluation en cours d'élevage.

Les techniques de comptage de post-larves utilisées ont une imprécision pouvant dépasser +/- 10 %, mais c'est l'évaluation de la population en élevage qui pose le plus de problème.

Dénombrement de la population en élevage

Une technique de marquage - recapture a été mise au point. Elle a l'inconvénient d'être lourde à mettre en oeuvre (Echantillonnage et marquage des animaux) et représente un risque pour l'éleveur (stress dû aux manipulations).

Il conviendrait d'étudier d'autres voies d'évaluation :

- contrôle de la quantité d'aliment ingéré par mangeoires
- étude de la consommation en oxygène dissous : des enregistrements des concentrations en oxygène dissous faits sur des cycles de 24 heures ont montré que la distribution d'aliment était immédiatement suivi d'une baisse brutale du taux d'oxygène. Il serait intéressant de préciser si cette variation peut être quantitativement corrélée à la biomasse en élevage.

Tri-récolte

Des essais de récolte à la pompe à poissons ont permis d'adapter ce matériel aux élevage de crevettes. Se pose le problème du tri par calibre. Il existe du matériel adapté au traitement de grandes quantités (une tonne par heure). Ce système performant sur les grandes fermes est peu approprié au traitement des pêches sélectives pratiquées dans les fermes intensives. Un matériel adapté reste à mettre au point.

L'opération 10 est divisée en deux sous-opérations :

S.op 10.1. : Dénombrement

S.op 10.2. : Tri-récolte

CHAPITRE 9

LES OPERATIONS DE SOUTIEN AU DEVELOPPEMENT ET DE TRANSFERT

SOUTIEN AU DEVELOPPEMENT

L'action du CNEXO puis de l'IFREMER dans les TOM a été très volontariste. Elle a permis en quelques années de créer des activités dans des régions où n'existait aucune tradition aquacole. Ce développement a pu se faire grâce au soutien constant dispensé par le Centre du Pacifique ou par les installations de Nouvelle-Calédonie (Délégation IFREMER et Station d'Aquaculture de St. Vincent). Ce soutien s'est fait parfois au détriment de l'effort de recherche mais, en l'absence de structures relais, il était la condition préalable à tout développement.

Le soutien s'est fait par :

La constitution des stocks de reproducteurs en Polynésie et en Nouvelle-Calédonie à partir d'animaux importés, la production de post-larves et la production d'aliments de démarrage (Polynésie). En Nouvelle-Calédonie, l'écloserie de SODACAL prend actuellement le relais.

En Polynésie Française, la construction d'une écloserie polyvalente gérée par le Territoire de Polynésie Française est en cours. Elle devrait être opérationnelle début 1990 et assurera la fourniture aux différentes fermes. Il est urgent que le relais soit pris par le Territoire, car l'écloserie du C.O.P. arrive à saturation (capacité 10 millions par an, pour une production de 12 millions en 1988).

Ces opérations de soutien au développement devraient normalement s'achever en 1990 en Polynésie Française et en Nouvelle-Calédonie.

Par contre, elles devraient se mettre en place aux Antilles (constitution des stocks de reproducteurs et production de post-larves).

## OPERATION 12

### TRANSFERT DES INNOVATIONS

Les transferts ont été assurés dans le cadre de différentes actions :

- dans les T.O.M. : Assistance technique aux fermes et à l'écloserie de Nouvelle-Calédonie. Transfert des innovations du C.O.P. vers la Station de St. Vincent (filtres biologiques).

Ce transfert a mobilisé et mobilise toujours une partie importante des équipes.

- dans les D.O.M. : participation aux études de faisabilité de projets de production.

- à l'étranger : transfert du savoir faire et de technologie à travers la filiale FRANCE-AQUACULTURE : Equateur, Colombie, Cuba, Indonésie, Fidji, Sri-Lanka, Inde, Malaisie, Philippines, Madagascar.

L'intervention des membres de l'équipe AQUACOP se fait à plusieurs niveaux :

- formation : formation du personnel local sur sites dans le cadre de financements internationaux (Ex. : F.A.O. - CUBA).

- expertise et consultance (Ex. : Expertise Nutrition-alimentation MADAGASCAR)

- mission d'appui scientifique à des projets en fonctionnement dont l'assistance technique a été assurée par la filiale F.A. (Ex. : mission de remise à niveau de l'écloserie INBIOSA en EQUATEUR).

Au cours du plan, ces opérations de transfert seront poursuivies. Dans le nouveau contexte d'augmentation de capital de la filiale, les modalités exactes sont encore à définir.

FORMATION

De par ses multiples missions (Recherche et rayonnement scientifique dans la zone tropicale, coopération avec les P.V.D., transfert de type commercial, formation de jeunes scientifiques français), le C.O.P. est appelé à recevoir chaque année de nombreux stagiaires.

Il faut distinguer 6 types de stagiaires :

- Stagiaires universitaires, IUT, CREUFOP travaillant pendant une période relativement brève (1 à 6 mois) sur des sujets identifiés au sein d'AQUACOP. Ces stagiaires sont indemnisés à travers notre dotation annuelle.
- Stagiaires sur financements métropolitains : essentiellement CORDET, GSBBA. Il s'agit de scientifiques travaillant sur un sujet donné sur le matériel biologique du COP.
- Stagiaires étrangers sur financements F.A. (contrat d'assistance), CEE ou MAE.
- Stagiaires sur financements de l'Université Française du Pacifique. Une convention IFREMER-UFP vient d'être signé et ce type d'action devrait s'intensifier à court terme.
- Stagiaires EVAAM : dans le cadre du programme nacre du Territoire, et du transfert de la production à l'écloserie territoriale.
- Divers stagiaires du Territoire : stagiaires de Lycées Professionnels ou des maisons familiales et rurales : stages administratifs ou en ateliers. A titre d'exemple, le bilan 1988, se décompose comme suit :

Type 1 :	8
2 :	2
3 :	5
4 :	Néant
5 :	7
6 :	4
-----	
TOTAL :	26

Les prévisions pour 1989 sont :

Type 1 :	4
2 :	2
3 :	7
4 :	2
5 :	8
6 :	3
-----	
TOTAL :	26

### Moyens disponibles au C.O.P.

Nous disposons de 5 studios d'hébergement et les stagiaires sont incorporés dans les diverses équipes.

### Moyens manquants

Il manque au C.O.P. une structure d'accueil spécifique qui pourrait être mise en place en réaménageant la zone de l'écloserie chevrette : le montant total des investissements à consentir serait d'environ 1,11 MF.

Pour qu'une telle structure puisse fonctionner d'une manière satisfaisante, il faut impérativement prévoir la mise en place d'un cadre biologiste à plein temps affecté à l'accueil, la coordination, et la formation.

A N N E X E 1

LISTE DES PUBLICATIONS DE L'EQUIPE AQUACOP  
RELATIVES AUX CREVETTES PENEIDES TROPICALES

1 9 7 4 - 1 9 8 9

- CREVETTES PENEIDES TROPICALES -

PUBLICATIONS DE L'EQUIPE A Q U A C O P

1974 - 1989

- 1.- AQUACOP (1974). L'aquaculture au Centre Océanologique du Pacifique. Actes Coll. CNEXO, 1, 431-444.
- 2.- AQUACOP (1974). L'élevage des crevettes de mer Pénéides en Polynésie. 3e Conf. Tech. des Pêches de la C.P.S., 7 p.
- 3.- AQUACOP (1975). Développement de l'aquaculture en milieu tropical corallien et insulaire dans le Pacifique Sud. 8ème Conf. Tech. des Pêches de la C.P.S..
- 4.- AQUACOP (1975). Maturation and spawning in captivity of Penaid shrimps : *Penaeus merguensis* de Man, *Penaeus japonicus* Bate, *P. aztecus* Ives, *Metapenaeus ensis* de Man, and *P. semisulcatus* de Man. Proc. W.M.S., 6, 123-132.
- 5.- AQUACOP (1976). Résultats expérimentaux sur *Penaeus japonicus* : spécificité des besoins en protéines, importance des acides gras. F.A.O. Tech. Conf. Aquacult., Kyoto, Japan, E42, 5 p.
- 6.- AQUACOP (1977). Observations on diseases of crustacean cultures in Polynesia. Proc. W.M.S., 8, 685-703.
- 7.- AQUACOP (1977). Reproduction in captivity and growth of *Penaeus monodon* Fabricius in Polynesia. Proc. W.M.S., 8, 927-945.
- 8.- AQUACOP (1977). Observations sur la maturation et la reproduction en captivité des crevettes Pénéides en milieu tropical. Actes Coll. CNEXO, 4, 157-178.
- 9.- AQUACOP (1977). Elevage larvaire de Pénéides en milieu tropical. Actes Coll. CNEXO, 4, 179-191.
- 10.- AQUACOP (1977). Participation au livre "Shrimp and prawn farming in the Western Hemisphere". Hanson J. & Goodwin H. Eds., Dowden, Hutchinson & Ross Inc. Pennsylvania. 439 p.
- 11.- AQUACOP (1978). Study of nutritional requirements and growth of *Penaeus merguensis* in tanks by means of purified and artificial diets. Proc. W.M.S., 9, 225-234.
- 12.- AQUACOP (1979). Penaeid reared broodstock : closing the cycle with *P. monodon*, *P. stylirostris* and *P. vannamei*. Proc. W.M.S., 10, 445-452.
- 13.- AQUACOP (1979). About the concept of crowding disease and sanitary lot in modern intensive aquaculture : a short note. Proc. W.M.S., 10, 551-553.
- 14.- AQUACOP (1979). Equipements pour fabriquer des granulés par voie humide destinés aux animaux marins. Proc. World Symp. on Finfish Nutrition and Fishfeed Technology, Hamburg, 2, 143-155.



- 15.- AQUACOP (1981). Participation in the panel : "Industrialisation of aquaculture. Opportunities and challenges". World Conf. on Aquaculture, Venise, 21-25 May.
- 16.- AQUACOP (1982). Reared broodstock of *P. monodon*. Proc. Symp. on Coastal Aquaculture, Cochin, India 1980, 1, 55-62.
- 17.- AQUACOP (1983). Algal food cultures at the Centre Océanologique du Pacifique. in : C.R.C. Handbook of Mariculture", Vol. 1, Crustacean Aquaculture, Mc Vey J.P. ed. ; Boca Raton, Florida, 3-14.
- 18.- AQUACOP (1983). Constitution of broodstock, maturation, spawning and hatching systems for Penaeid shrimps at the Centre Océanologique du Pacifique. in : C.R.C. Handbook of Mariculture", Vol. 1, Crustacean Aquaculture, Mc Vey J.P. ed., C.R.C. Press Inc., Boca Raton, Florida, 105-122.
- 19.- AQUACOP (1983). Penaeid larval rearing in the Centre Océanologique du Pacifique in : "C.R.C. handbook of Mariculture", Vol. 1, Crustacean Aquaculture, Mc Vey J.P. ed., C.R.C. Press Inc., Boca Raton, Florida, 123-128.
- 20.- AQUACOP (1983). Production of feeds to support shrimp production in Tahiti. Proc. 1st Biennial Conf. Warm Water Aquaculture, Crustacea, Brigham Young University, Hawaii, 382-387.
- 21.- AQUACOP (1983). Use of serum protein concentration to optimize Penaeid spawner quality. Proc. 1st Biennial Conf. Warm Water Aquaculture, Crustacea, Brigham Young University, Hawaii, 373-381.
- 22.- AQUACOP (1984). Review of 10 years of experimental Penaeid shrimp culture in Tahiti and New-Caledonia. Proc. W.M.S., 15, 73-91.
- 23.- AQUACOP (1985). Overview of Penaeid culture research : impact on commercial culture activity. Proc. 1st Internat. Conf. on the Cult. of Penaeid Prawns, Iloilo city, Philippines, 3-10.

AQUACOP  
PRESENTATIONS AUX CONGRES  
OU  
EN COURS DE PUBLICATION

- 1.- GALGANI M.L. et AQUACOP (). Substitution des algues vivantes par des microparticules inertes pour l'alimentation des larves Zoés de crevettes Pénéides.  
- Soumis à Aquaculture, 1987.
- 2.- GALGANI M.L. et AQUACOP (). Influence du régime alimentaire sur la reproduction en captivité de *Penaeus vannamei* et *Penaeus stylirostris*.
- 3.- GALGANI et AQUACOP (). Influence du régime alimentaire sur la reproduction en captivité de *Penaeus indicus*.
- 4.- AQUACOP (1983). Production of Penaeid post-larvae at a commercial scale in Ecuador.  
Présenté à 1st Biennial Conf. Warm Water Aquaculture, Crustacea, Birgham Young University, Hawaii.
- 5.- AQUACOP (1984). A new approach in intensive nursery growing of Penaeid.  
Présenté à 1st Internat. Conf. on the Cult. of Penaeid Prawns, Iloilo, Philippines, 4-7 Déc. 1984.
- 6.- AQUACOP (). Potentialities and limitations of *Penaeus indicus* in aquaculture from experiments in Tahiti and New-Caledonia.  
Présenté à WAS 1986, Reno.  
- Soumis à Aquaculture, 1987.
- 7.- AQUACOP (1986). Basal diets for *Penaeus monodon* nutrition studies : importance of multiple ingredients.  
Présenté à WAS 1986, Reno.
- 8.- AQUACOP (1986). Ascorbic acid requirements for *Penaeus indicus* and *P. monodon*.  
Présenté à WAS 1986, Reno.
- 9.- AQUACOP (1986). Methodoloy in shrimp nutrition : molting frequency and weight increase at molt.  
Présenté à WAS 1986, Reno.
- 10.- CRUZ L.E., CUZON G. and AQUACOP (1986). Corporative nutrition studies : squid protein extract effect (S.P.E.) on growth of Penaeid shrimps.  
Présenté à WAS 1986, Reno.

- 11.- AQUACOP (1986). Commercial shrimp culture : selection of species and rearing techniques.  
Présenté à 1st Interamerican Congress of Aquaculture, Salvador, Brazil, 14-21 Sept. 1986.  
- Soumis à Proc. du congrès, Déc. 1986.
- 12.- AQUACOP, GOGUENHEIM J., BARRET J., PATROIS J., CAHU C. and FAUVEL C. (1987). *Penaeus vannamei* : broodstock constitution, maturation and artificial insemination.  
Présenté à WAS 1987, Guayaquil.
- 13.- AQUACOP, ANTOINE L. and MAZURIE J. (1987). Estimation of Penaeid shrimp and fresh-water prawn populations in semi-intensive culture : comparison of three methods.  
Présenté à WAS 1987, Guayaquil.  
- Soumis à J. WAS, Aug. 1987.
- 14.- AQUACOP, PATROIS J., BARRET J. and MAZURIE J. (1987). Intensive culture of *Penaeus vannamei* and *P. stylirostris* ; preliminary results.  
Présenté à WAS 1987, Guayaquil.  
- Soumis à J.WAS, Sept. 1987.
- 15.- AQUACOP, CRUZ-RICQUE L.E. and CUZON G. (1987). Effect of squid meal on growth of *Penaeus monodon* juveniles.  
Présenté à WAS 1987, Guayaquil.
- 16.- AQUACOP, LE MOULLAC G., LEGUEDES R., CUZON G. and GOGUENHEIM J. (1987). Microparticulate diets for Penaeid shrimp larvae.  
Présenté à WAS 1987, Guayaquil.
- 17.- AQUACOP (1987). Participation à "La aquacultura del camaron, langostino y cangrejo en el mundo : bases y tecnologías".  
1. Cultivo larval intensivo en circuito cerrado de *Macrobrachium rosenbergii*.  
2. Técnicas de cria de proghenitores en cautiverio, maduración, desove y eclosion para los camarones peneidos.  
3. Técnicas de cultivo semi-intensivo y intensivo de los camarones Peneidos.  
4. Cultivo de algas unicelulares.  
5. Producción masiva de postlarvas de camarones Peneidos.  
6. Uso de microparticulas para la alimentación larvaria de los camarones Peneidos.  
Claudio Chavez J. ed., Tokyo University of Fisheries.  
- Soumis en Juin 1987.
- 18.- AQUACOP and CUZON G. (1987). Nutrition of Penaeid shrimp.  
Présenté à la Conf. annuelle "New Zealand Marine Science Society", 25-28 Août 1987 Dunedin. New Zealand.
- 19.- AQUACOP, BADOR R. and BAZIN J.N. (1988). A biotechnical microcomputerized management program for a tropical shrimp farm (*Macrobrachium* and *Penaeids*).

Présenté à WAS 1988, Hawaii.

- 20.- AQUACOP, **BEDIER E. and BIANCHI M. (1988)**. Maintenance of water quality by bacterial systems in intensive tropical penaeid culture ponds : preliminary investigations.  
Présenté à WAS 1988, Hawaii.
- 21.- AQUACOP, **BEDIER E. and SOYEZ C. (1988)**. Effect of dissolved oxygen concentration on growth and respiration of *Penaeus vannamei*.  
Présenté à WAS 1988, Hawaii.
- 22.- AQUACOP, **BADOR R., BARRET J. and BOISSON G. (1989)**. Production results and operating costs of the first super-intensive shrimp farm in TAHITI. Présenté à la WAS 1989 - Los-Angeles.
- 23.- AQUACOP, **LE MOULLAC G. and CUZON G. (1989)**. Complete substitution of microparticules for algae for pilot scale *Penaeus vannamei* larval rearing.  
Présenté à la WAS 1989 Los-Angeles.
- 24.- AQUACOP, **CALVAS J. (1989)**. State of the art of IFREMER in tropical aquaculture  
A.T.A. - Tahiti 1989.
- 25.- AQUACOP, **PATROIS J. (1989)**. Aquaculture of edible species in French Polynesia  
A.T.A. - Tahiti 1989.
- 26.- AQUACOP, and **CUZON G. (1989)**. The selection of ingredients for shrimp feeds -  
A.T.A. Tahiti 1989.

## PUBLICATIONS

### STATION DE ST-VINCENT (Présentations aux congrès)

- 1.- GOXE D., GALINIE C. and OTTOGALLI L. (1988). Semi-intensive culture of *Penaeus stylirostris* in New-Caledonia.  
J. Aqua. Trop. 3 (1988) 139-151  
Oxford & IBH publishing Co. PVT Ltd.
- 2.- OTTOGALLI L., GALINIE C. and GOXE D. (1988). Reproduction in captivity of *Penaeus stylirostris* over ten generation in New-Caledonia.  
J. Aqua. Trop. 3 (1988) 111-125  
Oxford & IBH publishing Co. PVT Ltd
- 3.- MARTIN J.L. (1987). Aquaculture development plan in New-Caledonia.  
Présenté à la Conf. annuelle "New Zealand Marine Science Society"  
25-28 Août 1988. Dunedin. New Zealand.
- 4.- GOXE D. (1988). Influence of daily water change on medium quality and growth of *Penaeus stylirostris* in semi-intensive culture conditions in New-Caledonia.  
Présenté à WAS 1988, Hawaii.
- 5.- OTTOGALLI L. (1988). Influence of temperature and photopériode on mating of *Penaeus stylirostris* under controlled conditions.  
Présenté à WAS 1988, Hawaii.
- 6.- OTTOGALLI L. (1989). Increased production of nauplii (*P. stylirostris* stimpson, mexican strain) from captive broodstock, using abeated and regenerated males for arteficial insemination. Présenté à la WAS 1989, Los Angeles.
- 7.- GALINIE C. (1989). Shrimp aquaculture in New Caledonia. A.T.A Tahiti 1989.

A N N E X E 2

LA PRODUCTION MONDIALE DE CREVETTES  
LES DIFFERENTS MARCHES

- 1) PECHE ET AQUACULTURE
  - 2) LES PRINCIPALES ESPECES EXPLOITEES
  - 3) LA PRODUCTION GLOBALE DES PRINCIPAUX PAYS PRODUCTEURS
  - 4) LES DIFFERENTS PRODUITS ET FORMES D'EMBALLAGES  
SUR LES PRINCIPAUX MARCHES
  - 5) LE MARCHE INTERNATIONAL
  - 6) LE MARCHE AMERICAIN
  - 7) LE MARCHE JAPONAIS
  - 8) LE MARCHE EUROPEEN
  - 9) LE MARCHE FRANCAIS
  - 10) EVOLUTION RECENTE DES PRIX
- RECAPITULATIF DU MARCHE MONDIAL

## LA PRODUCTION MONDIALE DE CREVETTES LES DIFFERENTS MARCHES

### 1 - PECHE ET AQUACULTURE

La production mondiale de crevettes est passée de 1 080 000 tonnes en 1970 à 2 100 000 tonnes en 1987. En 1981 on estime que les débarquements par pêche ont atteint leur maximum, soit environ 1 750 000 tonnes production relativement stable depuis 1977, (1 672 000 tonnes). Le complément est venu ces dernières années du développement spectaculaire de l'élevage des crevettes tropicales tant en Amérique du Sud que dans le Sud-Est asiatique. Les statistiques sont assez imprécises mais on estime qu'en 1986 la production d'élevage a dépassé 310 000 tonnes soit 15 % de la production globale et les prévisions pour 1990 sont de l'ordre de 475 000 tonnes.

*Augmentation spectaculaire de la production de crevettes d'élevage*

### 2 - LES PRINCIPALES ESPECES EXPLOITEES

Les crevettes se répartissent en 3 groupes, les espèces d'eau froide de petites tailles dont la production est de l'ordre de 200 000 tonnes, les espèces d'eau douce des lacs et rivières (principale représentante *Macrobrachium rosenbergii*) dont la production est mineure et enfin les espèces tropicales d'eau de mer ou d'eau saumâtre appartenant à la famille des Pénéides qui représentent la plus grosse part des débarquements par pêche. Les espèces principales sont listées dans le Tableau 1.

*Seules les penaeides et la crevette d'eau douce *Macrobrachium rosenbergii* font l'objet d'élevage*

### 3 - LA PRODUCTION GLOBALE DES PRINCIPAUX PAYS PRODUCTEURS

Les pays qui ont les pêcheries de penaeides les plus importantes sont : l'Inde (244 000 tonnes en 1980), l'Indonésie qui est passée de 52 000 tonnes en 1970 à 160 000 tonnes en 1981, la Chine qui a atteint 234 000 en 1978 pour redescendre ensuite à 167 000 tonnes en 1980, la Thaïlande qui est passée de 61 000 tonnes en 1970 à 143 000 en 1978 pour redescendre à 120 000 tonnes en 1981, la Malaisie 94 000 tonnes en 1981, le Mexique assez stable autour de 70 000 tonnes, le Brésil qui est passé de 38 000 tonnes à 74 000 tonnes en 1980, le Vietnam, le Japon, la Corée, le Pakistan, les Philippines et

l'Australie produisent respectivement entre 25 000 et 60 000 tonnes. En 1980, les 11 pays indo-pacifiques représentent 58 % de la production totale mondiale. (Tableau 2)

On constate donc une grande variation dans les prises par pêche de chaque pays mais une relative stabilité globale de 1976 à 1981.

La croissance enregistrée ensuite est due essentiellement au relais pris par l'aquaculture les pêcheries étant à leur maximum, de capture certaines montrant même des signes de surexploitation. Par exemple en EQUATEUR, les rendements de la pêche plafonnent depuis 1982 à 18 tonnes par bateau et par an (1,8 tonne/homme/an), l'effort de pêche se traduisant par 2 US gallons de gazole par livre de crevette pêchée. Des études récentes faites au Mexique mettent en évidence une concurrence de plus en plus vive entre les produits de la pêche et de l'aquaculture. La Banque BANPESCA (Banco Pesquero y Portuario) estime que le coût d'une ferme de 400 hectares (1,5 milliard de pesos) est équivalent à celui de 7 chalutiers de 65 tonneaux récoltant chacun en moyenne 14 tonnes de crevettes par an. La durée de vie moyenne d'un chalutier est de 15 ans alors que celle d'une ferme est au minimum double.

Les espèces d'eau froide se retrouvent sur les marchés du Nord de l'Europe et sur le marché européen en général. Les espèces tropicales se retrouvent surtout sur les marchés américains, japonais et Sud-européen. Les espèces d'eau douce ne représentent qu'une très faible partie des échanges.

#### 4 - LES DIFFERENTS PRODUITS ET FORMES D'EMBALLAGE SUR LES PRINCIPAUX MARCHES

Les crevettes se présentent sur le marché sous des formes très diverses :

- vivantes : ) *Penaeus japonicus* au Japon
- fraîches sur glace : ) essentiellement sur les marchés locaux
- congelées, )
- en boîtes, ) sur l'ensemble des marchés d'exploitation
- sèches. )

Elles peuvent être conditionnées (Tableau 3) :

- sans tête avec carapace, principale forme sur les marchés américain et japonais ;
- entières avec tête, marché européen principalement ;
- sans carapace et sans tube digestif (avec la queue pour les crevettes panées) ;
- cuittes avec tête ou sans tête, avec carapace ou sans carapace ;
- formes diverses ; pâté de crevette, crevettes cocktail, soupes, etc...

Les crevettes sont vendues par catégories de taille, nombres par livre ou par kilogramme et plus elles sont grosses plus le prix est élevé. Sous forme congelée elles sont emballées en cartons de 5 livres ou 2 kilos placés dans des "master cartons" pour l'expédition.

L'industrie distingue les crevettes selon leur couleur blanche, brune et rose et leur pays d'origine, les préférences varient d'un pays à l'autre. Sur le marché de détail, les crevettes sont vendues dans des paquets aux couleurs et dessins attractifs. La part des crevettes d'élevage augmente sans cesse depuis 1980 dans le négoce international.



En 1980, les crevettes d'élevage représentaient 1,2 % du marché international, en 1986 15 % (35 % du marché des crevettes Péneidés).

*Les principaux producteurs de crevettes d'aquaculture sont la Chine, l'Equateur, Taïwan, les Philippines, l'Indonésie, la Thaïlande et des projets de développement existent maintenant dans l'ensemble des pays de la ceinture tropicale.(fig.1)*

\* Les chiffres de production de la Chine sont imprécis et pour certains très largement surestimés (fourchette 15.000 - 100.000 tonnes).

TABLEAU I  
PRINCIPALES ESPECES COMMERCIALES

GROUPES D'ESPECES	ORIGINE	NOM COMMUN (ANGLAIS)	NOM LATIN
Eaux Froides	Atlantique Nord Pacifique Nord	Northern shrimp	<i>Pandalus borealis</i>
	Atlantique Nord-Est	Common shrimp	<i>Crangon crangon</i>
Tropicales	Indo-Pacifique	Green tiger prawn	<i>Penaeus semisulcatus</i>
		Banana prawn	<i>Penaeus merguensis</i>
		Indian white prawn	<i>Penaeus indicus</i>
		Giant tiger prawn	<i>Penaeus monodon</i>
		Kuruma prawn	<i>Penaeus japonicus</i>
		Fleshy prawn	<i>Penaeus orientalis</i>
		Western king prawn	<i>Penaeus latisulcatus</i>
		Brown tiger prawn	<i>Penaeus esculentus</i>
	Ocean Indien Ouest	Indian white prawn	<i>Penaeus indicus</i>
		Giant tiger prawn	<i>Penaeus monodon</i>
		Green tiger prawn	<i>Penaeus semisulcatus</i>
	Atlantique Est	Southern pink shrimp	<i>Penaeus notialis</i>
	Atlantique Ouest	Northern white shrimp	<i>Penaeus setiferus</i>
		Northern pink shrimp	<i>Penaeus duorarum</i>
		Southern pink shrimp	<i>Penaeus notialis</i>
Northern brown shrimp		<i>Penaeus aztecus</i>	
Southern brown shrimp		<i>Penaeus subtilis</i>	
Southern white shrimp		<i>Penaeus schmitti</i>	
Pacifique Est	Redspotted shrimp	<i>Penaeus brasiliensis</i>	
	Yellowleg shrimp	<i>Penaeus californiensis</i>	
	Whiteleg shrimp	<i>Penaeus vannamei</i>	
	Blue shrimp	<i>Penaeus stylirostris</i>	
	Crystal shrimp	<i>Penaeus brevirostris</i>	
Eau Douce	Indo-Pacifique	Western white shrimp	<i>Penaeus occidentalis</i>
		Giant river prawn	<i>Macrobrachium</i>

**TABLEAU 2**

**Captures totales de crevettes marines et d'eau douce par pays producteurs  
1970-1981 (milliers de tonnes, poids vif)**

Pays	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	Accroissement 1970-1980
Inde	122	149	160	208	246	246	198	233	187	183	244	244F	100 %
Indonésie	52	52	65	60	58	68	121	146	150	155	136	160	162 %
Chine	107	90	102	33	40	29	125	197	234	131	167	193	56 %
Etats-Unis	167	177	176	173	169	157	184	216	192	152	162	162	(3 %)
Thaïlande	61	67	67	113	92	105	111	138	143	131	133	121	118 %
Malaisie	49	58	60	65	78	48	58	64	82	86	84	94	71 %
Mexique	69	72	75	73	74	69	72	72	67	74	77	72	12 %
Brésil	44	44	57	49	43	43	38	51	55	79	74	79F	68 %
Vietnam	33	46	40	62	62	62	62	62	62	62	62	62F	88 %
Japon	54	50	57	62	79	69	61	54	60	53	51	54F	/
Norvège	8	8	10	12	16	19	25	26	32	34	45	41	563 %
Greenland	8	9	7	8	10	10	10	15	13	23	35	40	438 %
Rep. Korée	11	6	10	21	18	30	30	30	26	27	27	24	245 %
Pakistan	20	18	18	21	16	17	22	20	19	24	26	30	30 %
Philipp.	27	31	33	32	36	40	41	26	24	24	26	37	(4 %)
Australie	13	19	18	17	24	16	19	22	19	22	22	27	69 %
Espagne	12	16	33	35	32	41	37	26	28	15	18	18F	50 %
Equateur	6	6	7	8	7	6	8	10	10	11	18	20	300 %
RFA	38	24	25	30	29	21	27	18	17	20	15	14	(61 %)
Autres	176	186	194	205	216	231	242	232	268	261	267	254	
<b>Total</b>													
<b>Mondial</b>	1086	1130	1216	1290	1350	1332	1500	1672	1690	1571	1690	1752	56 %

F = estimation FAO

Source FAO data base (Yearbook of Fishery Statistics)

**TABLEAU 3**  
Produits et forme d'emballage sur les principaux marchés

JAPON			USA			EUROPE
<b>Sans tête avec carapace</b>						
Conditionnement	2 kg cartons x 6 ou 10 par master carton aussi 1 kg and 4 1b cartons		5 1b cartons x 10 par master carton		2 kg cartons x 6 ou 10 par master carton, 5 1b cartons x 10 par master carton	
Calibrage	Nombre par livre		Nombre par livre		Nombre par livre Européenne	
Tailles	8/12	31/40	un 8	31/35	Les acheteurs acceptent les calibrages utilisés sur les marchés U.S. et Japonais	
	13/15	36/40	un 10	36/40		
	16/20	41/50	un 12	41/50		
	21/25	51/60	un 15	51/60		
	26/30	61/70	16/20	61/70		
	31/35	71/90	21/25	71/80		
			26/30	71/90		
<b>Entière</b>						
Conditionnement	2 kg ou 1 kg cartons x 6 ou 10 par master carton				2 kg cartons x 6 ou 10 par master carton	
Calibrage	Nombre par livre		Nombre par livre		Nombre par kg	
Tailles	Un 8	16/20			Un 5	30/40
	8/12	21/25			Un 20	40/60
	13/15				16/20	60/80
					20/30	80 up
<b>Pelées et déveinées (P &amp; D), Congelées individuellement (IQF)</b>						
Conditionnement			3 1b polybags x 12 par master carton ; 1 1/2 1b polybags x 24 par master carton			
Calibrage			Nombre par livre, pelées			
Tailles			Un 15	36/40		
			16/20	41/50		
			21/25	51/60		
			26/30	61/70		
			31/35			

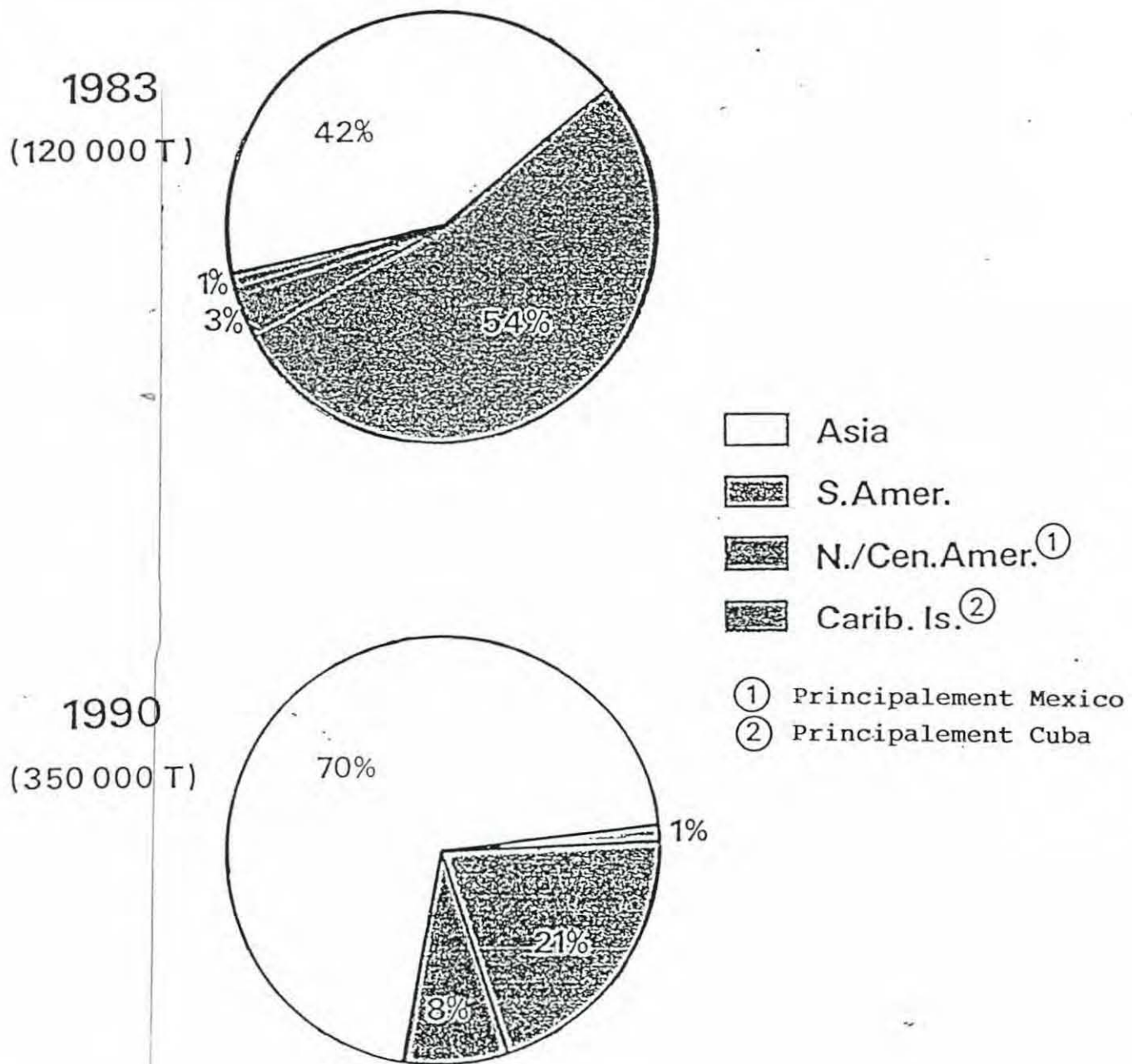
**TABLEAU 3**

(suite)

Produits et forme d'emballage sur les principaux marchés

	JAPON	USA	EUROPE
<b>Pelées et non déveinées (PUD) ou pelées et déveinées (P &amp; D) en bloc</b>			
Conditionnement	2 kg cartons x 6 ou 10 par master carton	5 1b cartons x 6 ou 10 par master carton	2 kg ou 5 1b carton par 10 par master carton
Calibrage	Nombre par livre	Nombre par livre, pelées	Nombre par livre
Tailles	80/120 200/300 100/200 300/500 morceaux	71/90 150/200 91/110 200/300 111/130 300/500 130/150 Morceaux	Les acheteurs Européens acceptent le calibrage utilisé sur les marchés U.S. et Japonais
<b>Cuites et pelées, en boîte</b>			
Conditionnement		1) 4 1/2 ou boîte x 24 par caisse; 2) 5 boîtes de 5 livres congelées sous vide x6 par caisse	boîte de 200 g x 24 par caisse ; aussi boîte de 90 - 100 g
Calibrage		1) Crevettes par once (poids égoutté) 2) Nombre par livre pelées	Nombre de crevettes par boîte
Tailles		1) Extra large (um 3.5) Large (3.5/5.0) Medium (5.0/9.0) Small (9.0/17.0) Tiny (17.0 up) 2) 200/300 300/500 Morceaux	Medium (40/60) Small (60/80) Tiny (80/130) Cocktail (130/190) Picnic (190 up)
<b>Cuites et pelées, IQF</b>			
Conditionnement		paquets de 5 livres x6 par master carton	paquets de 5 livres x4 par master carton
Calibrage		Nombre par livre, pelées	
Tailles		200/300 300/500 Morceaux	150/250 250/350 200/300 300/500 250/350

FIGURE 1: Crevette d'élevage : estimation de production



## 5 - LE MARCHÉ INTERNATIONAL

Il a été très actif en 1986 et 1987 pour les marchés américains et japonais ainsi qu'en Europe malgré une baisse des débarquements de crevettes d'eau froide.

L'augmentation des importations de crevettes d'élevage a entraîné une diminution des prix sur les tailles moyennes et le développement en cours pourrait conduire à de nouvelles baisses de prix dont pâtiraient d'abord les pêcheries qui peuvent difficilement diminuer leurs coûts d'activité. D'autre part, ces dernières années ont vu la mise sur le marché de la part de l'Equateur, de crevettes de plus en plus petites :

- 1985 : 26-30
- 1986 : 31-35
- 1987 : 36-40

La principale raison de cette diminution de taille, étant sans doute liée à l'intensification progressive (qui, faute d'aliment et de gestion adéquats, produit des animaux de plus en plus petits) et aux récoltes précoces que font les fermes pour reconstituer une trésorerie mise à mal par les événements de la période 1983/1987 (inondations, augmentation du prix du pétrole de 30 %, de la main-d'oeuvre de 20 %, dévaluation du "sucre").

Les U.S.A. et le Japon sont les deux principaux marchés mondiaux, la consommation par tête d'habitant étant la plus élevée au Japon (5 kg/hab). L'Europe de l'Ouest se place en troisième position avec un taux d'accroissement très fort pendant la dernière décennie sur les crevettes tropicales.

## 6 - LE MARCHÉ AMERICAIN

Les 2/3 du marché proviennent d'importations. En 1986, 200 millions de livres ont été débarquées par les pêcheries pour 400 millions importées (Tableau 4)

La consommation atteint 270 000 tonnes.

L'Amérique du Sud et Centrale sont les principaux fournisseurs avec surtout le Mexique et l'Equateur (130 000 tonnes/an). Récemment la Chine est devenue un fournisseur important.

Le marché porte essentiellement sur des queues le plus souvent congelées en IQF (Individual Quick Frozen).

Les petites crevettes sont vendues sans carapace et après élimination du tube digestif, les grosses tailles sont vendues crues et sans tête. La plus grande demande concerne la crevette blanche d'Amérique latine (*P.vannamei*).

85 % des crevettes sont consommées dans les restaurants car le consommateur les juge comme produits de luxe. Le marché est très sensible aux conditions économiques.

Il est prévu que le marché continue à augmenter parallèlement au taux d'augmentation de la population (1 %) et à celui du revenu individuel (8,4 % an). Il n'y a pas de droits de douane sur les crevettes importées.

L'évolution des prix de 1974 à 1982 est donnée sur la figure 2.

Après les prix records de mi-1986, la tendance est maintenant à la baisse en raison de l'afflux des crevettes d'élevage en particulier de Chine (Tableau 5).

**TABLEAU 4**

**Importation de crevettes d'eau froide et tropicales par les U.S.A.**  
(en millions de livres)

PAYS D'ORIGINE	1982	1983	1984	1985	1986
Mexico	80.2	84.6	81.6	67.5	74.4
Ecuador	36.1	51.4	46.6	43.9	62.0
Taiwan, PC	9.3	19.3	18.3	29.6	34.6
India	26.9	30.1	23.1	24.0	24.4
Thailand	7.8	19.3	18.2	24.5	24.1
Panama	17.6	16.3	16.3	19.7	21.8
China	2.8	1.9	3.2	6.9	20.7
Brazil	12.7	14.6	19.8	25.3	19.9
Others	75.5	103.5	115.2	118.2	118.2
TOTAL	273.9	341.4	342.4	359.9	400.1



**TABLEAU 5**

**Evolution du prix de la crevette d'Equateur sur le marché américain.**

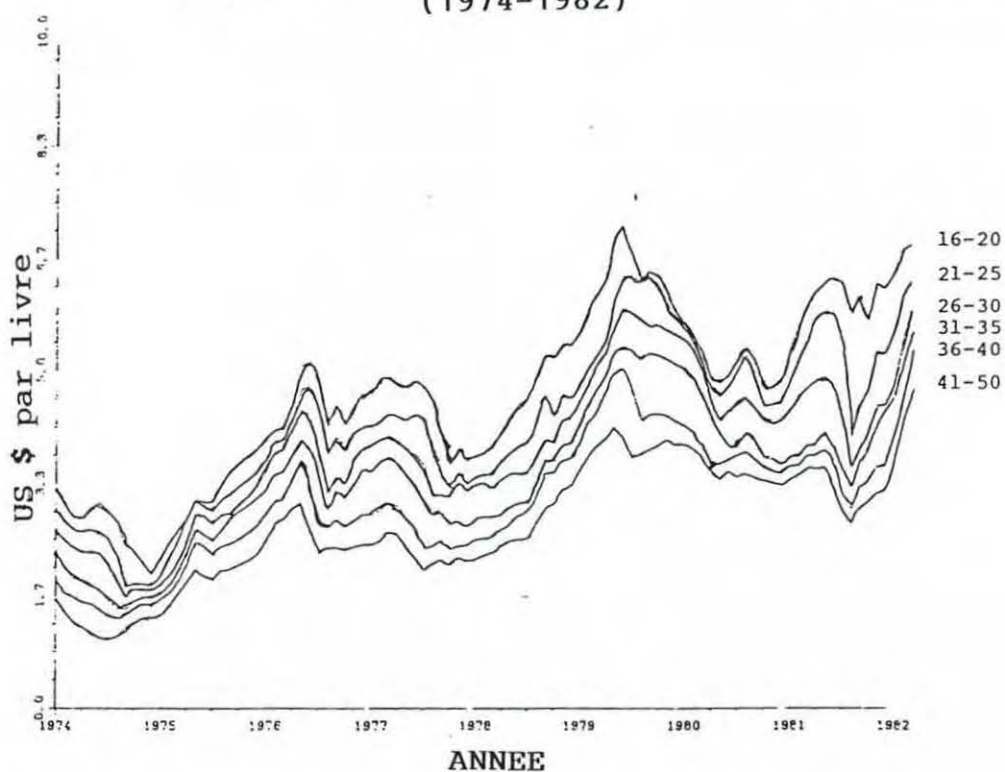
**(U.S. dollar/livre de queue)**

YEAR	26-30	31-35	36-40
1982	6.05	4.95	4.45
1983	5.75	5.35	5.05
1984	5.20	4.65	3.90
1985	4.50	4	3.85
1986	6.10	5.35	5.05
1987	5.10	4.15	3.65

Source : Infofish tradenews

En 1988, les U.S.A. ont importé 229.000 tonnes soit 6 % de plus qu'en 1987. La Chine, l'Equateur et le Mexique ont été les principaux fournisseurs. La Chine a la première fois dépassé l'Equateur avec la fourniture de 47.300 tonnes (Equateur 47.000 tonnes). Ces chiffres représentent des queues soit 60 % du poids vif. Ces 229.000 tonnes importées correspondent donc 380.000 tonnes de produits frais pour une valeur de 2 milliards de dollars.

Figure 2  
Etats-Unis : Prix moyens mensuels par catégories  
(1974-1982)



\* Prix du marché de New-York pour la "brown-shrimp"  
du golfe du Mexique. (P. aztecus)

## 7 - LE MARCHÉ JAPONAIS

La consommation a été de 280 000 tonnes en 1987 fournie à 75 % par l'importation principalement des pays indo-pacifiques (Tableau 6). Les importations mensuelles cumulées sont données dans le Tableau 7. L'accroissement des importations de 1987 par rapport à 1985 est de 20 % . Taïwan est devenu le principal fournisseur avec 32 000 tonnes en 1986 mais la Chine apparaît bien placée pour ravir la place.

**TABLEAU 6**  
Importation japonaise de crevettes

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987 (Fin Octobre)
Argentine		1,600	4,840	4,482	5,448	1,200	124
Australie	11,522	11,821	11,097	10,206	10,544	9,457	7,178
Bangladesh	2,820	3,354	3,726	5,943	7,428	7,250	4,012
Chine	14,954	7,253	5,778	10,307	10,664	18,723	20,803
Greenland	795	201	579	2,632	6,247	9,477	11,197
Indes	40,049	39,833	36,912	38,498	36,235	36,727	30,128
Indonésie	24,193	23,600	21,767	24,051	24,357	27,742	25,311
Norvège	3,373	2,684	1,753	3,830	3,830	4,342	1,980
Pakistan	6,382	4,176	3,265	3,174	3,726	2,274	1,518
Taïwan	7,774	7,759	11,053	16,496	21,771	37,824	36,225
Thaïlande	10,321	9,188	7,542	6,747	7,371	8,945	8,780
Vietnam	1,763	2,885	3,536	5,104	6,974	9,361	9,848
Autres	37,779	37,042	36,780	37,610	37,805	40,771	35,412
	161,725	151,396	148,628	169,080	182,912	212,805	192,606

C'est l'introduction des crevettes d'élevage en provenance du Japon du Sud-Est asiatique (*Penaeus monodon* black tiger) qui a modifié le marché. La même calibration que sur le marché américain est utilisée.

Il existe un marché très particulier pour les *Penaeus japonicus* vendues vivantes : les prix peuvent atteindre 20 à 40 \$/kg (1 à 2 mois par an au maximum) mais le marché est étroit et ne concerne que les gros animaux (30-40 g) et est limité (1 000-2 000 tonnes par an).

La deuxième catégorie concerne les tigers et les white. Les consommateurs préfèrent les produits crus et sans tête et mangent par habitant (5 kg) 2 fois plus de crevettes qu'aux U.S.A.. La demande du marché japonais influe directement sur les prix mondiaux.

En 1988, le Japon a importé 260.000 tonnes de queue soit 440.000 tonnes de pêches frais. L'Indonésie a été le principal fournisseur suivi de la Chine, de l'Inde, de la Thaïlande, de Taïwan et des Philippines.

TABLEAU 7 : Japon : importations mensuelles cumulées  
(en milliers de tonnes)

MOIS	1982	1983	1984	1985	1986
Janvier	12,3	12,3	12.4	12.5	16.8
Fevrier	21.5	23.7	24.7	26.3	31.6
Mars	31.8	35.4	39.8	36.8	47.5
Avril	44.6	49.3	54.0	54.4	65.8
Mai	58.4	60.4	66.5	67.6	80.6
Juin	70.6	72.8	79.0	80.5	95.6
Juillet	84.0	83.9	93.2	99.8	109.4
Août	95.8	93,3	108,3	116,7	127,2
Septembre	107.3	101.1	121.1	129.6	144.3
Octobre	120.7	117.0	135.9	147.6	168.2
Novembre	135.5	133.2	155.9	165.2	191.2
Decembre	151.4	148.6	169.4	182.9	212.8
TOTAL					

## 8 - LE MARCHE EUROPEEN

La consommation qui atteint 150 000 tonnes par an est en augmentation (En 1986, la France a importé 25 000 tonnes).

30 à 40 % de la consommation proviennent des crevettes tropicales et on s'attend à un taux d'accroissement sur ce produit de 5 % par an. 45 % des crevettes viennent d'Asie, 34 % d'Afrique et 20 % d'Amérique latine.

Chaque pays d'Europe a ses propres habitudes et traditions. Trois groupes se trouvent sur le marché :

- Les espèces tempérées locales de l'Europe du Nord (*Crangon*),
- Les espèces d'eau froide profondes (*Pandalus*),
- Les espèces tropicales.

En ce qui concerne les Peneidés, les marchés des pays du Nord sont approvisionnés par les pays asiatiques, ceux de la France et de l'Espagne par les pays africains et ceux de l'Italie et de l'Espagne par les pays d'Amérique latine.

Il existe quelques marchés spécifiques très porteurs mais très limités :

En France : Le bouquet (*Palaemon serratus*) : 140-180 FF/kg pour une production variant entre 300 et 600 tonnes par an (pêche uniquement) ;

En France, Italie et Espagne :

- La crevette penaeide (*Penaeus japonicus*) : elle se négocie en général, vivante (sur le marché de Rungis les prix varient entre 120 et 150 FF/kg (catégorie 40-60), fraîche sur glace, son prix tombe à 80-90 FF/kg). Crevette d'élevage, sa production en Europe a été d'environ 100 tonnes en 1988.

## 9 - LE MARCHÉ FRANÇAIS

En 1987, la crevette a constitué le premier poste déficitaire des produits de la mer, déficit avoisinant 940 millions de francs.

Les importations ont augmenté de 13.000 tonnes à 31.500 tonnes entre 1976 et 1987. Depuis 1985 seules les Pénéides contribuent à cette augmentation ; la France est le 3ème pays importateur de la CEE et le 5ème importateur mondial.

En 1987, la structure des importations de Pénéides tropicales était la suivante 11.700 tonnes viennent de l'Afrique 4.250 tonnes viennent d'Asie, 1.160 tonnes d'Amérique du Sud, 550 tonnes d'Europe et 233 tonnes d'Amérique du Nord soit au total environ 18.000 tonnes. Les principaux pays fournisseurs sont le Sénégal, le Gabon, Madagascar, l'Inde, la Thaïlande, la Sierra Leone et la Guyane.

- premier déficit des produits de la mer environ 1 milliard
- 3ème pays importateur de la CEE
- demande très forte sur crevettes tropicales pénéides (18.000 tonnes en 1987)

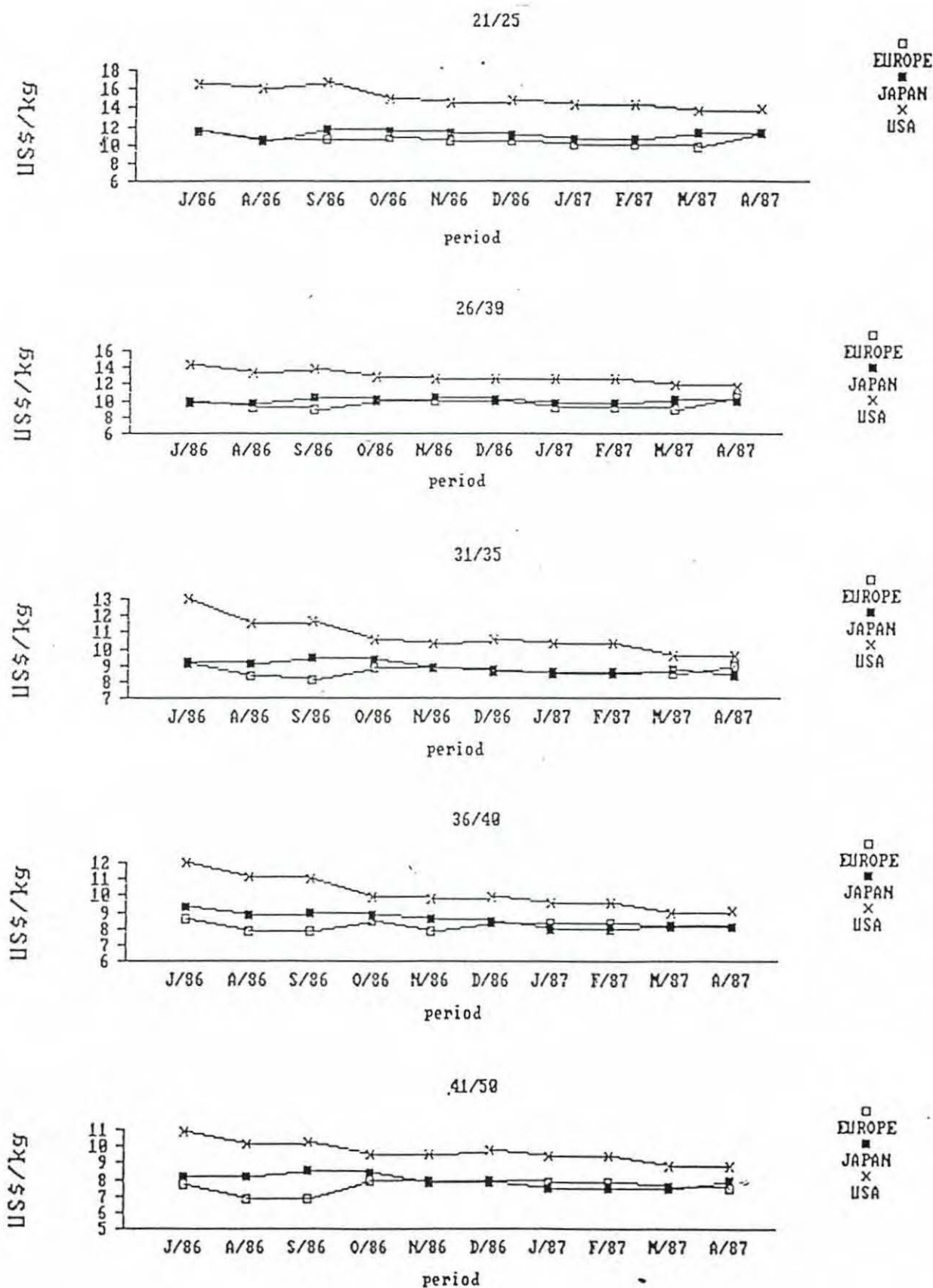
## 10 - EVOLUTION RECENTE DES PRIX

La figure 3 donne l'évolution récente des prix en fonction des différents marchés et des calibres. On notera une relative stabilité des prix depuis 1986 sur les marchés japonais et Européens, mais une baisse sensible des cours sur le marché américain qui est le plus gros consommateur.

### Récapitulatif du marché mondial

- Production de 2.000.000 tonnes en 1987
- Demande en augmentation constante sur les principaux marchés
- Stagnation globale des pêcheries avec fortes variations annuelles pour chaque pays
- Développement rapide de la production d'élevage
- Variation des prix suivant les catégories de taille
- Tendance à la baisse ces dernières années

FIGURE 3 : EVOLUTION RECENTE DES PRIX SUR LES DIFFERENTS MARCHES



ANNEXE 3

LA PRODUCTION MONDIALE DE CREVETTES MARINES D'ELEVAGES

- 1) - LA REGION ASIE - PACIFIQUE
- 2) - LE CONTINENT AMERICAIN
- 3) - L'EUROPE

## LA PRODUCTION MONDIALE DE CREVETTES MARINES D'ELEVAGE

En 1987, la production mondiale de crevettes d'aquaculture a dépassé 330 000 tonnes (Tableau 1) à comparer aux 1,7 millions de tonnes venant des pêcheries. Les principaux producteurs sont : la Chine, Taiwan, l'Equateur, les Philippines et l'Inde. Ce chiffre reste toutefois sujet à caution dans la mesure où les données statistiques sont beaucoup plus des estimations que des chiffres vérifiés et que pour certains pays il existe souvent une confusion entre les prises des pêcheries littorales et l'aquaculture proprement dite. La distinction crevette entière "Head-on" et queue "Tail" n'apparaît pas clairement dans la majorité des cas augmentant encore

l'imprécision. Toutefois le développement est d'importance et la production de crustacés d'élevage a enregistré un très fort pourcentage d'accroissement depuis 1975, (8,50 %). Cette production ne représente que 3 % en poids de la production aquacole mais 10 % en valeur car elle fait l'objet d'un commerce international.

En 1987, les crevettes d'élevage ont représenté 20 % du marché mondial. Les perspectives pour les années 90 dépassent largement les 600 000 tonnes.



Tableau 1 : LA PRODUCTION MONDIALE DE

CREVETTES MARINES D'ELEVAGE

(1987)

			Production (Tonnes)	Surfaces (Hectares)	Rendement Moyen (T/ha/an)
REGION	ASIE	PACIFIQUE	267.000	660.000	0,40
	CONTINENT AMERICAIN		70.000	131.000	0,53
	EUROPE		110	750	0,15
TOTAL			337.110	791.750	

1 - LA REGION ASIE - PACIFIQUE

## ETAT DU DEVELOPPEMENT DES ELEVAGES DE CREVETTES EN ASIE

En 1987, la production a été supérieure à 267.000 tonnes (Tableau 2). Les principaux producteurs sont la Chine, Taïwan et les Philippines.

### 1.1/CHINE

Si l'on se réfère aux statistiques disponibles, la République Populaire de Chine est actuellement le premier producteur mondial de crevettes d'élevage.

En 1987, sa production aurait été de 85 000 tonnes alors qu'elle n'était que de 43 000 tonnes en 1985 (75 % de "26-30", 10 % de "16-25", 15 % de "31-40"). D'autres chiffres indiquent 150.000 tonnes en 1987 et 200.000 tonnes en 1988.

L'espèce principale est *P.orientalis* (90 à 95 % de la production). Les fermes sont concentrées dans les provinces du Nord : LIAONING, SHANDONG, HEBEI. Du fait des conditions climatiques, elles ne peuvent procéder qu'à un seul cycle de production par an. Dans le Sud ( provinces de SHEJIANG, FUJIAN, GUANGDONG, GUANGXI), ce sont les espèces *P.penicillatus*, *P.merguiensis* et *Metapenaeus sp* qui prédominent.

Au départ, la technique était purement extensive, mais on assiste à une intensification progressive. Les rendements moyens qui étaient de 134 kg/ha/an en 1979 sont passés à 428 kg/ha en 1982, 714 kg/ha/an en 1985 et 971 kg/ha/an en 1986.

En 1979, il existait 100 fermes pour une surface de 7 200 ha alors qu'en 1986 on recense 3 300 fermes pour une surface de 80 000 ha et employant 40 000 personnes.

Les densités maintenant utilisées en élevage (*P.orientalis*) semi-intensif pilote sont de 15 à 20 animaux/m<sup>2</sup> atteignant 30 g de poids moyen en 4 mois. L'alimentation consiste en nourriture fraîche (mollusques, trash fish) complémentée par un aliment artificiel contenant : 35 % de farine de poissons du Pérou, 35 % de "Soybean Cake", 10 % de "Wheat flour", 15 % de "Corn-flour" et de "Wheat gluten" (liant), 5 % de "Shell powder". Certaines fermes

**Tableau 2 : PRODUCTION DE CREVETTES MARINES  
D'ELEVAGE DANS LA REGION  
ASIE - PACIFIQUE (1987)**

Pays	Production (1) (tonnes)	Surface en (1) élevage (ha)	Production escomptée à l'horizon 1995-2000 (tonnes)
CHINE (République Populaire)	85 000	220 000	200 000
TAIWAN	70 000	10 000	70 000 - 90 000
PHILIPPINES	30 000	40 000	60 000
INDE	20 000	43 000	40 000
VIETNAM	20 000	80 000	
THAÏLANDE	18 000	45 000	70 000
INDONESIE	15 000	150 000	40 000
BANGLADESH	5 000	70 000	5 000
JAPON	2 000	500	500
MALAISIE	1 000	1 000	
SRI-LANKA	500	-	
HAWAÏ	235	56	
NELLE-CALEDONIE	220 (2)	165	1 500
AUSTRALIE	60	350	
POLYNESIE FRSE	41 (2)	3	100
FIDJI	16	24	100
<b>T O T A L</b>	<b>267 072</b>	<b>660 098</b>	<b>497 200</b>

Rendement moyen en 1987 : 425 Kg/ha/an  
hors Taiwan : 310 Kg/ha/an

(1) Chiffres de 1987 sauf Inde et Indonésie (1986)

(2) Chiffres 1988

expérimentales produisent de 3,3 t/ha/an (TANGHAI Shrimp farm - TANGSHAN) à 8 t/ha/an (NANDAGANG State Shrimp farm - CANGSHOU). La limitation au développement et à l'intensification est principalement due à l'absence d'écloseries et d'aliments performants.

Les femelles gravides de *P.orientalis* sont achetées 4 \$ pièce aux pêcheurs et les technologies d'écloserie sont considérées comme secrètes mais certains visiteurs ont pu voir que l'on pratiquait l'épédonculation.

La Chine a des potentialités énormes : 200 à 300 000 hectares de sites favorables dans le Golfe de BOHAI par exemple. Les experts prévoient une production de 100 000 tonnes en 1990 avec 200 000 hectares en exploitation.

## 1.2/T A I W A N

C'est actuellement le deuxième producteur mondial, derrière la Chine.

En 1987, la production a été de 70 000 tonnes (60 000 tonnes en 1986), 30 000 tonnes ont été exportées principalement vers le Japon pour une valeur de 310 millions US \$. Il existe 5 000 fermes pour une superficie totale de 10 000 ha (5 % extensif, 10 % semi-intensif, 70 % intensif et 15 % super-intensif). L'essentiel de la production est assuré en élevage intensif et concerne *P.monodon*.

Dans le Sud de l'île, 2 à 2,5 récoltes par an sont possibles. L'élevage est pratiqué au sein de petites fermes familiales dans des bassins à paroi béton et fond de terre de 1 000 à 2 000 m<sup>2</sup>. Les densités au démarrage sont de 50 à 60 animaux par m<sup>2</sup>. En 4-5 mois, le poids moyen de 35-40 g est atteint. L'élevage se pratique à salinité basse (8-20 ‰) et les bassins sont aérés (Paddle-Whels) pendant les deux derniers mois de l'élevage. Les crevettes sont nourries principalement avec un aliment artificiel fabriqué par pressage avec injection de vapeur (il existe 40 fabriques à TAIWAN). Les taux de conversion sont en général inférieurs à 2. Chaque récolte peut produire de 8 à 15 tonnes/ha. La récolte est faite par des équipes spécialisées, équipées de sennes électriques qui se déplacent de ferme en ferme.

Dans le Nord de l'île, du fait des températures basses, une seule récolte de *P.monodon* peut être faite chaque année. En saison fraîche, *P.japonicus* et

*P. penicillatus* sont élevées. En 1986, 8 000 tonnes de *P. penicillatus* ont été produites. Ce développement foudroyant de l'aquaculture à TAIWAN est actuellement freiné par plusieurs problèmes :

- L'approvisionnement en post-larves : il existe à TAIWAN 1 500 à 2 000 écloseries souvent très artisanales qui ont produit en 1987 4,5 milliards de post-larves. La maturation en captivité de *P. monodon* n'est pas pratiquée. Les femelles gravides sauvages sont de plus en plus rares à TAIWAN, et l'approvisionnement à partir des Philippines et d'Indonésie n'est plus possible légalement car ces pays ont progressivement interdits l'exportation des géniteurs. Seule la Thaïlande (80 US \$ pour une femelle) continue à exporter et il s'est établi un trafic illégal avec les autres pays.
- La compétition agriculture-urbanisme-aquaculture : la compétition entre l'agriculture et l'aquaculture pour les ressources en eau. Les pompages dans la nappe destinés à abaisser la salinité des élevages ont entraîné à certains endroits des affaissements de terrains ou des rentrées d'eau salée ou encore ont abouti à des tarissements.
- L'augmentation des coûts de main-d'oeuvre (400 \$/mois), qui situe TAIWAN au-dessus de bon nombre de pays d'Asie ou même d'Amérique latine, entraîne donc des coûts de production élevés.
- L'apparition récente de "maladies" avec des mortalités massives a entraîné la fermeture de plusieurs fermes. De nombreux experts ont étudié le problème et de multiples hypothèses ont été envisagées : (i) : présence du virus MBV, (ii) : algues bleues toxiques, (iii) : faiblesse des post-larves "maternées" excessivement en écloserie et résistant mal ensuite aux conditions d'élevage des bassins de grossissement. Ces hypothèses apparaissent toutefois suspectes : le problème n'apparaît qu'au bout de deux mois d'élevage et dans de vieux bassins. En fait, cette "maladie" semble principalement liée aux conditions d'élevage : surcharge en matière organique des fonds de bassin, épuisement rapide de la productivité naturelle du bassin révélant les carences de l'aliment. Cette explication, d'ordre nutritionnel, est confortée par le fait qu'à la même époque certaines fabriques d'aliment, pour diminuer le coût de

production, modifiaient les formules et faisaient un usage abusif des "feed-extender".

- La concurrence des autres pays producteurs et la pénétration difficile de *P.monodon* sur le marché américain.

A ces contraintes, TAIWAN réagit par une politique axée sur :

- La diversification : quoique son taux de croissance soit inférieur à celui de *P.monodon* (20 g en 4 mois au lieu de 40 g), *P.penicillatus* apparaît comme une bonne espèce d'élevage car elle supporte des températures plus fraîches et ne nécessite pas d'eau déssalée. Plus proche de la "White shrimp", elle est mieux acceptée sur le marché américain et enfin elle mature beaucoup plus facilement en captivité que *P.monodon*.
- La production de gros animaux permettant de se démarquer des productions d'Amérique latine.

Dans ces conditions il est probable que le taux de progression va stagner et certains entrepreneurs taiwanais pensent qu'il est grandement temps de rechercher des "joints-ventures" à l'extérieur du pays tout en continuant à diversifier la production.

### 1.3/ P H I L I P P I N E S

En 1987, la production a été de 30 000 tonnes (*P.monodon* et *P.indicus* pour la plus grande part) pour une superficie de 40 000 hectares.

En 1980, la production était de 1 700 tonnes. Durant la même période, les exportations sont passées de 3 à 11 000 tonnes. Cette percée soudaine est due au support de l'état et aux investisseurs privés.

51 % des fermes sont de type extensif, 45 % semi-intensif et 4 % intensif. 40 % des fermes sont localisées à LUZON, 35 % dans les Iles VISAYAS et 25 % sur l'île de MINDANAO.

Elevage extensif : Les bassins font de 2 à 20 hectares (taille moyenne 5 hectares) et sont caractérisés par une faible hauteur d'eau et un renouvellement épisodique. La polyculture y est pratiquée. L'alevinage se fait aux densités (par hectare) de 2 000 à 6 000 PL 30 de *P.monodon*,

20 000 à 30 000 *P.indicus*, 500 à 2 000 alevins de *C.chanos*. La survie, en ce qui concerne les crevettes, est en général inférieure à 50 % et les rendements varient entre 100 et 300 kg/ha. Pas d'alimentation artificielle.

Elevage semi-intensif : On y pratique l'élevage associé *P.monodon* (20 000 - 50 000 animaux/ha), *P.indicus* (50 000 - 100 000 animaux/ha). La nourriture naturelle est complétée par un apport de déchets de poissons ou d'aliment artificiel fabriqué localement. Les survies en fin d'élevage sont en moyenne de 70 à 80 % pour *P.monodon* et 60 - 70 % pour *P.indicus*. Les rendements varient entre 2,5 et 3 tonnes/ha/an (2,5 productions).

L'élevage semi-intensif est actuellement en cours de progression.

Elevage intensif : Il concerne une minorité des exploitations car les investissements élevés nécessaires n'ont pu être supportés que par quelques importantes entreprises privées. Les espèces élevées sont *P.monodon* mais quelques tentatives ont été faites avec *P.indicus* et *P.merguensis*.

La technique dérive de celle utilisée à TAIWAN. Les bassins font de 2 500 à 10 000 m<sup>2</sup> (murs de béton et fond de terre - hauteur d'eau 1,1 m). Les densités sont de 100 000 à 200 000 PL 20-30/hectare. Les animaux atteignent la taille commerciale (30-40 g) en 4 mois. Les rendements sont de 12 tonnes par hectare et par an. L'utilisation de l'alimentation artificielle est généralisée et en 1987, 2 500 tonnes d'aliment ont été utilisées.

Il existe actuellement 115 écloséries aux Philippines (PANAG, LUZON), 20 % sont de grande capacité (plus de 100 m<sup>3</sup> d'élevage larvaire), 50 % de capacité moyenne (de 30 à 100 m<sup>3</sup> d'élevage larvaire), le reste de petite capacité. La plupart de ces écloséries ne contrôle pas la maturation en captivité et est donc dépendante de l'approvisionnement en femelles gravides. (En 1984, une femelle pouvait se négocier jusqu'à 1 200 US \$).



La production de post-larves est insuffisante et constitue un frein au développement.

Un autre problème rencontré récemment, lié dans la majorité des cas à l'intensification, est la "maladie" du "Soft-shelling" observée en grossissement. De nombreuses causes ont été avancées (pesticides, virus, bactéries). En fait, il semble qu'elle soit liée à des problèmes d'ordre nutritionnel (l'intensification entraînant un épuisement rapide de la productivité du bassin révélant les carences de l'aliment artificiel).

D'autre part, la qualité du conditionnement est souvent faible entraînant parfois un rejet du produit à l'exportation.

Il existe 200 000 hectares de surface potentielle inexploitée.

#### 1.4/ I N D E

En 1986, la production a été de 20 000 tonnes, *P.monodon* représentant 50 % des récoltes. La même année on comptait 43 000 ha en production (50 000 en 1987). La province du Bengale Ouest (25 000 ha en élevage de *P.monodon*) produit, à elle seule 10 000 tonnes. Les autres provinces concernées sont KERALA (6 000 ha), KERNATAKA et GOA (8 000 ha - 60-70 % de production de *Metapenaeus dobsoni* ; 20-30 % de *P.indicus* et *P. merguensis*), ORISSA et ANDHRA PRADESH.

Le développement de l'élevage au Bengale Ouest est favorisé par la présence, en abondance, de post-larves de *P.monodon* dans les estuaires du HUGLI MATLA. De plus, les marées de forte amplitude (5 m) et les apports importants d'eau douce créent des conditions hydrologiques favorables à l'élevage (basse salinité, renouvellement en eau par la marée).

En ORISSA, les conditions sont différentes : les fermes sont concentrées à la périphérie du CHILKA LAKE, étendue saumâtre de 1 163 km<sup>2</sup>, qui constitue le réservoir à post-larves. La majorité des fermes est dans des conditions hydrauliques précaires : pas d'apport d'eau salée (que ce soit par la marée ou par pompage). Ce sont les eaux de pluie, après avoir ruisselé sur les sols salés, qui constituent l'apport d'eau saumâtre.

Dans toutes les provinces, la production est principalement de type extensif (200 à 500 kg/ha/an), avec dans certains cas un apport de nourriture

complémentaire constituée principalement d'escargots récoltés dans les rizières. Trois écloseries seulement fonctionnent (deux gouvernementales, une privée : Hindustan Lever).

Le gouvernement indien à travers le MPEDA (Marine Products Export Development Authority), a entamé un programme d'intensification dont la première étape est la construction d'écloseries (consultants, FA, AQUATIC FARMS). Les surfaces exploitables en eau saumâtre seraient de 900 000 hectares.

#### 1.5./ VIETNAM

La production 1988 du VIETNAM aurait été de 20.000 tonnes, mais il n'est pas certain que ce tonnage représente uniquement la production de crevettes marines, le VIETNAM étant aussi producteur de crevettes d'eau douce. Toutefois, il existe de grands projets de développement dans ce pays. Une société Australienne (LOBANA) investit actuellement dans un joint-venture avec la société Vietnamiennne Sea Products Export Corporation (Seaprodex) ; la somme totale s'élève à 100 millions de US \$ destinés à construire 1.200 ha de bassins d'élevage dans plusieurs provinces côtières. La Société en joint-venture construira également des usines d'aliment et 4 écloseries. Dans la province de Mink Hai, une ferme d'élevage est en construction sur 1.000 ha en joint-venture avec l'Union-Soviétique, Singapour et Nam Can Sea Product Enterprise de Mink Hai. En construction également une ferme de 100 ha dans le district de Ngoc Hien, une écloserie de capacité 50 Millions de post-larves par an et une usine d'aliment. A l'heure actuelle, le VIETNAM consacrerait 277.000 hectares de marécages cotiers en développement de l'aquaculture.

#### 1.6/ T H A I L A N D E

Avec ses 2 625 km de côte la Thaïlande s'est tournée vers l'aquaculture tant dans les lagunes que dans les mangroves. A l'intérieur, le drainage des canaux d'eau douce a permis un développement important de l'élevage des

*Macrobrachium*. Les espèces les plus utilisées sont *P.monodon*, *P.merguensis* et *M.rosenbergii*.

En 1987, la Thaïlande a exporté 33 500 tonnes, (18 000 tonnes proviendraient de l'élevage de *P.monodon* et *P.merguensis*). Elle a retiré l'équivalent de plus de 200 millions de US \$, soit le quart de la valeur de ses exportations de riz la même année.

En 1979, on comptait en Thaïlande 3 378 fermes de crustacés couvrant 25 000 ha. En 1986, le nombre de ces exploitations avait atteint le chiffre de 5 300 pour une superficie aménagée de 45 000 ha. Elles font vivre 30 à 35 000 personnes. L'exploitation de type familial reste la règle. Elle consiste à faire alterner sur les mêmes terres en eau de mer la culture du riz et l'élevage des crustacés. Ce type d'élevage traditionnel extensif (250 kg/ha/an) fait peu à peu place à l'élevage semi-intensif.

Le sixième plan quinquennal (84 millions US \$) couvrant les années 1987-1991 prévoit d'atteindre un niveau de production de 70 000 tonnes de crevettes par an dont les trois cinquièmes proviendront de l'élevage et de générer ainsi un revenu à l'exportation de plus de 500 millions de US \$. En particulier, il est prévu l'ouverture de 6 500 hectares sur les côtes de TRAT, CHONTHABURI, SONGKLA et SURAT THANI.

Le sixième plan prévoit aussi le développement d'écloseries. Il existe actuellement 68 écloseries travaillant à partir de femelles gravides. Le gouvernement construit actuellement 5 nouvelles écloseries (30 M PL/an) et prévoit d'accorder des crédits pour 17 écloseries privées d'une capacité totale de 270 millions PL/an.

Le programme de développement est axé sur les crevettes blanches (*P.merguensis* principalement) car elles sont mieux acceptées sur les marchés occidentaux. Il est aussi prévu une intensification progressive de la production pour arriver en fin de plan à des rendements de 3,5 tonnes/ha/an sur 32 000 hectares.

En 1988, la Thaïlande a produit 45.000 tonnes mais les prix ont chuté énormément.

## 1.7/ I N D O N E S I E

En 1986, pour une production globale de 31 600 tonnes (valeur 259 millions US \$), la part de l'aquaculture s'est élevée à 15 000 tonnes (Java : 59,4 % - Sulawesi : 23,3 % - Sumatra 17,3 %). Il existe plus de 150 000 hectares consacrés à la polyculture ("Tambaks") de gestion de type extensif (100-200 kg de crevettes *P.monodon*, *P.merguensis*/ha/récolte - 2 récoltes par an) associée avec la production de milk-fish (*Chanos chanos*).

Le gouvernement indonésien a entamé une politique d'intensification prévoyant notamment la création de 3 centres de formation aux techniques d'élevage de la crevette et de 350 écloseries. L'objectif de création de 350 écloseries est apparu rapidement comme difficile à atteindre, les sites disponibles en Indonésie étant limités. En 1986, 270 millions de post-larves ont été produites par les écloseries (dont 120 millions par l'écloserie FEGAMARIKULTURA, construite et assistée par le groupe F.A./IFREMER).

En 1986, 130 autorisations pour la construction d'écloseries avaient été accordées, 60 sont en opération en 1987 et moins de 10 produisent plus de 3 millions de post-larves par mois, alors que la demande est estimée en 1987 à 2 milliards. La récolte dans le milieu naturel stagne et seulement 500 millions ont été capturées en 1986. Cette pénurie a entraîné un retard dans l'intensification : seulement la moitié des surfaces disponibles a pu êtreensemencée. En 1987, la moyenne des rendements des meilleures fermes (côte Nord de Java) était d'une tonne/ha/an, les autres 300-500 kg. D'autre part, la même année, il n'existait que 400 hectares d'élevage semi-intensif. Les rendements sont de 2 à 6 tonnes/ha/récolte (2 récoltes par an). Les coûts de production étant faibles, les retours financiers sont importants : 1 600 US \$ /ha/an pour les "Tambaks" extensifs traditionnels, 50 000 \$/ha/an pour les élevages de type semi-intensif. Une fois les problèmes d'approvisionnement en post-larves et en aliment de qualité résolus, le développement devrait s'accélérer.

## 1.8/ B A N G L A D E S H

Il existerait en 1987 70 000 hectares répartis entre 3 000 fermes (20 000 hectares en 1980). En 1987, la production aurait été de 5 000 tonnes. L'élevage est de type extensif (80-100 kg/ha/an). L'espèce principalement élevée est *P.monodon*. Les coûts de production sont particulièrement bas (2 \$/kg pour les *P.monodon* de 30-40 g). Il existe une éclosérie privée et une autre en projet (financement A.D.B).

## 1.9/ J A P O N

Le Japon a produit en 1987 2 000 tonnes de *P.japonicus*. 100 fermes existent couvrant une surface totale de 500 hectares. 100 écloséries seraient aussi en fonctionnement. Trois types d'élevage existent :

- semi-intensif (40 % des fermes) : principalement sur l'île de SETO, l'élevage se pratiquant en bassins de terre dont le renouvellement en eau est assuré par la marée.
- intensif (50 %) : KAGOSHIMA. Bassins de 1 000 m<sup>2</sup> à double fond de sable drainé (1,5 m de hauteur d'eau) avec aération et/ou circulation de l'eau (par "Waterfan" et "Paddle-wheel").

Les fermes sont de taille moyenne : la plus grande de type semi-intensif couvre 30 ha, la moyenne étant de 4-10 ha, les plus petites (super-intensives) travaillent sur 1 ha. La gestion est en général de type familial. La nourriture est constituée d'aliment composé avec un complément de nourriture fraîche (krill et moules). En système intensif, les rendements sont de 4 à 5 tonnes/ha/an. Certaines fermes stabulent en hiver les animaux à 2° C par apport d'eau réchauffée (effluents de centrale thermique) pour pouvoir les commercialiser au moment où le marché est le plus porteur, jusqu'à 100 \$ par kg. Mais ce marché spécifique est très ponctuel. Les prix pouvant varier entre 10 et 100 \$/kg. Les coûts de production se décomposeraient comme suit :

nourriture	: 35 %
main-d'oeuvre	: 20 %
location du terrain	: 8 %
entretien, marketing, divers	: 15 %

Les postes énergie et achat de post-larves ne sont pas précisés.

Des problèmes pathologiques auraient affecté les dernières productions (*Baculovirus* en élevage larvaire, *Vibrio* en grossissement).

Le marché de *P. japonicus* est bien particulier basé sur la vente d'animaux vivants dans les restaurants : il est relativement fermé de façon à maintenir les prix et le développement restera de faible ampleur.

#### 1.10/ M A L A I S I E

La superficie en élevage en 1987 est de 1 000 hectares. La production aurait été de 1 000 à 3 000 tonnes en 1987 (?). L'espèce principalement élevée est *P.monodon* en mélange avec *P.indicus* et *P.merguensis*. 560 fermes, dont seulement 10 à 15 font plus de 50 hectares, sont réparties dans les états de JOHOR et SABAH. Les élevages sont de type extensif avec une tendance récente à l'intensification. Avec des résultats expérimentaux de 1 à 8 tonnes/ha/an. Il existe 23 écloséries dont la majorité ne contrôle pas la maturation en captivité.

#### 1.11/ S R I - L A N K A

Il existe 120 000 hectares et terrains littoraux marécageux disponibles pour l'élevage des crevettes. Les régions les plus favorables étant celles situées entre NEGOMBO et MAMNAR sur la côte Ouest, dans la région de BATTICELOA sur la côte Est et dans la région d'HANBARTOTA sur la côte Sud.

La production actuelle est encore faible, de l'ordre de 500 tonnes en 1986 mais les sociétés privées prévoient des développements importants dans les années à venir.

#### 1.12/ HAWAII

Hawaii est une des rares îles du Pacifique à posséder une tradition aquacole (Pisciculture extensive) établie bien avant l'arrivée des occidentaux.

Les élevages de crustacés (*Macrobrachium*) ont démarré en 1974. En 1980, les premières installations de production de crevettes marines ont vu le jour. Les espèces élevées sont *P.monodon*, *P.vannamei* et *P.stylirostris*. Les post-larves sont produites à partir de géniteurs captifs et le grossissement est de type semi-intensif à super-intensif. Certains bassins expérimentaux donnent 12 à 20 tonnes par hectare et par an, mais la seule ferme super-intensive commerciale a été obligé de fermer en 1987 à la suite d'une infestation de type viral. Le gros de la production est fait en mode semi-intensif. En 1987, 235 tonnes ont été récoltées sur 56 hectares de bassins.

### 1.13/ NOUVELLE - CALEDONIE

Le développement de l'aquaculture en Nouvelle-Calédonie résulte des travaux de recherche menés au C.O.P (équipe AQUACOP) depuis 1973, et à la Station d'Aquaculture de Saint-Vincent du groupe IFREMER - FRANCE-AQUACULTURE. Le problème principal est qu'il n'existe pas en Nouvelle-Calédonie d'espèces natives d'intérêt commercial. La maîtrise parfaite de la constitution des stocks de reproducteurs et de la maturation en captivité était donc la condition sine qua non du développement. Les travaux des équipes IFREMER-F.A ont débouché sur la mise au point de techniques appropriées. Après le passage au crible de différentes espèces, c'est l'espèce *P.stylirostris* qui a été retenue car elle supporte bien les températures fraîches (19-21°C) liées à l'hiver austral relativement marqué sur l'île. En 1988, il existe 200 hectares en production. La principale ferme est la ferme SODACAL qui compte 135 hectares de bassins et une éclosérie de production de capacité de 75 millions de post-larves par an.

Une usine d'aliment (SICA - BOULOUPARIS) assure la fabrication des aliments nécessaires à partir des formules mises au point au C.O.P. Une unité de conditionnement a été créée à NOUMEA. L'élevage est de type semi-intensif (2 à 3 tonnes par hectare et par an). En 1988, 220 tonnes ont été commercialisées sur le marché local mais aussi sur les marchés Australiens et Japonais.

4 000 hectares sont disponibles pour le développement futur.

Le principal problème reste les coûts de production élevés du fait de l'éloignement géographique de l'île et de la cherté de la main-d'oeuvre (par rapport à d'autres pays du Sud-Est Asiatique). La diminution de ces coûts passera par l'intensification.

#### 1.14/ A U S T R A L I E

L'Australie s'est lancée récemment dans l'aquaculture. Il existe de nombreux sites sur la côte Est (New-South Walles et Queensland). Les espèces élevées, présentes dans le milieu naturel sont *P.monodon* (rare), *M.macleayi*, *P.merguiensis*, *P.plebejus*.

Il existe actuellement 40 fermes (350 hectares en production) et 4 écloséries. 75 % des fermes sont de type extensif, 25 % de type semi-intensif. En 1987, la production a été de 60 tonnes. Des projets grandioses sont en gestation (ferme de 3 000 hectares au Queensland pour le compte d'une entreprise privée) mais les freins au développement sont nombreux :

- Attentisme des autorités échaudées par de nombreux projets que l'on pourrait qualifier de surréalistes.
- Interdiction d'introduire de nouvelles espèces.
- Coûts de production élevés.
- Manque de savoir-faire.

#### 1.15/ P O L Y N E S I E F R A N C A I S E

Le contexte de ce Territoire est très particulier : la Polynésie constituée d'îles hautes et d'atolls offre peu de sites favorables à l'élevage. D'autre part, la maîtrise du foncier est difficile et les coûts très élevés. Les eaux sont peu productives et à caractéristique océanique. L'absence de plateau continental et l'éloignement de ces archipels des grands continents font qu'il n'existe pas en Polynésie de crevettes péneïdés d'intérêt commercial. Le Centre Océanologique de l'IFREMER travaille depuis sa création sur la sélection des espèces susceptibles de développement. Il a mis au point une technique de production adaptée au contexte polynésien : constitution de stocks de reproducteurs captifs,



contrôle de la reproduction en captivité, technique de grossissement super-intensif. Après plus de 10 ans de recherche qui ont permis de sélectionner les espèces (*P.vannamei*, *P.stylirostris*, *P.monodon*, *P.indicus*) et de mettre au point leur technique d'élevage (ces techniques ont d'ailleurs été largement transférées à l'étranger (Amérique latine, Asie), les premières fermes commerciales ont vu le jour en 1986 en Polynésie. En 1988, il existe 3 fermes super-intensives de 1 hectare chacune. Deux ont été achevées au cours du 1er semestre 1988. La ferme SOPOMER (10 bassins de 1 000 m<sup>2</sup> à parois béton et fond de terre compactée) a produit plus de 20 tonnes sur 12 mois (septembre 1987 - août 1988). En 1988, la production du Territoire a été de 41 tonnes. Les espèces élevées dans ces fermes commerciales sont *P.vannamei* et *P.stylirostris*. L'ensemencement se fait à partir de PL 5 ou de PL 30 à raison de 100 à 120 individus par m<sup>2</sup>. La récolte se fait après 6 mois d'élevage. Les poids moyens sont de 18 à 20 g et chaque bassin de 1 000 m<sup>2</sup> produit plus d'une tonne, les rendements oscillent entre 17 et 25 tonnes/ha/an. (Les taux de conversion sont de 2 à 3). Les bassins sont oxygénés par des systèmes Aire 02 à raison de 2 à 4 CV par bassin. Les crevettes sont commercialisées en frais ou congelées sur le marché local à environ 20 \$/kg.

Actuellement, les post-larves sont produites par l'écloserie expérimentale du C.O.P. dont la capacité est limitée à 10 millions de PL/an. En 1989, le Territoire de la Polynésie Française construira une écloserie polyvalente de capacité 20 millions PL 5 par an qui prendra le relais de la production du C.O.P..

L'aliment est fabriqué par "l'Huilerie de Tahiti" à partir des formules mises au point par AQUACOP. L'Huilerie de Tahiti qui fournit aussi les fermes de grossissement de *Macrobrachium*, a produit près de 100 tonnes d'aliment pour crustacés en 1988.

Le marché local de Polynésie est évalué à 150-200 tonnes par an et devrait être satisfait dans les années 1990-1992.

Les problèmes rencontrés en Polynésie sont :

- Absence de géniteurs dans le milieu naturel : l'écloserie du C.O.P. assure une production en masse de post-larves à partir de géniteurs captifs des différentes espèces, de 10ème génération.
- Coûts de production élevés (salaire minimum en Polynésie - charges comprises - 800 \$ par mois - coût de l'énergie électrique exorbitant : 0,25 \$ le KW/H).
- Pas d'incitation particulière pour les promoteurs (seulement le code des investissements qui accorde entre 10 et 30 % de subvention).
- Nécessité de production en système super-intensif liée principalement au peu de terrains disponibles en bord de mer à un coût acceptable.

Actuellement en Polynésie, les coûts de production sont d'environ 16 \$/kg, les principaux postes étant la main-d'oeuvre, l'énergie et les amortissements (600 000 \$ d'investissement pour une ferme d'un hectare).

#### 1.15/ F I J I

Un projet d'élevage a été implanté à Fiji au début des années 1980, dans le cadre d'une coopération Franco-Fijienne. 24 hectares de bassins et une écloserie de capacité 5-8 millions de post-larves par an ont été construits près de Lautoka. L'espèce choisie était à l'origine *P.monodon*, *P.stylirostris* a ensuite été testée car elle grossit mieux durant la saison fraîche bien marquée (température 19 à 23°C). Le principal problème rencontré est l'acidité des fonds de bassin construits sur la mangrove. Toutefois une technique de gestion des bassins par assec et lessivage permet en grande partie de minimiser l'acidification. D'autre part, *P.stylirostris*, espèce non fouisseuse supporte beaucoup mieux les pH bas que *P.monodon*. L'élevage est de type semi-intensif, l'aliment artificiel est importé de Nouvelle-Calédonie. En 1987, la production a été de 16 tonnes. Une extension du projet à 150 hectares avait été initialement prévue dans le contexte actuel. Il n'est pas certain qu'elle soit réalisée.

## 1.16/ C O N C L U S I O N

En 1987, la production de la région Asie a été de 267 000 tonnes pour une surface d'environ 660.000 hectares. Ces chiffres sont toutefois sujets à caution dans la mesure où ils sont variables selon les sources. Les causes de l'imprécision sont multiples :

- Des statistiques différenciant mal les parts respectives des pêcheries et de l'aquaculture.
- La confusion souvent rencontrée entre crevettes pénaeides ou métapenaeides et *Macrobrachium*. En particulier les statistiques de production du VIET-NAM (en 1987 : 20 000 tonnes) sont sujettes à caution car elles doivent représenter uniquement la production de *Macrobrachium*.
- La surévaluation (souvent volontaire) des résultats. En particulier les données concernant la Chine douteuses car peu vérifiables (la majorité de la production serait consommée localement...). L'imprécision est grande : de 80.000 tonnes à 150.000 tonnes selon les sources.
- La sous-évaluation (souvent volontaire aussi), exemple TAIWAN : la production déclarée est de 70 000 tonnes mais certains experts pensent que ce chiffre est sous-évalué et que la production réelle serait de 90 000 tonnes, une bonne partie de la production étant vendue "au noir" pour échapper à l'impôt.

Que peut représenter à l'horizon 2 000 l'évolution de la production dans la région Asie ?

- . Chine : les 300 000 hectares du Golfe de BOHAI laissent prévoir des productions de 100 000 tonnes en 1990 et 200 000 tonnes en 2 000.
- . Taïwan : les différents problèmes rencontrés depuis peu à Taïwan laissent penser que la production restera constante : les coûts de production augmentent, la compétition inter-activité s'exacerbe, et les problèmes d'approvisionnement en post-larves et pathologiques s'amplifient. La "super-intensification" devrait se généraliser mais beaucoup d'entreprises moins performantes devraient disparaître. Il ne devrait en rester que 3 000 en 1995.

- . Philippines : 200 000 hectares sont disponibles et la volonté du gouvernement et d'entreprises privées puissantes constituent un atout pour le développement. La production pourrait doubler à l'horizon 1995.
- . Indes : 900 000 hectares sont disponibles. Le gouvernement a manifesté une volonté de développement et d'intensification mais qui sera sans doute difficile à mettre en oeuvre dans les 5 ou 7 ans à venir. Il est toutefois possible que la production double d'ici 1995.
- . Thaïlande : le 6ème plan quinquennal (1987-1991) prévoit d'atteindre un niveau de production de 70 000 tonnes.
- . Indonésie : 150 000 hectares existent et un programme d'intensification a été entamé (construction d'écloseries notamment) dont le but est d'atteindre des rendements d'une tonne par hectare et par an. On peut raisonnablement penser que la production de l'Indonésie devrait atteindre 40 000 tonnes en 1995 (de nombreux groupes privés appuyant l'action du gouvernement).
- . Bangladesh : il existe 70 000 hectares. A moyen terme, les possibilités d'intensification semblent problématiques.
- . Japon : la production japonaise, essentiellement axée sur la fourniture d'animaux vendus vivants restera sans doute stable car ce produit, de haute valeur, mais visant une clientèle très spécifique a des débouchés limités (5-7 tonnes par jour saturent le marché de TOKYO).
- . Malaisie : les surfaces exploitées sont actuellement de 1 000 hectares. Les possibilités d'extension ne sont pas connues.
- . Sri-Lanka : les surfaces disponibles sont importantes (120 000 hectares) et le gouvernement a entamé avec l'A.D.B une politique de développement. Il n'est pas certain qu'elle puisse déboucher à moyen terme.
- . Nouvelle-Calédonie : 4 000 hectares sont disponibles pour le développement qui dépendra de l'évolution des coûts de production et de la concurrence internationale.
- . Australie : les projets sont nombreux mais le développement est entravé par les barrages précédemment cités (absence d'aide gouvernementale spécifique pour les investisseurs, interdiction d'introduction d'espèces, coûts de production

élevés, manque de savoir-faire. A moyen terme, l'Australie ne semble pas pouvoir concurrencer les pays producteurs du Sud-Est Asiatique.

- . Polynésie Française : l'objectif est à moyen terme la satisfaction du marché local. Le dispositif existant pourra à pleine puissance produire 60 tonnes par an dès 1989 - 1990. L'objectif de 100 tonnes pourrait être atteint en 1995 à condition que de nouvelles fermes se construisent.

A l'horizon 1995 - 2000, la production de la Région Asie pourrait dépasser 500 000 tonnes.

2) - CONTINENT AMERICAIN

## LE CONTINENT AMERICAIN

Contrairement à l'Asie, l'élevage de la crevette est une activité récente sur le Continent Latino-Américain. Elle daterait des années 1965 et serait due presque au hasard. En Equateur, dans la province de MACHALA, à la suite d'une grande marée intempestive, l'eau de mer envahit une plantation, des mares saumâtres se créent et le propriétaire est tout étonné d'y récolter quelques mois plus tard de fort belles crevettes. Moins de 25 ans après, l'Equateur est le 3ème producteur mondial de crevettes d'élevage. Un faisceau de conditions favorables a favorisé ce développement :

- Présence d'espèces commercialement intéressantes et adaptées à l'élevage : *P.vannamei* et *P.stylirostris*.
- Abondance de zones saumâtres de mangrove, véritables nurseries naturelles, où peuvent être capturés les juvéniles.
- Abondance des sites ("pampas salitrosas").
- Crise de la banane qui a incité la reconversion de riches planteurs.
- Absence de réglementation (du moins, au début de la phase de démarrage).
- Proximité de l'énorme marché Nord-Américain.
- Conditions socio-économiques favorables.

Ce développement est exemplaire à plus d'un titre, car il s'est fait, tout au moins dans la première phase, sans incitation gouvernementale particulière et sans soutien scientifique.

En 1987, la production du continent américain a été de près de 70.000 tonnes (Tableau 3)

**Tableau 3 : PRODUCTION DE CREVETTES MARINES  
D'ELEVAGE SUR LE CONTINENT AMERICAIN (1987)**

Pays	Production (1) (tonnes)	Surface en élevage (1) (hectares)
EQUATEUR	60 500	110 000
PEROU	1 583	2 296
HONDURAS	1 500	1 760
PANAMA	1 300	2 500
MEXIQUE	1 100	7 500
BRESIL	1 000	3 200
COLOMBIE	1 000	655
ETATS-UNIS (Hawaii non inclus)	700	400-500
CUBA	570	700
GUATEMALA	260	936
REP. DOMINICAINE	83	94
VENEZUELA	50	300
EL SALVADOR	41	97
COSTA-RICA	30	300
<b>T O T A L</b>	<b>69 717</b>	<b>130 800</b>

(1) : Chiffres 1987, sauf Honduras, Panama, Pérou (1986) République Dominicaine (1985), et Cuba (1988)



## 2.1) L'EQUATEUR

En 1987, la production a été de 40 500 tonnes de queues de crevettes représentant 60 500 tonnes de crevettes entières dont 96 % proviennent de l'aquaculture (principalement *P. vannamei*). Le chiffre d'affaires est de 400 millions de US \$ pour une surface totale de fermes de 110 000 hectares. La quasi-totalité de la production est exportée vers les Etats-Unis (queues congelées), une petite partie (680 tonnes en 1987) étant toutefois commercialisée "head-on" sur le marché européen (Espagne, Allemagne, Hollande). L'Equateur a dépassé le Mexique (crevettes de pêche) et est devenu le premier fournisseur du marché américain.

La technique de grossissement : l'espèce principalement élevée est *P. vannamei*, beaucoup plus performante en élevage dans les conditions équatoriennes, que *P. stylirostris*. Il existe actuellement environ 1 300 fermes qui doivent employer entre 10 000 et 20 000 personnes (provinces de Machala, El Oro, Guayas, Manabi).

La technique est de type extensif à semi-intensif. En général, l'élevage se décompose en deux phases : une phase de prégrossissement qui dure de 35 à 45 jours. Elle se pratique à des densités de 50 à 100 PL5-10 par m<sup>2</sup> et produit des animaux de 0,8 à 1,5 g de poids moyen avec des survies de 50 à 80 %. La deuxième phase dure de 4 à 5 mois à des densités de 4 à 10 animaux par m<sup>2</sup>. Le poids moyen obtenu est de 18 à 20 g (survie de 60 à 80 %) et de 2 à 2,8 récoltes sont pratiquées chaque année.

La majorité des fermes travaille selon des techniques peu adaptées à l'intensification : la pratique de l'assec et du labour des fonds de bassins est quasiment inconnue (sauf exception). L'aliment n'est distribué qu'une fois par jour et souvent stocké dans des conditions peu propices à une bonne conservation. Les renouvellements en eau sont souvent insuffisants et la grande surface unitaire des bassins d'élevage (13-20 hectares et jusqu'à 100 ha !) rend difficile le contrôle de la qualité de l'eau. D'autre part la concentration des fermes dans certaines zones entraîne une eutrophisation progressive des eaux des "esteros" où s'effectue le pompage.

Tout ceci explique que les rendements moyens n'aient pas significativement augmenté depuis dix ans (400 à 600 kg-"head-on"/ha/an). L'augmentation de la production totale du pays (18 000 tonnes en 1980) sur la période est en fait due à l'accroissement des surfaces mises en élevage, lié à une meilleure disponibilité en post-larves.

L'approvisionnement en post-larves : l'activité aquacole a démarré plus de 15 ans avant la construction de la première éclosérie. Si elle a été, selon la tradition, le fruit du hasard, il est vite apparu que l'approvisionnement en post-larves était la condition "sine qua non" du développement. Le ramassage des post-larves ou juvéniles, dans le milieu naturel s'est rapidement organisé et il semble que la technique ait été copiée sur celle utilisée en Asie (il existe une similitude frappante entre le chayo équatorien, filet triangulaire servant à la récolte des post-larves et son homologue indonésien). L'abondance des post-larves est liée aux conditions climatiques et, en particulier, à la température de l'eau de mer. La période la plus favorable s'étale, en général de Décembre à Avril mais au cours de certaines années exceptionnelles où se manifeste le courant chaud "El niño" (1983-1987), la collecte peut être pratiquée quasiment toute l'année. Les animaux sont récoltés dans les esteros, bras d'eau de mer s'enfonçant dans la mangrove et certaines fermes ont même construit des "semilleros", petits canaux creusés perpendiculairement aux esteros et faisant office de nourrisseries naturelles. En 1987, année d'abondance exceptionnelle cette activité aurait employé plus de 90 000 personnes. Les prix sont très variables et dépendent de l'offre et de la demande. Ils varient entre 300 et 1 800 sucres/1 000 (pour *P. vannamei*) (1 US \$ = 450 sucres : Mars 88)

Les écloséries : Les producteurs entrepreneurs ont vite mesuré la limite de l'approvisionnement à partir de juvéniles sauvages. La première éclosérie fut construite en Equateur en 1979 : Eclosérie SEMACUA dont la conception et l'assistance technique ont été assurées par le Groupe F.A.-AQUACOP (CNEXO puis IFREMER). La pénurie de post-larves sauvages des années 1984-1986 a accéléré le développement. Il existe actuellement 100 projets d'éclosérie en Equateur et SEMACUA a servi de modèle à bon nombre d'entre elles : 77 sont en production, 14 en construction et 9 ont déjà fermé. Les techniques de maturation en captivité et d'insémination artificielle mises au point par AQUACOP sont maintenant largement utilisées et 60 % des nauplii utilisés en élevage larvaire seraient produits à partir de géniteurs captifs, le reste

provenant de femelles gravides pêchées en mer. L'élevage larvaire est fait à haute densité (100 à 120 nauplii par litre). A la séquence alimentaire classique (algues, nauplii d'*Artémia*) se substitue de plus en plus une technique utilisant des microparticules inertes. Plusieurs fabricants existent actuellement sur le marché : FRIPPAK (U.K.), NIPPAI (Japon), ARTEMIA SYSTEM (Belgique), FRANCE-AQUACULTURE. L'utilisation des antibiotiques est généralisée (furazolidone, chloramphénicol). En fin d'élevage (PL4-PL10) la survie est de 60 à 85 %. Les post-larves après acclimatation aux conditions de salinité des fermes sont expédiées sur les sites d'élevage par camions et bateaux. 57 % de la production sont assurés par seulement 10 écloséries. Uniquement 12 maîtriseraient les techniques de reproduction en captivité. On estime, après 18 mois de fonctionnement de l'ensemble des installations, qu'elles peuvent produire 6 à 8 milliards de post-larves par an soit 20 à 30 % des besoins annuels de l'Equateur. Les écloséries employaient à la fin 1986 263 biologistes experts : 71 étrangers (dont 9 français) et 192 équatoriens.

#### Quels sont les problèmes principaux rencontrés par les écloséries ?

Ils sont de deux ordres : biologiques et économiques :

- Biologiques : la technique d'écloserie en soi qui peut paraître parfois mystérieuse et hautement sophistiquée est en fait relativement simple, mais le système de production est une succession de différentes phases qui doivent s'enchaîner à la perfection et nécessitent de la part des biologistes une vigilance particulière. La moindre petite dérive dans les protocoles se répercute inmanquablement sur les performances du système et il a été démontré, dans la majorité des cas que les différents problèmes rencontrés (mauvais taux d'éclosion des oeufs, mauvaise qualité des nauplii, maladies d'origine bactérienne ou virale) étaient en fait à mettre au crédit de défaillances zootechniques.
- Economiques : au cours des années 1986-1988 les coûts de production ont augmenté d'une manière sensible (énergie 38 %, main-d'oeuvre 20 %). la dévaluation du sucre (10 US \$ = 145 sucres en Janvier 1987 et 450 en Mars 1988) a aggravé le problème dans la mesure où beaucoup d'équipements et de consommables sont importés. D'autre part l'abondance des post-larves sauvages au cours du premier semestre de l'année 1988 a entraîné un effondrement des cours (300 sucres par mille)

et mis en difficulté de nombreuses écloséries. Certaines ont été obligées de fermer. L'avenir s'annonce meilleur dans la mesure où les prix sont remontés en Septembre 1988 à 1 800 sucres par mille et 2 500 en Novembre 1988.

Un autre problème rencontré par les écloséries est la polémique (comme ailleurs aussi !) écloreur-grossisseur axée sur la qualité des post-larves produites en éclosérie, par rapport aux sauvages. Les post-larves d'éclosérie ont été accusées de donner de très mauvais résultats de survie dans les fermes de grossissement.

En fait cette différence de qualité n'a jamais été clairement démontrée et les résultats inégaux observés dans les fermes sont sans doute à porter au crédit de "la machete" : pratique qui conduit le biologiste acheteur de la ferme à sous-évaluer systématiquement (jusqu'à 30-50 %) le nombre de post-larves sauvages proposées par les collecteurs. Cette technique ne peut, évidemment pas être employée dans une négociation avec un responsable d'éclosérie qui évalue au mieux son cheptel. Cette polémique s'adoucirait sans doute avec la raréfaction des post-larves sauvages...

Alimenteries et unités de conditionnement viennent compléter ce dispositif aquacole.

Alimenteries : le passage de l'élevage extensif au type semi-intensif a entraîné la création d'usines d'aliments. La première fut construite en 1982. Actuellement il existe différentes firmes qui produisent des aliments de qualité variables : le taux de protéines annoncé n'est pas toujours confirmé à l'analyse et pour un même fabricant la qualité fluctue dans le temps au gré des cours des matières premières. On a même vu un fabricant remplacer de la farine de poisson par de l'urée : le titre en azote était ainsi respecté mais pas la garantie de performance. D'autre part certaines formulations ont une très mauvaise tenue à l'eau et interviennent plus en tant que fertilisant que comme véritable aliment.

Unités de conditionnement : les crevettes sont vendues principalement sur le marché américain, étêtées (head-off) et congelées. L'appellation est White Shrimp et les principales catégories sont U26-30, U31-35, U36-40 (nombre de queues par livre).

En 1987, il existait 71 unités de conditionnement mais seulement 25 à 30 remplissaient les conditions nécessaires à l'obtention du label "Top quality". Certaines cargaisons ont même été rejetées. Les exportateurs ont pris conscience de l'importance de cette dernière phase du processus de production qui, mal maîtrisée, risquait de compromettre l'économie de l'ensemble du système. La Chambre Nationale des Producteurs a renforcé les normes de contrôle de qualité (aspect, odeur, contrôle bactériologique) et en 1988 le pourcentage de rejet avant expédition est passé de 2 % à 5-7 %.

Perspectives d'évolution : le problème principal rencontré actuellement est l'augmentation des coûts de production (énergie, main-d'oeuvre, aliment : 25 % en deux ans). Les marges ayant diminué, on assiste actuellement à des tentatives d'intensification pour reconstituer des trésoreries défailantes. Ces tentatives ont pu être faites grâce à l'abondance des post-larves sauvages. Dans la plupart des cas, elles ont montré les limites actuelles du système : des infrastructures difficiles à gérer en système intensif (bassins trop grands, capacités de pompage trop faibles), un aliment dont la médiocre qualité, à la rigueur acceptable en semi-intensif, est apparu comme rédhibitoire à densités élevées, un personnel souvent peu formé à ces techniques. Tous ces facteurs ont été une des causes de la diminution des tailles moyennes commercialisées : 26-30 en 1985, 31-35 en 1986, 36-40 en 1987. Et pourtant, l'intensification est la seule perspective d'évolution car l'accès au foncier devient de plus en plus difficile.

L'intensification est possible : quelques fermes particulièrement performantes l'ont démontré : des rendements de 6,5 tonnes/ha/an (sur 2 cycles) ont été obtenus avec des poids moyens en fin d'élevage de 17 à 20 grammes, les densités de départ étant de 23 à 25 animaux par m<sup>2</sup>. Résultats enregistrés sans aération mais avec des taux de renouvellement en eau de 30 % par jour.

Mais l'intensification ne pourra se faire sans :

- Une production accrue de post-larves à un coût acceptable (l'intensification en éclosérie sera sans doute aussi nécessaire).
- La fabrication d'un aliment performant.
- Une meilleure gestion zootechnique (aération, suivi régulier de l'évolution du milieu).

Le rendement moyen actuel en Equateur est de 600 kg/ha/an. Il reste donc du chemin à parcourir...

## 2.2) LE PEROU

Pays frontalier de l'Equateur, il a bénéficié directement de la dynamique de son voisin. Les premières fermes ont été construites en 1972, dans la province de TUMBES, au Nord du pays. En 1986, il existait 2 296 hectares pour une production totale de 1 583 tonnes (head-on). La technique utilisée est de type extensif à semi-intensif (*P. vannamei*) et elle dérive de celle utilisée en Equateur. Quelques essais d'intensification sont en cours et donneraient des rendements de 2 tonnes ("head-on")/ha et par an. Les post-larves proviennent principalement du milieu naturel. Quatre écloséries ont été construites et deux sont en projet.

## 2.3) HONDURAS

Les premières tentatives d'élevage ont eu lieu en 1968-1971 avec *P. occidentalis*. La première ferme d'élevage "Sea-farms de Honduras" comprenait 250 hectares de bassins et une éclosérie. *P. occidentalis* fut abandonné au profit de *P. vannamei*. Actuellement il existe une dizaine de fermes pour une superficie totale de 1 760 hectares ; 1 000 à 1 500 tonnes auraient été produites en 1987.

## 2.4) PANAMA

Panama fut un des premiers pays latino-américains à se lancer dans l'élevage de type semi-intensif. La compagnie Ralston-Purina construisit dans les années 1975 une ferme de 250 hectares et une éclosérie. La ferme a été ensuite agrandie et elle couvre actuellement 600 hectares.

Le développement ne s'est pas fait aussi rapidement que prévu. Sur les 18 000 hectares de sites disponibles, seuls 2 500 ont été aménagés. Les rendements de la majorité des fermes sont médiocres (manque de post-larves, suivi zootechnique insuffisant) et la ferme Ralston-Purina devenue depuis quelques années "Agromarina" produit à elle seule 1 000 tonnes pour une production totale de 1 300 tonnes en 1986. Plusieurs fermes auraient été fermées en 1987. Pour encourager le développement, le gouvernement panaméen

avait prévu la construction d'une éclosérie de capacité 200 millions de PL par an, sur un financement de la Banque Interaméricaine de Développement. Un contrat d'assistance a été signé avec France-Aquaculture. Pour différentes raisons ce projet n'a jamais vu le jour. Une petite éclosérie (produisant 5 millions de PL par an) a toutefois été construite grâce à l'aide de la Taiwanese Development Agency. Mais la seule éclosérie vraiment performante est celle de la Compagnie AGROMARINA qui en plus de satisfaire les besoins de sa propre ferme, a exporté en 1986 35 millions de post-larves vers l'Equateur, la Colombie et le Pérou.

## 2.5) MEXIQUE

Il existe au Mexique 70 fermes couvrant une superficie totale de 7 500 hectares et 3 écloséries. La production a été de 1 100 tonnes en 1987 : 75 % des fermes de type extensif et les post-larves (*P. vannamei*, *P. stylirostris*) sont, pour l'essentiel capturées dans le milieu naturel. La majorité des fermes est concentrée dans la province de SINALOA. Les rendements sont médiocres et seulement 5 fermes seraient économiquement viables. Le prochain plan quinquennal mexicain prévoit l'aménagement de 35 000 hectares dans la province de SINALOA.

## 2.6) BRESIL

Les tentatives d'élevage du Brésil datent des années 1970. Les premiers essais portèrent sur *P. japonicus*, espèce qui fut progressivement abandonnée et remplacée par *P. schmitti*, *P. subtilis* et *P. vannamei*. En 1987, il existe 22 fermes localisées dans le Nord-Est pour une superficie totale de 3 200 hectares et 5 écloséries. 70 % des fermes utilisent la technique extensive. Peu d'installations sont vraiment productives et certaines ont fermé en 1987. La plus grande ferme (Maricultura de Bahia T.M.T.) couvre 750 hectares et possède sa propre éclosérie. La production du Brésil a été de 1 000 tonnes en 1987. Il existe une seule usine fabriquant de l'aliment. Les grands projets des années 1980 qui prévoyaient le développement de dizaines de milliers d'hectares n'ont pas vu le jour, à cause, principalement d'un manque de financement.

## 2.7) COLOMBIE

L'élevage a démarré récemment. La plupart des fermes est sur la côte atlantique, près de la ville de Carthagène. En 1988, il en existe une dizaine (495 hectares en production, 655 hectares en construction). Les espèces élevées sont *P. vannamei* et *P. schmitti*. Quoique 6 écloséries soient construites ou en projet, la majorité des post-larves de *P. vannamei* est importée d'Equateur (en fraude) ou de Panama. L'assistance technique est assurée par la France (F.A.), les Etats-Unis (T.M.T.) et l'Equateur. En 1987, la production aurait été de 500 à 1 000 tonnes.

## 2.8) ETATS-UNIS

Les tentatives d'élevage aux Etats-Unis ne sont pas récentes. La première ferme MARIFARMS a été construite dans les années 1975. Elle est actuellement fermée. Les conditions climatiques ne permettent, en général, qu'une production par an. Les espèces élevées sont *P. vannamei* et *P. stylirostris* et la rentabilité des installations est incertaine. Ce développement est soutenu par des équipes de recherche performantes (Galveston Laboratory puis Texas A.M. University) qui ont d'ailleurs oeuvré en tant que consultants pour des projets latino-américains.

La production en 1987 aurait été de 1 000 tonnes : (51 % au Texas, 32 % à Hawaï et 17 % en Caroline du Sud). Les élevages sont de type extensif à super-intensif et certains bassins expérimentaux produisent de 12 à 20 tonnes par hectare et par an.

Il existe actuellement 7 fermes au Texas couvrant une superficie de 360 hectares. Les rendements moyens sont de 1 à 1,5 t/ha/an.

En Caroline du Sud et en Floride, il existe 16 installations aquacoles consacrées à la crevette pénéide : 2 écloséries, 13 fermes de production et une unité de production de géniteurs.

## 2.9) CUBA ET ILES CARAIBES

### CUBA

Les potentialités sont très importantes. Il existe 35 000 hectares de sites disponibles dans les régions de Tunas de Zaza, Santa Cruz et Manzanilla. La



production potentielle serait de plus de 25 000 tonnes. Le gouvernement cubain appuyé par la F.A.O. a entamé un grand programme de développement. L'espèce élevée est principalement *P. schmitti*. En 1988, 700 hectares sont en production et 570 tonnes ont été produites. Il existe trois écloseries qui produisent respectivement 10, 30 et 100 000 post-larves par mois.

### Autres îles Caraïbes

Cayman Islands : L'ancienne ferme de grossissement de tortues est en cours de transformation pour l'élevage intensif de crevettes. A Haïti deux projets sont en cours de construction (10 et 300 ha). Tandis qu'à Puerto-Rico, une ferme intensive de 40 hectares est en train de voir le jour.

#### 2.10) GUATEMALA

Le démarrage de l'activité a eu lieu en 1983. Il existe actuellement 12 fermes pour une superficie totale de 936 hectares. Les fermes sont réparties à 50 % sur la côte Nord, 30 % au centre et 20 % au Sud. Il existe 5 000 hectares de sites potentiels. La production est de type extensif dans 10 % des cas, le restant semi-intensif. En 1987, les 777 hectares de ferme en production auraient produits 260 tonnes. 800 à 900 tonnes étaient espérées en 1988.

#### 2.11) REPUBLIQUE DOMINICAINE

L'activité est ancienne (1979) mais s'est jusqu'à présent peu développée. Il existe 5 fermes privées pour une surface totale de 94 hectares. Elles élèvent *P. vannamei*, *P. schmitti* et *P. monodon*. La production aurait été de 83 tonnes en 1985.

#### 2.12) VENEZUELA

Les fermes sont réparties dans les états de Falcon, Zulia, Sucre et Anzoategui. 300 hectares étaient en production en 1987 et 50 tonnes ont été récoltées. Il existe 7 écloseries. La production de post-larves est obligatoire car la récolte de post-larves (au demeurant rares) dans le milieu naturel est interdite. Il existe de bonnes infra-structures pour le traitement du produit et une usine d'aliments.

Le principal frein au développement est la lourdeur administrative (2 ans pour obtenir un permis), mais 13 projets seraient en construction ou en cours de finition pour une superficie totale de 1 200 hectares.

#### 2.13) EL SALVADOR

La superficie en exploitation est de 97 hectares (5 fermes). L'élevage est à 50 % de type extensif. Les espèces sont *P. vannamei* et *P. stylirostris*. La production a été de 41 tonnes en 1987.

#### 2.14) COSTA-RICA

Le Costa-Rica s'est lancé depuis longtemps dans l'élevage de la crevette (1976), mais le développement ne s'est pas fait aussi rapidement que prévu.

Il existe 5 fermes pour une surface totale de 300 hectares (Quepos et golfe de Nicoya).

Une éclosérie produit des post-larves de *P. vannamei* et *P. stylirostris*.

La production en 1987 aurait été de 25 à 50 tonnes.

#### 2.15) CONCLUSION

En 1987, la production du continent américain a été d'environ 70 000 tonnes et l'Equateur à lui seul représente plus de 80 % de ce tonnage. L'Equateur est le seul pays qui ait connu un développement explosif. Cette réussite est, on l'a vu, liée à un faisceau de facteurs éminemment favorables que ne réunissent pas (ou pas encore) les autres pays latino-américains.

Quel pourrait être l'avenir de ce type d'aquaculture en Amérique latine ? Ce genre d'exercice prévisionnel est toujours délicat mais certaines constatations peuvent d'ores et déjà être faites.

Les surfaces en élevage en Equateur ne devraient pas augmenter d'une manière importante dans un proche avenir. Les progrès ne pourront se faire qu'à travers l'intensification dont le préalable est la disponibilité en post-larves. Malgré le nombre important d'écloséries, l'approvisionnement repose à hauteur de 70 ou 80 % sur la capture de post-larves sauvages dont l'abondance est liée aux

fluctuations climatiques (pénurie en 1984-86, abondance en 1987-88, pénurie en 1989). Les périodes récentes d'abondance ont mis en difficulté financière bon nombre d'écloseries, ce qui a refroidi les ardeurs des investisseurs et limité la construction de nouvelles unités.

Les fermes sont donc toujours et seront encore dans un proche futur largement dépendantes de la récolte de juvéniles sauvages.

L'augmentation sensible des tonnages semble donc encore liée aux caprices du "El niño" ce qui rend difficile toute prévision.

Concernant les autres pays de la zone, les progrès les plus sensibles devraient venir du Mexique et de Cuba où de grands plans de développement sont en cours et où après une période d'attentisme, une dynamique semble s'être installée. Mais la palme de la production restera encore sans doute longtemps entre les mains de la région Asie.

3 - L'EUROPE

### 3.1/ FRANCE

Après un passage au crible de différentes espèces (*P.keraturus*, *P.japonicus*, *P.serratus*) *P.japonicus* a été retenue. En 1976, la reproduction en captivité était maîtrisée et la production de juvéniles est devenue fiable dès les années 1980. Les premiers essais de grossissement furent faits selon le modèle intensif japonais. Faute d'un aliment performant, ces essais échouèrent. L'expérimentation s'orienta alors vers un mode de grossissement semi-intensif ou le repeuplement de lagunes. L'élevage est pratiqué dans les marais de la côte Atlantique (Pays de Loire, Charentes, Medoc) ou en bassin sur la côte Méditerranéenne (Languedoc-Roussillon).

Plusieurs écloserie privées assurent la fourniture de post-larves, en général en seconde activité (écloserie polyvalente). En grossissement des rendements de 1 à 2 tonnes par hectare ont été obtenus mais la moyenne est de 300 à 500 kg par hectare. En 1988, la production a été de 19 tonnes dont 15,7 t sur le littoral Atlantique. Les animaux sont vendus vivants à un poids moyen de 18 à 25 g. Le prix varie entre 120 et 150 F/le kg. (20 à 24 US \$). Les principaux freins au développement sont les températures basses qui, sur la côte Atlantique, limitent la période de grossissement à 4-5 mois (Juin-Septembre-Octobre) et la compétition interactive au niveau de l'occupation du littoral.

Les techniques mises au point par le CNEOX puis l'IFREMER en FRANCE, ont été transférées aux pays voisins méditerranéens.

### 3.2.) ITALIE

Des essais ont démarré en 81-82 et la production 1988 avoisine 10 tonnes ce qui reste négligeable par rapport à un marché estimé à 20 000 tonnes importées actuellement.

L'élevage a lieu en semi-intensif et donne des rendements de 600 à 700 kg/ha principalement en Sardaigne dans le delta du Pô et en Venetie.

Des opérations de repeuplement sont effectués dans plusieurs lagunes. Les post-larves proviennent de l'écloserie du CNR ou sont importées d'Espagne ou de France. L'engraissement se fait de Mai à Septembre.

Les crevettes sont pêchées entre 15 et 35 g et vendus en vif à des prix de 100 à 160 FF/kg (16 à 25 US \$/kg)

### 3.3) ESPAGNE

L'espèce élevée est *P. japonicus*. Il existe actuellement 18 fermes en Espagne, couvrant une superficie totale de 700 hectares. Elles sont toutes localisées sur la côte Atlantique entre Gibraltar et le Portugal. En 1987, la production a été de 85 tonnes. La plupart des fermes est de type extensif (seulement 25 % semi-intensif), 5 écloseries assurent la production de post-larves.

*P. japonicus* étant une espèce nutritionnellement très exigeante, le principal problème réside dans la qualité et le prix de l'aliment. L'aliment est importé de France et même de Taïwan et du Japon ! Le coût de production est élevée mais la crevette vendue vivante peut se négocier à plus de 25 US \$/kg