Denis Lacroix et Jacques Fuchs

Aquaculture insulaire et tropicale



Actes de colloques - 20

ix

IFREMER

european aquaculture society
Slijkens Ostendelaan 4
B-8400 Oostende, Belgium

Aquaculture insulaire et tropicale

Denis Lacroix et Jacques Fuchs

Published by:

IFREMER

Actes de Colloques N°20

Congrès sur l'aquaculture insulaire et tropicale, « Martinique 97 » 4-9 mai 1997

Synthèse collective de l'Ifremer

Ce rapport constitue un document de réflexion réalisé par différents auteurs. Son objectif est d'analyser l'expérience accumulée depuis vingt ans en matière d'aquaculture dans un environnement insulaire et tropical, d'évaluer les enjeux, les contraintes et le potentiel de développement de l'aquaculture dans ce contexte.

Comité de rédaction
V. Buchet, D. Buestel, P. Ferlin, J. Fuchs,
Y. Harache, D. Lacroix et P. Paquotte

Secrétaires-coordinateurs
Denis Lacroix et Jacques Fuchs

Principaux acronymes utilisés :

Ada	: Association pour le développement de l'aquaculture en France métropolitaine
Adam	: Association pour le développement de l'aquaculture à la Martinique
CAA	: Caribbean Aquaculture Association (siège : Porto-Rico)
Cop	: Centre océanologique du Pacifique (Ifremer)
EAS	: European Aquaculture Society (siège : Ostende, Belgique)
HBOI	: Harbor Branch Oceanographic Institution (Institut de recherche privé de Floride, États-Unis)
Ifremer	: Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer
IMA	: Institute of Marine Affairs (Trinidad et Tobago)
IMBC	: Institute of Marine Biology of Crete (Institut semi-public de recherche de Grèce)
OAA (FAO)	: Organisation des nations unies pour l'agriculture et l'alimentation
UWI	: University of West Indies (siège : Kingston, Jamaïque)
WAS	: World Aquaculture Society (siège : Bâton Rouge, Louisiane, États-Unis)

Résumé

Le congrès de la Martinique (4-9 mai 1997), centré sur l'aquaculture insulaire et tropicale, a rassemblé 332 participants de 48 pays. Il a confirmé le dynamisme général de l'aquaculture dans le monde, seule activité capable de répondre à la progression régulière de la demande en matière de produits alimentaires aquatiques : un kilo de poisson consommé sur quatre provient de l'aquaculture, soit deux fois plus qu'en 1984.

D'autres tendances se renforcent : d'abord, la valeur des produits aquacoles augmente plus vite que leur tonnage; ensuite, les pays qui enregistrent la plus forte croissance dans ce secteur sont les pays émergents d'Asie. Ainsi, parmi les dix plus importants pays producteurs, seuls deux d'entre eux ne sont pas asiatiques (États-Unis, France) et six sont des pays en développement (Chine, Indonésie, Inde, Thaïlande, Philippines, Corée).

Le congrès a donné une large part aux expériences menées dans toute la région caraïbe. Des chercheurs de différents pays et de disciplines variées ont proposé des études approfondies sur les principaux succès et échecs en aquaculture dans cette région depuis vingt ans. La question de l'écart entre le potentiel considérable de la région et la production a notamment été débattue. Celle-ci représente 26 000 t provenant principalement d'élevages en eau douce alors que les plateaux marins disponibles avoisinent 500 000 km^2. La principale conclusion a été que la situation de l'aquaculture dans la Caraïbe ressemble à celle de la Méditerranée il y a vingt ans, *mutatis mutandis :* cultures traditionnelles, petite échelle, faiblesse de la recherche, isolement des acteurs et absence de tradition aquacole.

Toutes ces contraintes peuvent être corrigées notamment par une mise en réseau des connaissances et des compétences, à l'instar de la Méditerranée où les réseaux d'information spécialisés en aquaculture ont facilité le transfert et l'adaptation des technologies existantes aux contextes locaux, ainsi que la formation du personnel. Deux aspects essentiels doivent être considérés. La première priorité est le respect de l'image exceptionnelle qu'offrent toutes les îles de la Caraïbe à l'image des Bermudes (70 000 habitants - 600 000 touristes - 90 % du sol utilisés) où l'aquaculture se développe avec la volonté de rester discrète : l'espèce choisie est une coquille Saint-Jacques tropicale dont les semis constituent même une attraction pour les touristes. La seconde est le maintien de la remarquable qualité des eaux. Ces deux contraintes prouvent l'intérêt d'une planification précise du développement de ce nouveau secteur afin d'en montrer la maturité et la capacité de prendre en compte la durée, notamment au plan de la préservation de l'environnement.

Ce congrès a constitué un catalyseur des initiatives et des volontés de développement de l'aquaculture dans la région avec un fort souci de coopération, notamment au plan scientifique. Il a également été l'occasion d'établir un bilan détaillé des forces et faiblesses de l'aquaculture française dans les territoires et départements d'outre-mer en général, et aux Antilles françaises en particulier.

Trois facteurs sont apparus importants pour quitter le niveau artisanal et accéder à l'échelle industrielle de l'exportation comme en Nouvelle-Calédonie : le contrôle de l'impact sur l'environnement, la connaissance du marché et des contraintes de commercialisation et enfin le maintien d'une recherche d'appui permettant de conserver la compétitivité des élevages dans un contexte de plus en plus concurrentiel.

Mots-clés : aquaculture, île, tropical, Caraïbe, Antilles.

Abstract

This conference on island and tropical aquaculture (Isle of La Martinique; 4th to 9th of May, 1997) showed to be a success with 332 attendants from 48 countries, despite a short delay for preparation. It confirmed the steady trend of aquaculture development in the world, as this activity is now facing alone the regular increase of aquatic products demand. Today, one fourth of fish consumption is coming from aquaculture, which represents twice the consumption in 1984.

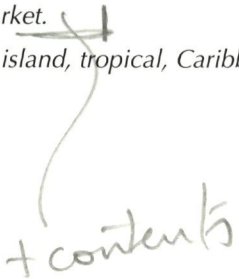
Two other trends are merging : first, the total value of aquaculture products is increasing more rapidly than their quantity; second, the fast growers in this sector belong to Asia. Thus, among the "big ten", six of them are developping countries of Asia (China, Indonesia, India, Thaïland, Philippines, Korea), and only two of them are not from Asia (United States of America, France).

The congress proposed numerous sessions with experiences from the Caribbean. Scientists from different countries and specialties presented various case studies on the main success and failures recorded in this region for 20 years. The gap between the huge potential of this region and the real production (26 000 t) was notably discussed. Indeed, this production comes mainly from freshwater although marine shallow waters area reaches 0,5 million of sq km. The main conclusion was that the situation in the Caribbean today looks like the status of aquaculture in the Mediterranean, 20 years ago, mutatis mutandis.

All the constrainsts listed for this region may be managed, including the networking of skills and data, as it had been developped in the Mediterranean where specialised information networks helped the transfer and the adaptation of existing technologies to local conditions. This implies to take into consideration two key-points : first priority, the protection of the unique image of the Caribbean. For example, in the Bermuda islands (70 000 inhabitants, 600 000 tourists, 90 % of the area is used for housing and services), aquaculture is developping discreetly with a tropical clam which farming fields even offer an attraction for scuba divers. Second priority, the necessity of keeping the exceptional quality of the waters. Therefore a precise planning for the development of this new sector is required, in order to show its maturity and its capacity to prepare a sustainable development.

Finally, this meeting gave the opportunity to catalyse the numerous initiatives and wills for the development of this new sector in this area, with a special emphasis on scientific aspects. It allowed also to screen the pros and cons about aquaculture in the French Overseas Territories, and notably the French Antillas. This check-up led to underline the importance of three determining factors for the transition from small-scale aquaculture to the large scale activity as experienced in shrimp export in New Caledonia : first, the control of the impact on environment since the beginning, second, a good knowledge of the market and its evolution, third, the maintenance of support reasearch in order to keep developping farms profitable in a more and more competitive market.

Key-words : *aquaculture, island, tropical, Caribbean, Antillas.*



Sommaire

Résumé 5
Abstract 6
Introduction 9

Chapitre I : **L'aquaculture tropicale. État et perspectives**

L'émergence de l'aquaculture tropicale,
Michael B. New 13
L'impact de l'aquaculture sur l'environnement,
Yannis Karakassis 14
La commercialisation des produits d'aquaculture : comment faire face à la diversité de la demande ?
Amanda Courtney 15
L'aquaculture dans la Caraïbe : histoire et potentiel d'avenir,
R. LeRoy Creswell 16

Chapitre II : **Les grands thèmes**

Thème 1 : Aquaculture tropicale : pisciculture 21
Thème 2 : Aquaculture tropicale : crevetticulture 28
Thème 3 : Aquaculture insulaire : aspects socio-économiques 33
Thème 4 : Aquaculture dans la Caraïbe 42
Thème 5 : Élevage de mollusques et productions diverses 57
Thème 6 : Poissons d'ornement 60
Thème 7 : Qualité 63

Chapitre III : **Autres activités et conclusions scientifiques**

Réunion d'information sur les possibilités de coopération scientifique régionale entre les pays de la Caraïbe 67
Circuit technique 70
Conclusions scientifiques présentées par les modérateurs à la session finale 71
Conclusion générale 78

Annexes
Communications présentées par l'Ifremer 83
Extraits du dossier d'information préparé pour la presse 86

Introduction

Le congrès « Martinique 97 » organisé par l'« European Aquaculture Society » (EAS), en collaboration avec l'Ifremer et la « World Aquaculture Society » (WAS), est né d'un accord donné en 1993 par le président-directeur général de l'Ifremer à la WAS pour organiser en commun une manifestation en France, en 1997. La tenue durant les années paires de « Bordeaux Aquaculture », qui est devenu rapidement l'événement majeur pour les pays du Sud de l'Europe, ne permettant pas d'envisager d'organiser dans l'intervalle un autre colloque en métropole, a conduit à proposer de respecter cet engagement en choisissant la Martinique. Ce choix permettait, d'une part de tenir, pour la première fois, le colloque annuel de l'EAS dans une région européenne d'outre-mer, et d'autre part de se situer à mi-chemin entre l'Europe, l'Amérique du Nord et l'Amérique du Sud.

Du choix du site a découlé tout naturellement celui des thèmes principaux : aquaculture tropicale, en raison de la situation géographique de la Martinique, aquaculture insulaire du fait de sa caractéristique. Ces thèmes ont un intérêt particulier pour l'Europe : l'aquaculture tropicale est une partie importante des programmes développés aussi bien en France qu'en Grande-Bretagne ou aux Pays-Bas, et l'aquaculture insulaire est devenue une activité majeure aussi bien en Méditerranée que dans les pays plus nordiques. À ceux-ci se sont rattachés les deux thèmes que sont l'aquaculture des poissons d'ornement, qui devient une activité économique non négligeable, et bien sûr un panorama de l'aquaculture caraïbe, au sein de laquelle les Antilles françaises ont une position privilégiée.



Ferme d'élevage mixte de crevettes marines (pénéides) et de crevettes d'eau douce (Macrobrachium) *à Tahiti.*

Chapitre I

L'aquaculture tropicale État et perspectives

L'émergence de l'aquaculture tropicale

Michael B. New
Consultant, Grande-Bretagne

Dans sa présentation introductive, M. New a d'abord rappelé l'importance que revêt l'aquaculture pour l'approvisionnement en produits de la mer en précisant que plus du quart de la production est aujourd'hui issu de l'aquaculture, essentiellement en milieu tropical (>80%). Il a également précisé que, pour maintenir la consommation des produits de la mer à son niveau actuel, la production aquacole mondiale devrait être doublée d'ici 2020 et triplée d'ici 2040 (New, 1997).

Ce développement rapide s'est accompagné d'un effort de recherche important depuis trente ans permettant d'améliorer sensiblement les rendements des élevages traditionnels en milieu tropical (carpes, milkfish, tilapia) et de favoriser l'émergence de nouvelles espèces (crustacés, algues...).

Ensuite, l'auteur a présenté la situation de l'aquaculture des crevettes pénéides en donnant les chiffres de production de 1995 (932 000 t), les perspectives pour l'an 2000 (1,2 million de t) et les rendements par hectare et par habitant des principaux pays producteurs. Pour la première fois, la Nouvelle-Calédonie est citée avec un rendement moyen de 4,1 t/ha/an et une production par nombre d'habitants qui la situe au second rang mondial, juste après l'Équateur.

Bien que la demande se maintienne à un niveau élevé, ce qui permet d'envisager la poursuite du développement de cette activité (1 crevette sur 3 provient de l'aquaculture), le secteur de la production des crevettes pénéides est aujourd'hui confronté à de fortes contraintes d'environnement. L'expansion rapide et souvent anarchique de cette activité dans plusieurs pays asiatiques s'est traduite par des échecs retentissants et des destructions massives de zones côtières et de mangroves contribuant à créer une image négative dans l'opinion publique. Relayées par une forte poussée des environnementalistes, des menaces de boycott ont été avancées conduisant certains bailleurs de fonds comme la Banque mondiale à suspendre les aides accordées à de nouveaux projets aquacoles de crevettes.

Cette contrainte relativement récente constitue aujourd'hui l'un des enjeux majeurs pour l'avenir de la filière. Elle va conduire les pays producteurs à chercher à améliorer l'image de leur produit. Le respect d'un certain nombre de règles simples favorisant l'émergence d'une aquaculture « responsable et respectueuse de l'environnement » est pour M. New la condition d'une poursuite harmonieuse du développement de ce secteur porteur.

L'impact de l'aquaculture sur l'environnement

Yannis Karakassis

IMBC de Crète, Grèce

Responsable des études sur l'impact de l'aquaculture grecque sur le milieu naturel à l'Institute of Marine Biology of Crete, Yannis Karakassis a d'abord présenté dans quel contexte s'est développée « l'écologie » de l'aquaculture en Grèce : avant tout, la prévention des épizooties, ensuite l'estimation de la capacité de charge maximale à moyen terme pour le milieu et enfin la recherche de méthodes d'évaluation de l'impact de nouvelles fermes aquacoles sur le milieu naturel, notamment dans les zones à forte concentration, comme autour de l'île d'Eubée.

Au plan scientifique, il rappelle que le potentiel rédox constitue l'un des meilleurs indicateurs de l'impact d'un apport régulier de matière organique dans le milieu naturel et notamment dans le sédiment. Cet indicateur a ainsi permis de montrer que l'impact sur le sédiment d'une cage de loups ou de daurades dans les conditions méditerranéennes (absence de marée, régime contrasté des vents et des courants, températures élevées en été) est limité à quelques dizaines de mètres sous la cage et en aval de celle-ci par rapport au courant dominant. Par ailleurs, si la cage est retirée, le temps de récupération du sédiment (retour au *statu quo ante* des conditions biochimiques et bactériennes) est court, de l'ordre d'une année au maximum.

De plus, une étude menée sur trois types de sites, un lagon, une baie semi-fermée et la mer ouverte, montre que si l'impact est mesurable en baie fermée, ce qui implique un suivi de l'enrichissement en matière organique et un contrôle de la biomasse en élevage, il est faible en baie semi-ouverte et tout juste décelable en mer ouverte seulement par la concentration en ammoniaque à proximité immédiate du train de cages.

Il conclut que, si l'on prend le cas de l'impact des cages de loups et daurades sur le milieu naturel en Méditerranée, il faut se garder de deux clichés : « C'est toujours négligeable ! » et « Ça pollue forcément ! ». La mission du scientifique dans ce débat souvent très médiatique est de faire évoluer les arguments du domaine passionnel vers le domaine rationnel.

La commercialisation des produits d'aquaculture : comment faire face à la diversité de la demande ?

Amanda Courtney

Cabinet Courtney et Lake, Grande-Bretagne

« Le marketing des produits aquacoles est aujourd'hui une affaire trop sérieuse pour ne pas être traité de manière professionnelle. Tant que l'aquaculture ne mettait en marché que quelques pour cent de la production mondiale, les producteurs pouvaient s'accommoder de méthodes artisanales de commercialisation et de promotion de leurs produits. Mais quand un quart de l'offre vient de l'aquaculture, et que cette part va croissant, cette profession doit considérer le marketing de ses productions comme un outil essentiel de son développement ». C'est ainsi qu'Amanda Courtney, consultante britannique en marketing des produits de la mer en Europe, a ouvert son exposé.

Elle a ensuite développé plusieurs cas, issus notamment de la salmoniculture, pour montrer que le produit d'aquaculture dispose de presque tous les atouts pour prendre une place de choix dans la gamme des produits aquatiques auprès du grand public : contrôle parfait de la taille, de la date d'abattage, de la chaîne du froid, des conditions de transformation, de la qualité sanitaire, des quantités commandées et des délais de livraison. L'ambiguïté de l'image « d'élevage » doit être traitée espèce par espèce, marché par marché.

D'une manière plus générale, elle a expliqué que le marketing est bien plus qu'une technique de bien vendre. Il constitue un moyen très efficace de protéger la rentabilité d'une filière par la capacité d'anticiper sur les tendances du marché, les menaces de la concurrence, les attentes des consommateurs, les besoins en matière de présentation, publicité, promotion et distribution. C'est pourquoi elle ne conçoit la mise en œuvre d'une politique de marketing que dans le cadre d'une association des producteurs. Aussi, c'est ce qu'elle recommande aux aquaculteurs des Antilles françaises afin de passer d'une situation où les producteurs poussent le marché (Push system) à une situation où c'est la demande qui tire la production (Pull system).

En conclusion, paraphrasant le très médiatique patron de la plus grosse entreprise du monde (General Electric), Jack Welsh, elle s'est adressée aux producteurs locaux en ces termes : « Prenez le contrôle du marketing et de la commercialisation de vos produits pour conduire votre développement sinon c'est vous qui serez contrôlé par ceux qui décideront comment vendre vos produits ».

L'aquaculture dans la Caraïbe : histoire et potentiel d'avenir

R. LeRoy Creswell

Harbor Branch Oceanographic Institution, Floride, États-Unis

Pour la majorité des gens, la Caraïbe se présente comme un archipel en forme de collier de perles, flottant sous le soleil des eaux bleu azur de l'Atlantique Ouest. Comme c'est souvent le cas, les brochures touristiques ne sont pas un reflet fidèle de la diversité géographique et culturelle de cette partie du globe. La région de la Caraïbe comprend plus de deux millions de kilomètres carrés qui s'étendent sur plus de 2 500 km d'est en ouest et de 1 000 km du nord au sud. Elle comprend les îles des Grandes et des Petites Antilles et les côtes de l'Amérique du Sud et de l'Amérique centrale, du Mexique au Brésil. Même s'ils ne font pas partie formellement de la Caraïbe, le Sud de la Floride et les îles Bahamas sont inclus dans l'ensemble biogéographique de la région et disposent ainsi du même potentiel pour le développement de l'aquaculture. Cependant, la région est suffisamment diverse, aux plans géographique, politique et culturel, pour qu'aucun plan « générique » de développement de l'aquaculture n'ait été réalisé avec beaucoup de succès.

La pêche dans la Caraïbe concerne essentiellement les espèces proches du littoral : le lambi (gros gastéropode marin dont on exploite la chair dans de nombreuses recettes locales, et la coquille à des fins décoratives), la langouste, le mérou, le vivaneau ainsi que plusieurs autres espèces liées au récif corallien. L'exploitation de ressources marines pélagiques débute seulement, en raison du manque de navires hauturiers. Les pêcheries d'eau douce et d'estuaire, dont celles des mollusques bivalves, se limitent à la marge continentale de l'Amérique du Sud, de l'Amérique centrale et des Grandes Antilles (Cuba, Jamaïque, Porto Rico) où les ressources en eau douce et les habitats estuariens sont abondants. Le poisson constitue un élément traditionnel du régime alimentaire de la majorité des peuples de la Caraïbe : poissons locaux et morue salée (une tradition coloniale qui s'est perpétuée). La consommation des produits de la mer reflète aussi les espèces pêchées par les flottilles artisanales : le lambi, la langouste et des poissons de récif.

Ces dernières années, la demande des marchés locaux s'est développée grâce à l'industrie touristique et à la croissance du revenu individuel. À cela, il faut ajouter des incitations à exporter des produits sur les marchés américains et européens, le résultat étant une surexploitation qui, à terme, mènera à une réduction majeure des ressources halieutiques dans toute la région. Aujourd'hui, presque tous les pays de la Caraïbe sont importateurs de produits de la mer. Jusqu'alors, l'abondance de produits d'origine marine avait éliminé tout intérêt pour l'aquaculture et la majorité des pays de la région n'ont que peu de tradition d'élevage. Aussi, malgré l'accroissement considérable de l'aquaculture à l'échelle planétaire, la région de la Caraïbe a peu développé sa production aquacole.

Les principales raisons sont les suivantes :
- l'absence de toute aquaculture artisanale ou traditionnelle sous la forme d'exploitations familiales qui pourraient engendrer, comme dans de nombreux pays asiatiques la maîtrise des technologies nécessaires à un développement significatif d'une industrie ;
- le manque de connaissance sur la biologie et l'élevage d'espèces indigènes d'eaux douce et marine ;
- le nombre limité de structures universitaires dans la Caraïbe qui ne possèdent pas les ressources (et celles-ci doivent être considérables) pour démarrer de véritables programmes de développement en aquaculture ;
- l'absence de soutien externe pour ce développement, à l'exception du centre international de recherche et de développement canadien de l'Ifremer et, à un moindre degré, de l'agence américaine pour le développement international (au travers du Peace Corps) ;
- un investissement prématuré dans des projets d'aquaculture risqués, surtout de la part d'expatriés cherchant à s'enrichir rapidement tout en profitant du style de vie des îles, qui s'est soldé par une série d'échecs retentissants et largement connus de tous ;
- l'inexistence de cadres législatifs clairs et d'une réglementation adaptée, dans la plupart des pays de la région.

La réponse des institutions financières et des investisseurs a été de ne plus octroyer de prêt à une industrie connue, au mieux, pour son caractère à haut risque, et au pire, pour sa réputation catastrophique. Il est étonnant, compte tenu de l'environnement maritime favorable de la région, que la majorité des projets d'aquaculture rentables se soient fondés sur les espèces d'eau douce. Ceux-ci comprennent la crevette d'eau douce *(Macrobrachium rosenbergii)* et le plus répandu des poissons d'eau douce, le tilapia *(Oreochromis* sp.*)*. La production à grande échelle de ces espèces est limitée aux Grandes Antilles, à l'Amérique du Sud et l'Amérique centrale où les ressources en eau douce sont abondantes.

Néanmoins, beaucoup d'îles dans la Caraïbe de l'Est, dont les Antilles françaises, ont développé une production d'aquaculture en eau douce respectable, principalement entre les mains de petits producteurs, soutenus par des agences gouvernementales qui prennent en charge principalement la formation et diverses incitations financières. L'aquaculture marine a connu un succès sporadique dans la région. L'élevage de crevettes s'est répandu sur tout le littoral de la Caraïbe, de l'Amérique du Sud et de l'Amérique centrale, où le coût de la terre et du travail autorise des fermes extensives de grande taille. Celui des huîtres a connu un certain succès en Jamaïque, à Cuba et sur tout le littoral continental, notamment au Mexique. Plusieurs autres bivalves sont élevés en Amérique du Sud. La culture de l'algue *Gracilaria* constitue un autre développement encourageant dû, en grande partie, au programme de formation et de promotion entrepris par le département « pêche » de Sainte-Lucie et l'office régional de la Caraïbe créé par l'organisation des Nations unies pour l'agriculture et l'alimentation.

Les autres espèces marines, lambi, langouste et la plupart des poissons marins indigènes, restent à des étapes variées de développement, soit au niveau de la recherche, de la démonstration à l'échelle de l'élevage-pilote ou au niveau de la commercialisation embryonnaire. La Caraïbe présente un énorme potentiel pour le développement de l'aquaculture. Des eaux tropicales relativement calmes, des marchés et des infrastructures en plein essor, des incitations de la part des gouvernements locaux sont les principaux facteurs favorables au développement de l'aquaculture. La technologie appropriée, des objectifs réalistes en termes de marché et de production, un soutien par la recherche et la formation, la prise en compte de l'environnement et des implications sociales du développement, tous ces éléments devront être intégrés pour développer un marché rentable et durable des produits d'aquaculture dans la Caraïbe.



Lambi ou conque caraïbe (Strombus gigas), *grand gastéropode marin pêché dans toute la Caraïbe.*

Chapitre II

Les grands thèmes

Thème 1
Aquaculture tropicale : pisciculture

Numéro de session ***: 1***
Titre de la session ***: élevage de poissons tropicaux***
Modérateur ***: Yves Harache***
Synthèse ***: J.L. Gaignon, A. Dosdat***

La première présentation, de R. Flos (CSIC, Barcelone, Espagne), a tiré les enseignements de 20 ans d'expérience aquacole. Pour cet auteur, l'aquaculture doit être considérée comme une activité économique à part entière. Aussi, est-il nécessaire d'appréhender, dès l'origine des projets, les capacités des marchés pour les espèces considérées, l'évaluation des possibilités de réaction de la concurrence, les contraintes biologiques (aptitude à se reproduire, survie, résistance au stress, etc.), les contraintes de la législation, notamment en matière d'environnement, et le facteur le plus important, le potentiel humain. La prise en compte de tous ces paramètres permet de disposer d'une bonne évaluation des risques économiques et financiers.

La seconde présentation, de E. Thouard et J. Fuchs (Ifremer, France), a retracé l'historique du programme mené à Tahiti et à la Martinique pour la sélection des espèces de poissons marins les plus aptes à l'aquaculture. Le choix des espèces a été basé sur l'évaluation du potentiel de croissance, l'aptitude à la reproduction et à l'élevage larvaire, la résistance au stress et les prix. Les deux espèces retenues en raison de leur fort potentiel de croissance, le bar tropical *(Lates calcarifer)* à Tahiti et l'ombrine *(Sciaenops ocellata)* en Martinique, sont toutes deux importées. Les performances observées ont justifié un investissement sur la reproduction et les phases larvaires.

La troisième communication, de N. Papandroulakis (IMBC, Grèce), a présenté la méthode de diversification des espèces méditerranéennes entreprise par l'IMBC en Crète. Les critères présentés sont peu différents des précédents : reproduction, résistance aux maladies, croissance et mortalité, acceptation de nourriture artificielle, efficacité alimentaire, aptitude à supporter les hautes densités. Les capacités du bar *(Dicentrarchus labrax)* et de la daurade *(Sparus aurata)* à l'élevage ont ainsi été identifiées et les sujets de recherche prioritaires ont été retenus. Des travaux sont aujourd'hui menés sur le denté *(Dentex* sp.*)* et le pagre *(Pagrus* sp.*)*. Les priorités de recherche concernent la connaissance de la biologie des espèces et en particulier les caractéristiques de la phase larvaire qui ont une forte incidence sur les coûts de production. La rapidité de la croissance devient un critère de plus en plus important dans la sélection des espèces à retenir pour le futur.

Ces trois présentations ne développent pas le concept de hiérarchie des différents critères de choix d'espèces. En effet, à ce stade de première sélection, tous les critères ont valeur éliminatoire. Ainsi, les performances de croissance et l'aptitude à

supporter de fortes densités, critères dont l'importance économique est primordiale, sont considérées au même niveau que les autres critères d'élevage (résistance naturelle aux pathogènes, aptitude à la reproduction en captivité, etc.).

Une des questions a porté sur l'importance de la diversification, priorité des pays méditerranéens, alors que pour les Norvégiens cet effort mené sur plusieurs espèces (morue *Gadus morhua*, flétan *Hippoglossus hippoglossus*, omble chevalier *Salvelinus alpinus*) ne constitue qu'un complément d'une active politique de marketing sur l'espèce reine qu'est le saumon.

L'enjeu est de savoir s'il vaut mieux favoriser la recherche de nouvelles espèces ou s'il est plus profitable de poursuivre l'effort d'amélioration des espèces connues. Une des réponses à cette alternative est d'observer que les espèces actuelles ne sont sans doute pas celles qui ont le meilleur potentiel. Avant tout débat sur cette question, il conviendrait de bien préciser le terme de diversification et principalement son contexte et ses objectifs. D'intéressantes contributions peuvent être trouvées dans ce débat sur le développement dans les Antilles françaises (Thème 4 ; session 5).

L'analyse économique théorique des coûts de production de l'ombrine en circuit fermé présentée par A. Dosdat a appelé de nombreux commentaires sur l'intérêt de tels systèmes comparés aux systèmes traditionnels. L'auteur a précisé que le circuit fermé permettait de limiter les fuites et de préserver ainsi la qualité de l'environnement. Les intervenants se sont également interrogés sur les difficultés de mise en œuvre (exemple de la daurade en Espagne) et les contraintes liées notamment à la qualité de chair et à l'aptitude des espèces à supporter de fortes densités.

T. Capo (université de Miami, États-Unis) a présenté en introduction les espèces qui ont fait l'objet de travaux en Floride. Il retient essentiellement la « spotted sea trout » *Cynoscion nebulosus* (acoupa pintade) et le « mutton snapper » *Lutjanus analis* (vivaneau). Les travaux ont porté sur la reproduction sur de longues périodes et la production d'œufs de *Cynoscion* en conditions de photopériode et de température constantes. Au terme d'une analyse scientifique assez générale, les résultats montrent la possibilité d'obtenir des pontes en continu pendant un maximum de 800 jours.

A. Kiessling (université d'Hawaï, États-Unis) a présenté une étude très intéressante sur les différences de structure musculaire (composition, disposition des fibres) existant entre des poissons tropicaux (type mahi-mahi *Coryphaena hippurus*) et des poissons tempérés (type saumon *Salmo* sp.), ce qui pourrait expliquer les différences de croissance et de qualité de chair.

J. Tucker (HBOI, Floride) et T.R. Cabrera (université Oriente, Vénézuéla) ont exposé les résultats techniques obtenus respectivement sur le « snook » ou crossie blanc, *Centropomus undecimalis* et le « snapper red », *Lutjanus argentimaculatus*, vivaneau des mangroves.

Numéro de session ***: 2***
Titre de la session ***: élevage de poissons tropicaux***
Modérateur ***: Emmanuel Thouard***
Synthèse ***: G. Boeuf, A. Dosdat, J.C. Falguière***

La première présentation faite par G. Nedelec (Ifremer, Tahiti) a permis de faire le bilan sur la technique développée au centre océanologique du Pacifique pour contrôler les pontes de *Lates calcarifer*, introduit en Polynésie en 1984. Cette technique utilise une stabulation des reproducteurs en photophase artificielle à une température comprise entre 28 °C et 30 °C. L'ovulation est induite chez les femelles par injections d'analogue de LHRH (15 µg/kg). 60 millions d'œufs ont été ainsi obtenus en 41 pontes étalées sur 16 mois.

G. Cuzon, nutritionniste du Cop (Ifremer, Tahiti), a ensuite dégagé les caractéristiques essentielles des besoins nutritionnels du *Lates calcarifer* en matière de protéines et d'énergie. Un modèle développé pour le poulet en élevage a été utilisé. Les valeurs des protéines et de l'énergie digestibles sont rassemblées sur un graphe en 3 dimensions incluant l'évolution du taux de croissance. L'optimum semble se situer aux alentours de 1,6 g de protéines et 55 kJ d'énergie pour 100 g de poids vif.

O.J. Day (université de Bangor, pays de Galles, Grande-Bretagne) a ensuite exposé les possibilités d'utilisation de la farine de soja en complément de protéines de farine de poisson chez le turbot *Scophthalmus maximus*. Les auteurs ont testé cinq régimes entre 0 et 100 % de farine de soja. De la méthionine a été ajoutée dans l'aliment, proportionnellement au soja. À 25 % de soja, les croissances sont identiques à celle des animaux alimentés exclusivement à base de farine de poisson. Pour parvenir à incorporer plus de soja, il faut maintenant comprendre le mécanisme exact de l'absorption de la méthionine.

J.C. Falguière (Ifremer, Martinique) a présenté un travail sur les relations entre la croissance et la maturation sexuelle chez l'ombrine tropicale *(Sciaenops ocellata)* élevée en cages flottantes en Martinique. Jusqu'à 3 kg, il n'est pas apparu de différence de croissance entre les sexes chez les poissons obtenus à partir de juvéniles transférés en cages à 3 g et alimentés avec un granulé titrant 50 % de protéines.

R. Philippe (Ifremer, Martinique) a étudié les réponses de l'ombrine à différents régimes de prémix vitaminiques chez des poissons de 4,5 g de poids initial et stabulés à 28-31 °C. Les taux de croissance obtenus entre les différents régimes (de 100 % à 400 % du régime vitaminique préconisé par le National Research Council américain en 1993) ne sont pas significativement différents. Ainsi, les recommandations du NRC pour la truite arc-en-ciel, en particulier pour la vitamine C, paraissent applicables chez l'ombrine.

J.C. Falguière (Ifremer, Martinique) a présenté les résultats de reproduction et de ponte de l'ombrine *Sciaenops ocellata* stabulée en bassins de 20 m^3 sous température (22-29 °C) et photopériode contrôlées (10-14 heures d'éclairement par jour).

Une procédure a ainsi été développée en utilisant deux bassins conditionnés et un troisième maintenu en système naturel. 717 000 œufs par kilogramme de femelles ont été obtenus avec une ponte tous les trois jours durant la saison.

J. Zambonino (Ifremer, Brest) a exposé les premières données obtenues en matière d'enzymologie digestive de la larve chez l'ombrine *Sciaenops ocellata*. Élevées 30 jours à 27 °C, à 33 ppm de salinité et à une densité de 100 larves/litre, les larves présentaient une taille de 25 mm à la fin des expérimentations (18 % de survie). Trypsine et amylase sont produites efficacement à j18 alors que d'autres enzymes, bons « marqueurs » de l'activité de la bordure intestinale, comme la phosphotase alcaline et la leucine aminopeptidase, ont leur activité respectivement multipliée par 50 et 75 entre j18 et j30. Ces phénomènes apparaissent plus nettement et plus précocement que chez le bar *Dicentrarchus labrax*, espèce tempérée.

La présentation suivante de S. Kolkovsky (centre national d'Eilat, Israël) a traité de l'utilisation de petits animaux-proies (larves d'oursin, rotifères et larves d'huîtres) pour l'élevage larvaire d'un mérou, *Epinephelus aeneus*. Les souches de rotifères de très petite taille se sont révélées adéquates et supérieures aux autres aliments, surtout pour une utilisation à haute concentration (100 rotifères/ml).

C. Saint-Félix (Ifremer, Martinique) a ensuite exposé les résultats préliminaires d'élevage d'une espèce locale, le « saumon caraïbe » *Elagatis bipinnulatus*, capable d'atteindre 1,7 kg à 1 an et transformant correctement l'aliment (taux de conversion de 1,7). L'espèce se révèle peu farouche et résiste à de fortes densités ce qui en fait un très intéressant candidat à l'aquaculture aux Antilles. Quelques problèmes de parasitisme sont apparus en eau de mer au-dessus de 30 °C.

I. Nengas (Centre de l'IMBC, Grèce) a présenté un travail relatif à l'utilisation d'attractants alimentaires dans la nourriture de *Dentex dentex* en élevage. Les besoins en vitamine C, vitamine E et acides gras ont été vérifiés chez cette espèce. Les aliments humides sont apparus supérieurs, mieux consommés que les aliments secs pour daurade *(Sparus aurata)*. L'indice hépatosomatique n'est pas affecté ; les attractants ne se sont pas révélés indispensables pour des poissons de 11 g testés avec sept formules différentes.



Échantillonnage d'ombrines, Sciaenops ocellata, *élevées en cages flottantes à la Martinique.*



Juvéniles de « loup tropical » Lates calcarifer *élevés à Tahiti (Cop).*

Numéro de session ***: 3***
Titre de la session ***: élevage de poissons tropicaux***
Modérateur ***: Jim Rakocy***
Synthèse ***: J. Zambonino, G. Boeuf***

Le premier exposé de G. Boeuf (Ifremer, Brest) a abordé l'adaptation à l'eau de mer et le statut thyroïdien chez le tilapia rouge (hybride de la souche red Florida) élevé en Martinique. Les conditions du transfert en eau de mer du tilapia rouge, ainsi que les niveaux d'hormones thyroïdiennes (T3 et T4) qui en résultent, sont précisés au cours de cette étude. Il en ressort que :
- le transfert direct en mer est impossible (poids : 50 à 200 g). Il doit être progressif sur au moins 2 jours. Les animaux ont alors une très bonne survie et croissent en eau salée ;
- l'élevage en bassin donne de meilleurs résultats qu'en cage en mer ouverte, notamment grâce à un meilleur contrôle des parasites ;
- le maintien des concentrations en hormone thyroïdienne T3 semble être corrélé au potentiel de croissance de l'animal.

S. Appelbaum (université Ben Gourion, Israël) a étudié l'adaptation du poisson-chat africain *Clarias gariepinus* à l'aquaculture dans le désert israélien. Son objectif est double :
- utiliser une eau d'une salinité de 15 g/l, pompée dans le sous-sol du désert à faible coût ;
- élever une ou des espèces capables de supporter de fortes températures (jusqu'à 38 °C) et de faibles valeurs d'oxygène dissous.

Le poisson-chat *Clarias gariepinus* répond à ces critères. De plus, il est peu agressif et supporte de fortes densités d'élevage.

L'exposé de C. Mélard (université de Liège, Belgique) a abordé la culture intensive de poissons tropicaux d'eau douce en eau réchauffée. Il s'agit d'un compte rendu des résultats d'élevage de larves et juvéniles de différentes espèces tropicales stabulées entre 22 °C et 26 °C dans des effluents de la centrale nucléaire de Tihange : *Clarias, Colossoma, Oreochromis* spp., *Prochilodus, Hypophthalmichtys*...

Le travail sur la pharmacocinétique de l'acide oxolinique dans les muscles de bar, après un traitement oral, à température élevée, a été présenté par P. Christofilogiannis (centre de recherche d'Hellenikon, Grèce). Dans cette étude, l'auteur a suivi le métabolisme d'élimination d'un antibiotique (donné à raison de 30 mg/kg.j à 26 °C) et précisé ses conditions d'efficacité. L'acide oxolinique est actif au bout de 3 jours et se retrouve essentiellement concentré dans le foie. Il est totalement éliminé au bout de 11 jours.

J.E. Rakocy (université des Îles Vierges américaines, États-Unis) a présenté une remarquable communication sur le développement d'un système « aquaponique » pour la production intensive de tilapia (hybride de la souche red Florida) et de légumes hydroponiques. Il a décrit un système de production intégré laitue-tilapia.

L'eau sortant des élevages de poissons est filtrée afin de retenir les matières solides, puis passe dans des canaux où poussent des laitues à une densité de 16 à 20 m^2. Les plantes purifient l'eau de son ammoniaque et cette eau « recyclée » sert à nouveau aux élevages de poisson (seulement 1,6 % de l'eau est perdue). Le pH de l'eau est contrôlé et est maintenu à 6,9. Il faut seulement ajouter aux cultures les oligo-éléments minéraux suivants : Fe, Ca et K. Ce système fonctionne depuis deux ans et a déjà permis de générer des profits. Son coût est de 30 000 $ pour 1 unité. Le chiffre d'affaires annuel d'une unité atteint 43 480 $. Le système est commercialement viable et est recommandé pour les îles semi-arides. Les inconvénients possibles sont d'éventuelles contaminations bactériennes et les poussées incontrôlées (blooms) de zooplancton.

La dernière présentation a été faite par D. Rakotomalala (coopérative aquacole de La Réunion) sur les résultats zootechniques obtenus sur l'île de la Réunion dans des bassins utilisés auparavant pour la stabulation des tortues vertes et adaptés à l'élevage du tilapia *(O. mossambicus)* en eau de mer. Tout le cycle s'effectue en eau salée. Les femelles sont éliminées à 30 g (vendues comme appât pour la pêche). Le parasitisme, principal problème, est résolu par des traitements au vert malachite associé au formol. Les animaux sont commercialisés entre 350 et 500 g (1,2 t en 1997).



Vente d'hybrides de tilapias rouges produits de manière artisanale aux Philippines.

Thème 2
Aquaculture tropicale : crevetticulture

Numéro de session *: 4*
Titre de la session *: crevetticulture 1*
Modérateur *: Alain Michel*
Synthèse *: J.L.Y. Martin (Cop), J.R. Bonami, D. Coatanea*

Cette session particulière consacrée aux crevettes marines et d'eau douce n'a en fait concerné que les crevettes pénéides. Plusieurs thèmes ont été abordés.

Relation aquaculture et environnement

De cette présentation de J.L.M. Martin (Ifremer-Cop Crema-L'Houmeau), traitant de la typologie de zones aquacoles très différentes (principalement dans le Sud-Est asiatique et en Nouvelle-Calédonie), se dégage une notion de classification des zones d'élevage en fonction de leur niveau de confinement. Ce dernier est mesuré selon une échelle variant de 1 à 6 (1 = mer ouverte, 6 = milieu fermé). La productivité des fermes installées dans ces différentes zones reflète cette classification, avec par exemple une production quasi nulle sur le site de Cerebon, Indonésie (zone 6), de 3 à 5 t/ha/an en Nouvelle-Calédonie (zones 2 à 3) et de 7 t/ha/an à Coco Bay, Indonésie (zone 1). Le travail effectué sur ce thème se poursuit par la recherche d'indicateurs biologiques qui faciliteraient l'étude des sites favorables à l'aquaculture et l'évaluation de leur potentiel de production.

Génétique

Un exemple de programme de sélection par familles a été présenté par un membre de l'équipe de l'université de Texas A&M. Ce programme réalisé sur *Penaeus vannamei* consiste en l'étude de l'influence des paramètres environnementaux « renouvellement d'eau » et « taux de nutrition » sur le gain de poids, le poids final et la survie. L'appréciation de l'héritabilité des résultats fait également partie de l'étude.
Certaines corrélations comme gain de poids/poids final, ou survie/poids final ont été mises en évidence, sans démontrer le caractère héritable de ces résultats qui n'ont été influencés que par les conditions environnementales.

Pathologie

Ce thème a été illustré par deux présentations.

Virologie

J.R. Bonami (CNRS/Ifremer) a passé en revue des virus connus en tant que pathogènes des crevettes (10 virus à ADN et 5 virus à ARN) et évoqué des axes de la recherche sur les outils de diagnostic. À l'heure actuelle, il existe une sonde commerciale (IHHN) et plusieurs sondes qui, soit ne présentent pas d'intérêt commercial manifeste, soit sont encore au stade expérimental (TSV, MBV, BP, YHV et WSV).

Immunologie

J. Rodriguez (CENAIM, Équateur) a dressé le panorama des techniques et outils de recherche concernant la réponse immunitaire des crevettes, sous la forme de marqueurs immunitaires, au niveau cellulaire (hémocytes) ou au niveau de la production de peptides antimicrobiens en réaction de défense. Par ailleurs, l'interaction entre le système immunitaire et les bactéries associées aux élevages a été illustrée par un exemple issu des écloseries équatoriennes, dans lesquelles *Vibrio alginolyticus* joue un rôle de probiotique en contrôlant l'expression de *Vibrio harveyi* en élevage larvaire.

Nutrition

Deux aspects différents ont été évoqués : l'alimentation des géniteurs et la relation nutrition-environnement.

Alimentation des géniteurs

Le remplacement d'une partie de la nourriture fraîche (bloodworm, moule, calmar) par des *Artemia* adultes enrichis (ou non) par un mélange de HUFA, cholestérol, Vitamines C et E et asthaxanthine, permet d'augmenter la fréquence des pontes, la qualité des nauplii et la survie Mysis 2/Zoé 1, mais n'influe pas sur le nombre et la taille des œufs. Dans cette étude, il semble que le facteur « *Artemia* adulte » soit prépondérant par rapport au facteur « enrichissement », ce dernier n'intervenant que sur la fréquence des maturations.

Nutrition - environnement

A. Lawrence (université du Texas A&M, États-Unis) a traité du problème de l'impact de l'aliment sur les rejets émis dans l'environnement d'élevage. Dans des aliments expérimentaux, la réduction des taux de protéines à 25 % et même à 18 % permet de limiter les déchets azotés produits par des juvéniles dans un système expérimental. Ces résultats n'ont pas encore bénéficié au secteur productif.

Recherche et développement : cas de figure

Sur ce thème, deux exemples ont été évoqués.

Les 25 ans de programmes de recherche et développement du centre océanologique du Pacifique (Ifremer, Tahiti) en aquaculture tropicale.

J.L.Y. Martin a exposé la démarche qui a conduit à traiter successivement les problèmes d'acquisition de bases biologiques et zootechniques, puis le transfert des techniques, et enfin à recibler les recherches sur les problématiques issues du développement : la pathologie, la génétique et l'environnement.

L'exemple calédonien

Les conditions qui ont permis l'émergence d'une filière de production de crevettes pénéides en Nouvelle-Calédonie ont été décrites par D. Coatanea : phase de recherches zootechniques préalables, pilote de démonstration et étape commerciale ont été détaillés, en insistant sur les aspects socio-économiques de cette industrie.

Numéro de session ***: 9***
Titre de la session ***: crevetticulture 2***
Modérateur ***: Addison Lawrence***
Synthèse ***: G. Cuzon, J. Zambonino***

Cette session sur l'aquaculture tropicale des crevettes marines et d'eau douce comportait une majorité de présentations ayant trait à la nutrition/alimentation de ces espèces d'intérêt économique ainsi qu'une communication sur la physiologie des crevettes. Elle était animée par Addison Lawrence dont les interventions sont toujours remarquées grâce à son charisme. Par l'importance de ses installations d'expérimentation au Texas et le flux d'étudiants de l'université de Texas A&M, il donne le ton sur les sujets d'études les plus porteurs (aliments peu polluants, besoins en acides aminés, modélisation de transferts crevettes/milieu, etc.).

Trois travaux du centre océanologique du Pacifique étaient présentés dans cette session, le premier sur la mise en place de la production industrielle d'aliments pour crevettes pénéides, le second sur la capacité osmorégulatrice comme outil d'évaluation de la toxicité des fonds de bassins, le troisième sur l'approche en trois dimensions avec surfaces de réponse des équilibres protéines-énergie de deux espèces de crevettes (thème de nutrition comparée développé dans la thèse de M. Cousin). L'étude détaillée de ces communications est donnée ci-après.

Quinze années de production d'aliments pour l'élevage de crevettes en Nouvelle-Calédonie (Aquacop et Cuzon, Ifremer Tahiti)
Cette présentation relate quinze années de recherche-développement en matière de nutrition des crevettes. Il s'agissait de mettre au point un aliment en termes de technologie (process de fabrication ; liant) comme en termes de formulation. Ce travail de longue haleine a été facilité par une excellente collaboration entre un partenaire industriel (Sica) et le Cop. Les actions de développement ont permis l'émergence d'une activité aquacole économiquement viable, avec un impact positif sur l'économie locale.

Simulation de formules alimentaires et effets des stratégies d'alimentation sur la production de *Penaeus vannamei* et l'accumulation de l'azote dans l'eau (Montoya *et al.*, université de Texas, États-Unis)
Un logiciel a été développé afin de pouvoir prédire la production de crevettes et l'accumulation d'azote inorganique dissous en fonction des quantités d'aliment distribuées (stratégies d'alimentation) et des types d'aliments (nature des composants, méthodes de fabrication).

Utilisation de la capacité osmorégulatrice de *Penaeus stylirostris* pour l'évaluation *in situ* de la toxicité des sédiments de bassins d'élevage (Cochard et Aquacop)
Selon la localisation des cages dans le bassin (position par rapport à l'arrivée ou à la sortie de l'eau), la capacité osmorégulatrice de la crevette est modifiée. Ainsi, cette capacité est abaissée lorsque les cages se situent près de la sortie de l'eau.

Cependant, il n'a pas été possible de corréler cette variation de la pression osmotique à un des composants du sédiment.

Équilibre protéines-énergie chez deux espèces de pénéides : approche à trois dimensions utilisant les surfaces de réaction (Cousin et Cuzon, Ifremer Tahiti)
Les critères nutritionnels (utilisation des protéines et de l'énergie) sont très proches chez les deux espèces ; quelle que soit l'espèce, l'énergie corporelle n'est pas influencée par l'apport énergétique. Ces critères baissent lorsque l'énergie alimentaire augmente. De plus, le taux protéique n'a pas d'effet très net sur la croissance, l'énergie et la rétention protéique. Il est conclu à la possibilité d'abaissement du taux protéique des régimes en introduisant des amidons.

Besoins en vitamines de *Penaeus vannamei* et de *Penaeus stylirostris*
(A. Lawrence, université de Texas A&M, États-Unis)
Cette étude propose de déterminer les besoins minimums en vitamines chez deux espèces de crevettes, en utilisant différents taux d'un même mélange vitaminique. Les expériences ont duré sept semaines, après une semaine de régime vitaminique commun. Le taux de vitamines influence positivement la croissance de *P. vannamei*, alors que la survie n'est pas affectée ; les besoins estimés sont compris entre 0,25 et 0,375 %. Il agit de même pour la survie et la croissance de *P. stylirostris* avec un taux maximum vers 0,5 %. Cette étude démontre que l'on peut ne pas utiliser la même quantité de prémix pour ces deux espèces. Actuellement cette pratique est cependant courante car les prémix sont surchargés en vitamines.

Effet de l'oxygène dissous et de la température sur la survie, la biomasse et la croissance de la crevette juvénile à pattes jaunes *Penaeus californiensis*
(Ocampo et Villareal, Mexique)
Une basse teneur en oxygène dissous et une faible température diminuent significativement la croissance des crevettes juvéniles.

Ratios amino-acides essentiels sur énergie nécessaire afin de satisfaire les besoins métaboliques journaliers de la crevette *Penaeus vannamei*
(Velasco *et al.*, université de Texas A&M, États-Unis)
Une comparaison de régimes semi-purifiés à 10,18 et 25 % de protéines brutes permet de sélectionner un régime à 18 % CP dont on analyse le profil d'acides aminés pour l'arginine et pour la lysine. L'apport en acides aminés essentiels est de 3,9 mg/kcal. Le rapport protéines/énergie donne 52 mg/kcal. Cette valeur s'éloigne de celles trouvées par Cousin (80-120 mg/kcal) sur des juvéniles de 5-7 g mais les valeurs obtenues par Velasco concernent des post-larves.

Étude d'un mélange bactérien destiné à réduire l'effet négatif des effluents de fermes à crevettes (Thorensen *et al.*, université de Texas A&M, États-Unis)
Un apport de bactéries dans les bassins d'élevage stimulerait la dégradation de la matière organique. Le produit s'appelle Biostart HB-1 et contient des *Bacillus*. Cependant, la réduction effective des déchets organiques n'est pas étudiée complètement. Par ailleurs, aucune prévision n'a été donnée quant à l'accumulation des sédiments au niveau du fond.

Cette session a permis de faire le point sur les dernières avancées en matière de nutrition des crevettes et de présenter l'exemple d'une réussite en matière de développement avec la mise en place d'une production industrielle d'aliments en Nouvelle-Calédonie.
Les principaux axes de recherche en matière de nutrition des pénéides restent :
- la réduction de la pollution due à l'apport d'aliments composés ;
- l'amélioration des connaissances sur les besoins notamment en acides aminés ;
- l'étude de formulations visant à permettre, à chaque phase d'élevage, l'expression du potentiel génétique de croissance de l'espèce.
Malgré une longue période de recherche en matière d'alimentation des crevettes, de nombreux points sont encore à préciser, notamment l'utilisation d'ingrédients comme les levures dont les propriétés prophylactiques ont été mises en évidence depuis longtemps chez les poissons.



Ferme d'élevage intensif de crevettes pénéides, Penaeus vannamei, *à Tahiti.*

Thème 3
Aquaculture insulaire : aspects socio-économiques

Numéro de session ***: 6***
Titre de la session ***: aspects socio-économiques de l'aquaculture insulaire***
Modérateur ***: Jean-Michel Salmon***
Synthèse ***: P. Paquotte***

L'objectif de cette session était de fournir un cadre de réflexion générale sur les aspects socio-économiques liés à l'insularité. En effet, il est apparu important de replacer l'aquaculture dans le contexte économique des îles afin de mieux dégager les atouts et contraintes de l'insularité pour le développement de l'aquaculture.

C'est pourquoi Jean-Michel Salmon de l'université des Antilles et de la Guyane, modérateur de la session, a d'abord présenté les grandes lignes des stratégies de développement spécifiques aux petites îles. Il a souligné que l'économie de celles-ci souffre de leur petite taille et d'une mauvaise accessibilité, à l'origine de caractéristiques structurelles bien identifiées : économies d'échelle limitées, fort taux d'importation, poids dominant des services. En revanche, les économies insulaires présentent certains atouts : aide internationale souvent élevée par habitant, tradition d'émigration qui réduit l'augmentation du chômage, transferts de fonds de la part des émigrés, obligation d'adopter des stratégies de croissance basées sur les exportations. Tout ceci explique pourquoi les îles ont presque toujours réussi à sortir du sous-développement et se trouvent plutôt dans la catégorie des pays à « revenu moyen ». L'aquaculture peut s'avérer une activité propice au développement des îles en valorisant un milieu naturel favorable moins soumis que le continent à l'extension des villes et aux risques de pollution d'origine industrielle ou agricole.

Les exposés suivants ont présenté certains exemples de projets de développement aquacole dans des îles ou ont abordé des aspects économiques généraux liés à l'aquaculture qui doivent être pris en compte par les îles. En particulier, la communication de Cassidy, O'Reilly et Burnell (Irlande) a insisté sur l'importance de la construction d'un partenariat solide entre les différents acteurs lors de la construction d'un projet de ferme de turbot dans une petite île du Sud de l'Irlande. La bonne insertion du projet dans le contexte socio-économique local est un atout en dépit de certaines contraintes liées à l'isolement et à la difficulté d'accès en cas de mauvais temps. La communication suivante de Guy Lebrun (entreprise Poisson-pilote) a traité des rivages de la Corse qui font l'objet d'un plan de développement afin d'être valorisés par d'autres activités que le tourisme. En Corse, le développement de l'aquaculture était jusqu'à présent freiné ; l'objectif est de créer une véritable filière de production insulaire répondant aux besoins des consommateurs européens.

Ainsi, il est prévu de mettre en place une unité de filetage et de préemballage des poissons pour l'exportation et de créer une cellule de transfert technologique pour favoriser la mise en œuvre de techniques destinées à réduire les coûts de production (amélioration génétique, prégrossissement en circuit fermé).

Les deux communications suivantes ont abordé les problèmes de marché qui s'avèrent d'autant plus cruciaux pour les îles qu'elles doivent très vite affronter la concurrence internationale. Catherine Mariojouls de l'institut agronomique Paris-Grignon a montré que la production aquacole s'inscrit dans un contexte concurrentiel plus large que celui des seuls produits de la mer et que des substitutions possibles existent avec d'autres denrées alimentaires en fonction de l'évolution des modes de vie, des prix et des formes de présentation des produits. L'exemple de l'aquaculture méditerranéenne a révélé le besoin qu'ont les producteurs d'adapter leur offre de produits à la diversité de la demande et de prendre en compte l'importance grandissante des signes de qualité spécifique. Ce dernier élément est à prendre en considération par les îles afin de compenser certaines contraintes de coût par la mise en valeur de leur excellente image. L'exemple de la commercialisation des produits de l'aquaculture de l'île de la Réunion proposé par M. Dyckerhoff a mis en évidence le besoin d'organisation de toute la filière pour pouvoir s'adapter à la demande. Pour répondre à la diversité de goût des consommateurs (différentes ethnies, différents circuits de distribution) des démarches collectives ont été entreprises pour le contrôle de la qualité et la promotion des produits de l'île tout en favorisant les initiatives individuelles.

Denis Lacroix (Ifremer) a montré qu'avec près du tiers de la production de poissons marins d'élevage de l'ensemble des pays du bassin méditerranéen, les îles de cette région ont fait la preuve qu'elles réunissaient les conditions naturelles et socio-économiques favorables au développement de l'aquaculture. Grâce au transfert de techniques d'élevage en mer ouverte issues de la salmoniculture norvégienne, les élevages de loups et de daurades ont bénéficié de la qualité exceptionnelle des eaux des îles méditerranéennes sans dégradation du paysage et en réduisant les conflits d'usage sur un littoral fortement convoité par le tourisme. Afin de poursuivre ce développement, le renforcement des réseaux d'information technique et économique existants est nécessaire pour compenser le handicap de l'isolement et de la petite taille. Par ailleurs, des démarches visant à promouvoir la qualité spécifique des produits insulaires pourraient être envisagées dans un cadre de concertation régionale.

La dernière communication a concerné le projet d'élevage de la coquille Saint-Jacques tropicale *(Pecten zic-zac)* aux Bermudes, présentée par Samya Sarkis. La forte demande en produits de la mer locaux exprimée par les touristes est une motivation pour développer l'aquaculture sur l'île mais le manque de terrains disponibles sur la côte et les contraintes de libre navigation ont conduit à envisager un type d'élevage qui se pratique en semis sur le fond. Cependant, le coût de la main-d'œuvre et l'absence de tradition aquacole dans l'île ne favorisent pas le développement de cette activité.

Le débat qui a suivi ces communications a permis d'évoquer les différentes formes d'aquaculture qui peuvent être développées dans les îles. Dans le cas des îles fortement touristiques, bénéficiant d'infrastructures de bonne qualité mais où la main-d'œuvre est chère, les systèmes intensifs apparaissent les mieux adaptés. L'importance de la fidélisation de la clientèle a été soulignée, surtout dans le cas des îles les plus éloignées ou les plus petites qui dépendent essentiellement des marchés extérieurs soumis à une forte concurrence internationale. Enfin, la discussion a confirmé le rôle de la concertation et de la négociation dans la mise en place de structures de production sur le littoral et d'une filière de commercialisation pour les produits aquacoles.



Ferme industrielle de crevettes d'eau douce Macrobrachium rosenbergii *à Porto Rico.*

Numéro de session ***: 7***
Titre de la session ***: aquaculture insulaire : études de cas en région tropicale***
Modérateur ***: Daryl Jory***
Synthèse ***: J.L.Y. Martin (Cop), J.C. Cochard, J.L.M. Martin (Crema)***

Études de cas

P. Paquotte (Ifremer) a présenté une simulation technique et économique de la production de l'ombrine en Martinique. Une étude économique prévisionnelle pour une exploitation artisanale de 20 t/an (poissons de 350 g et 800 g) ou industrielle de 200 t/an (poissons de 800 g) donne un retour sur investissement après 2 à 3 ans, avec un profit net de 21 à 36 %.

Trois échecs de développement ont été analysés.

• D. Rakotomalala a retenu l'expérience de production de tortues vertes à la Réunion. Malgré une réussite technique et une bonne rentabilité de l'élevage, la production a dû s'interrompre après l'interdiction du commerce international des produits et sous-produits de tortue. Cette ferme se réoriente vers la production de tilapia rouge en eau de mer (voir session 3) et la création d'un « centre de la tortue » à des fins pédagogiques et touristiques.

• E. Kaplan (université de Jamaïque) en s'appuyant sur un modèle de culture à grande échelle du tilapia en Côte-d'Ivoire a analysé l'échec d'un projet de ferme industrielle de 320 t/an, fondé sur des investissements privés étrangers et sur l'adaptation de la technologie de la salmoniculture (cages flottantes de 216 m^3). Les études prévisionnelles classiques pour un pays développé se sont révélées inadaptées pour un pays en développement dont la structure sociale est très éloignée des standards occidentaux. Le résultat a été l'échec du projet et la faillite des investisseurs. Une tentative de reprise par la Banque mondiale n'a pas abouti.

• N. Brem (consultant) a étudié l'échec du développement de la filière d'élevage de la crevette d'eau douce *Macrobrachium rosenbergii* en Guyane française et conclu à des raisons économiques : subventions trop importantes, très forte concurrence sur les marchés à l'export, infrastructures locales insuffisantes pour garantir la fiabilité de la chaîne de production. Les bassins d'élevage ont été reconvertis en 1993 pour de petites productions locales, en système extensif, sans aliment importé : atipa (poisson cuirassé local), carpe locale *(Leporinus federici)* et des poissons d'ornement, collectés dans le milieu naturel, grossis en bassin et vendus à des exportateurs spécialisés. Un projet d'élevage de caïmans est à l'étude. Cette reprise d'activité est soutenue par le conseil régional. Un syndicat des producteurs aquacoles a été créé pour recevoir les subventions, regrouper les achats et organiser la formation. L'objectif 1997 était de produire 18 t de poissons, 13 t de chevrettes et 42 500 poissons ornementaux. Les problèmes de fond liés au développement restent cependant les mêmes : main-d'œuvre chère et peu qualifiée, logistique difficile, étroitesse du marché local, surcoût général des intrants par rapport aux autres pays producteurs.

Autres présentations

D. Jory (université de Miami, États-Unis) a décrit de manière assez générale une technique de stimulation de la productivité naturelle de bassins d'élevage dans une ferme commerciale.

T. Cabrera (université Oriente, Vénézuéla) a présenté l'aquaculture au Vénézuéla. En 1996, celle-ci a produit environ 7 400 t dont 3 400 t de poissons d'eau douce (cachama ou *Colossoma macropomum*, tilapia et truite) et 4 000 t de crevettes (95 % *P. vannamei* et 5 % *P. stylirostris*). Le tilapia (160 fermes, 150 ha, 1 600 t) connaît une stagnation due à une relative saturation du marché. Le cachama, plus apprécié sur le marché local, est produit dans une centaine de fermes artisanales ; sa production actuelle (1 200 t) est en expansion. La crevette fait l'objet d'une production industrielle alimentée par deux écloseries (17 millions de post-larves par mois). Huit fermes totalisent 1 400 ha. Aucune pathologie grave n'a été recensée à ce jour.

M. Wilkinson a présenté les productions de la société C-Quest basée à Porto Rico et a analysé les contraintes de cet élevage de poissons d'ornement : nécessité d'avoir un catalogue très diversifié d'espèces produites ; structure de production composée de multiples unités de petites dimensions (400 aquariums pour la reproduction et 600 pour le grossissement). Les poissons ornementaux d'élevage sont en général plus résistants que les poissons capturés et s'acclimatent plus rapidement aux conditions de vie en aquarium.

Discussion

Le modérateur a lancé la discussion en énonçant deux affirmations :
- la diversification doit permettre de mieux stabiliser l'aquaculture ;
- au lieu de rechercher s'ils peuvent techniquement produire telle espèce, les aquaculteurs devraient d'abord se demander quelles espèces ils peuvent vendre et sur quels marchés.

La meilleure taille de commercialisation de *Macrobrachium rosenbergii* a fait l'objet d'une discussion. Sachant que le rapport tête/queue chez les plus gros animaux est défavorable, il est préférable de vendre des animaux entiers plutôt que des queues, ce qui implique un marketing spécifique.

Le représentant de la Sica Guadeloupe a demandé si quelqu'un avait des informations sur *Macrobrachium carcinus*. La Jamaïque a essayé un certain temps cette espèce mais *M. carcinus* ne présente pas d'avantages par rapport à *M. rosenbergii* :
- développement larvaire long ;
- grossissement plus difficile car l'espèce est territoriale et agressive. La croissance est lente.

D. Lacroix fait remarquer que, dans la phase cruciale du démarrage, la réussite d'un projet dépend d'abord de l'adaptation de la technologie au contexte local mais tout autant du cadre socio-économique : clarté de la réglementation, appuis bancaires, disponibilité de main-d'œuvre locale qualifiée, fiabilité des services publics comme les télécommunications et des services privés, comme les transports ou l'approvisionnement en pièces détachées d'usage courant. En conséquence, il vaut

mieux démarrer à petite échelle avec des perspectives sur un marché local plutôt que de chercher à lancer d'emblée un gros projet, en prenant des risques sur la mise en œuvre technique ou sur le débouché commercial. Cette prudence est souvent perçue comme une perte de temps ; mais cette « perte » est dans tous les cas très inférieure à la perte de crédibilité dans toute forme d'aquaculture qu'entraîne l'échec initial d'un gros projet, souvent très médiatisé.
La diversification vers les crevettes marines ornementales a également été abordée. Des essais ont eu lieu à Porto Rico. Les résultats n'ont pas été probants.



La crevette géante d'eau douce, Macrobrachium carcinus, *de la Martinique.*

Numéro de session ***: 8***
Titre de la session ***: aquaculture insulaire : étude de cas en Méditerranée***
Modérateur ***: Philippe Paquotte***
Synthèse ***: P. Paquotte, D. Lacroix***

L'objet de cette session était de présenter une série d'études de cas sur le développement de l'aquaculture dans les îles des pays du bassin méditerranéen afin de mieux dégager les atouts et les contraintes de l'insularité pour cette activité. L'élevage du bar et de la daurade a été retenu en dépit de leurs faibles performances de croissance ; ce sont les seules espèces de poissons marins produites en intensif à grande échelle en Méditerranée.

L'exemple le plus marquant est certainement celui de **Malte,** petite île-état de la Méditerranée orientale qui a réussi en quelques années à développer une activité aquacole significative avec un objectif de production de 2 000 t en 1997. Le succès maltais a été présenté d'une part par le responsable d'un projet d'investissement privé mettant en jeu des capitaux étrangers, Olivier Bourgeois de la société P2M, et d'autre part par le directeur du centre national d'aquaculture, Carmelo Agius, qui a coordonné le développement de l'aquaculture à Malte. Ce développement, initié à partir de 1990, repose sur la mise en place d'unités de production de type industriel utilisant des cages adaptées à la pleine mer. Le choix de cette technique a été fait dans le cadre d'une démarche de planification du développement de l'aquaculture qui visait à identifier clairement les atouts et les contraintes de l'île.

À propos de **Chypre,** autre exemple d'île-état ayant décidé de promouvoir le développement de l'aquaculture en dépit de l'absence de subventions européennes, Daphne Stephanou, du ministère de l'Agriculture, a montré comment les conflits d'usage vis-à-vis du tourisme ont pu être résolus grâce à un travail de négociation. On peut même parler de complémentarité entre aquaculture et tourisme à Chypre. Contrairement à l'opinion générale (marché local trop réduit pour des poissons haut de gamme, d'où la nécessité d'exporter la majeure partie de la production), la consommation des touristes représente le principal débouché des produits d'aquaculture ; de plus, les fermes sont des centres d'intérêt touristique.

En **Grèce,** près de la moitié de la production de poissons d'élevage est réalisée dans des îles plus ou moins éloignées du continent : environ 9 000 t sur un total de 18 000 t en 1996. Plusieurs groupes industriels se sont constitués en intégrant écloseries, différents sites de grossissement et structures de commercialisation, comme Nireus, dont l'activité a été présentée par Apostolos Tzoumas. Le groupe Nireus a implanté une partie de ses unités d'élevage dans des îles. Il a constaté que les coûts de production y étaient plus faibles du fait du moindre coût de la main-d'œuvre, des possibilités d'emprunts à intérêts bonifiés et surtout de la plus faible mortalité d'origine pathologique liée à la meilleure qualité des eaux.

Bien que l'aquaculture marine turque ne soit pas pratiquée dans des îles, il est intéressant de noter les progrès de la production aquacole de la **Turquie** qui représente

un concurrent sérieux pour les autres pays méditerranéens. La production, de l'ordre de 6 000 t en 1996, est assurée essentiellement par des fermes artisanales utilisant des cages flottantes dans des sites abrités pour l'élevage de poissons de petite taille vendus principalement sur le marché italien.

Aux **Canaries,** la consommation locale de poisson est peu élevée. Néanmoins, plusieurs fermes aquacoles ont été construites en vue de fournir les marchés espagnol, italien et français. Pour l'instant, tous les alevins sont importés du continent. Bien que l'éloignement entraîne des coûts de fret élevés, l'activité est rentable grâce à la croissance rapide des poissons qui bénéficient d'un profil thermique très favorable. La production de poissons de plus de 1 kg repose à la fois sur des structures en béton à terre et sur des cages en mer ouverte (500 t en 1996).

En **Corse,** l'aquaculture, après avoir progressé rapidement pour atteindre une production de 1 000 t dès 1993, semble aujourd'hui rechercher un second souffle. Pierre Lensi, qui a travaillé au développement de l'aquaculture pour le compte du conseil régional corse, constate l'absence de nouveaux projets d'entreprise ou de repreneurs pour certaines entreprises en difficulté. Alors que les sites corses sont d'excellente qualité pour l'aquaculture, il apparaît que c'est la spécificité du contexte politique local qui décourage les investissements industriels.

Gordana Sarusic, de l'entreprise Cenmar en **Croatie,** a expliqué qu'en dépit de certaines difficultés logistiques (transport, électricité) les îles croates avaient été choisies préférentiellement au continent pour l'implantation de fermes aquacoles en raison de la qualité exceptionnelle des eaux. La production aquacole de ces îles représente 1 000 t d'origine insulaire, sur un total de 1 700 t en 1996. Cantonnées au début dans les sites les plus abrités, les fermes se sont installées progressivement en mer ouverte. Des aides particulières sont attribuées aux fermes implantées dans les îles, en sus du soutien apporté pour compenser le handicap des frais de douane à l'entrée du marché européen. Le développement de l'aquaculture a été interrompu par la guerre et a besoin de nouveaux capitaux. Des essais de grossissement de thon sont en cours.

À **Madère**, l'éloignement, le manque d'espace et les conflits avec le tourisme sont les principaux obstacles au développement de l'aquaculture, comme l'indique Carlos Andrade, du ministère des Pêches. Avant d'établir un premier projet de ferme aquacole, le gouvernement de Madère a effectué une étude comparative des coûts de production prévisionnels dans des structures à terre et en cages en mer ouverte. Il est apparu que le projet en mer ouverte était beaucoup plus intéressant du point de vue financier que le projet à terre. La première ferme a donc été construite en mer ouverte (100 t en 1996).

La comparaison du développement récent de l'aquaculture entre la **Sicile** et la **Sardaigne** fait apparaître certaines divergences. Une étude réalisée par l'Icram et présentée par Carla Iandoli montre que les fermes d'aquaculture extensive dans les lagunes restent importantes en Sardaigne alors que les élevages intensifs en cages en mer ouverte assurent le développement de l'aquaculture sicilienne (650 t en intensif contre 250 t en extensif en 1996).

Cette session a mis en évidence la manière dont les îles méditerranéennes avaient su tirer parti de leurs excellentes conditions de milieu et de la présence du marché italien très demandeur en bar et en daurade pour développer un secteur d'activité significatif (seulement pour la Grèce, 70 millions de dollars de chiffre d'affaires à l'exportation en 1996). Le soutien public en termes de subventions ou de transfert de technologie a été le plus souvent un succès mais doit être relayé par des investissements industriels. Pour cela, un contexte socio-politique stable et ouvert à la négociation avec les différents utilisateurs du littoral ainsi qu'un plan de développement rigoureux sont indispensables.



Pêche de daurades, Sparus aurata, *dans une ferme grecque près de Thessalonique.*

Thème 4
Aquaculture dans la Caraïbe

Numéro de session : 5
Titre de la session : **Aquaculture aux Antilles françaises**
Modérateurs : **Miguel Laventure, Yves Harache**
Synthèse : **E. Thouard, V. Buchet**

Cette session était organisée à l'intention de tous les acteurs du développement de l'aquaculture aux Antilles françaises : aquaculteurs, décideurs régionaux ou nationaux, administrations et investisseurs potentiels de la Martinique et de la Guadeloupe. Les objectifs étaient les suivants :

- faire le point sur les débuts de l'aquaculture martiniquaise ;
- transmettre à l'auditoire, par la voix d'experts internationaux tirant leur expérience de contextes très divers, les éléments indispensables au développement de cette activité ;
- débattre des voies et des espoirs de développement dans les Antilles françaises ;
- répondre aux interrogations des professionnels martiniquais.

Elle était organisée en deux parties :

- une session de quatre exposés : « L'aquaculture aux Antilles : un historique » (Joslin Louise et Gilbert Barnabé), « Les éléments-clés du développement de l'aquaculture » (R. Flos), « Aquaculture et environnement » (A. Dosdat), « Le marché des produits d'aquaculture » (R. Gabriel) ;
- une table ronde sur les perspectives de la production aquacole dans les Antilles françaises.

Exposés

L'aquaculture aux Antilles : un historique (Joslin Louise et Gilbert Barnabé)

J. Louise relate les débuts de l'aquaculture aux Antilles depuis 1977. Née à l'initiative de J. Bally, pionnier de cette activité sur l'île, l'aquaculture a démarré avec l'introduction du *Macrobrachium* par un spécialiste de l'élevage de cette espèce de l'époque, Roy Jenson (Grande-Bretagne). Trois ans plus tard, à la demande du conseil régional de la Martinique, le Cnexo s'implique dans ce développement en transférant les techniques d'écloserie mises au point au Cop (Tahiti) et développe les méthodes de gestion du grossissement en système continu. En 1981 la Sica, coopérative des producteurs, est créée ; elle prend en charge la production de postlarves et une partie de la commercialisation. À cette époque, se constitue la Sica guadeloupéenne pour le compte de laquelle France Aquaculture construit l'écloserie de Guadeloupe et forme les éleveurs aux techniques de grossissement.

Sous l'impulsion de l'Adam et du Cnexo puis de l'Ifremer, cette période est suivie d'une étape de recherche en aquaculture de poissons. Quelques espèces marines

locales sont testées, mais c'est l'ombrine importée des États-Unis qui est sélectionnée pour initier le développement de ce type d'activité. Parallèlement un hybride rouge de tilapia (souche red Florida) est introduit, ce qui permet l'émergence d'une petite production en bassins d'eau douce à terre.

De 0,2 t en 1978, la production aquacole des Antilles françaises passe à 150 t en 1992 pour se stabiliser ensuite et redescendre à 110-120 t aujourd'hui.

Cette activité concerne trois espèces : « l'écrevisse » *(Macrobrachium rosenbergii)*, le « Saint-Pierre » *(Oreochromis* sp.*)* et l'ombrine ou « loup de la Caraïbe » *(Sciaenops ocellata)*. Cependant, malgré des atouts évidents et quelques frémissements, l'activité aquacole se développe avec difficulté dans ces îles.

Il existe des atouts : « friches » aquacoles avec l'arrêt de certaines fermes d'écrevisses, abondance de sites en mer, disponibilité d'écloseries opérationnelles tant pour le *Macrobrachium* que pour le Saint-Pierre, présence de l'Ifremer en Martinique. La plupart des experts estiment le potentiel de production entre 800 et 1 000 t pour chaque île.

Cependant, divers points de blocage peuvent être identifiés.

Pour le ***Macrobrachium,*** les producteurs observent depuis plusieurs années une baisse sensible des rendements qu'ils ne peuvent expliquer : pH, prédateurs (oiseaux), dérive génétique de la souche, pollution chronique d'origine agricole? Aussi, ils s'interrogent sur les solutions à apporter : conception des bassins (abris), renouvellement des géniteurs, amélioration de l'alimentation, voire essais d'élevage de la souche sauvage locale *M. carcinus*.

Pour le **Saint-Pierre,** les questions portent sur l'aliment, les possibilités de polyculture, la gestion des reproducteurs ou l'élevage en eau de mer de cet hybride.

Enfin, les producteurs souhaiteraient avoir des informations sur les aptitudes à l'élevage de poissons tels les mérous, le snook, la coryphène ou d'un mollusque gastéropode dont les Antillais sont amateurs : le lambi.

En conclusion de cet historique, J. Louise rappelle que les « pionniers » ont montré que l'on pouvait développer l'aquaculture aux Antilles mais que le changement d'échelle du développement posait de nouveau la question du choix d'espèces et du dimensionnement des installations sur de petits territoires aux marchés limités. M. Laventure, président de l'Adam, propose l'organisation de séminaires techniques destinés aux producteurs afin de répondre plus en détail aux questions posées.

G. Barnabé, spécialiste du loup et de la daurade, fait l'historique de la création de l'écloserie polyvalente de l'Adam à Saint-Pierre. En 1995 : choix du site de Saint-Pierre et préparation du dossier; 1996 : construction et mise en service de l'outil. L'écloserie fonctionne depuis novembre 1996. La première production d'alevins de loup de la Caraïbe date de décembre 1996.

Les éléments-clés du développement de l'aquaculture
(Rosa Flos, université de Barcelone)

R. Flos, dans un exposé très didactique, rappelle les facteurs à prendre en compte pour un développement durable d'une aquaculture bien intégrée :
- choix des produits ;
- marchés ;
- contraintes d'environnement ;
- rentabilité et structure d'entreprise.

Expliquant la différence entre les produits multiformes (type saumon) et les mono-produits (type loup/daurade), elle montre l'importance de l'industrie de transformation dans le développement de cette activité. Son exposé présente les éléments déterminants pour le succès en aquaculture :

• Facteurs biologiques et technologiques :
- connaître et maîtriser la reproduction et la croissance,
- développer la technologie,
- utiliser le progrès génétique sans démagogie ;

• On ne peut parler de l'aquaculture sans intégrer le consommateur, le producteur et les fournisseurs d'intrants et de services ;

• Il faut prendre en compte la gestion du risque qui inclut deux aspects différents :
- la mesure du risque,
- l'évaluation économique en incluant les frais financiers et en appréhendant l'évolution du prix et de la taille optimale de commercialisation ;

• Comment perdre de l'argent en aquaculture ou pourquoi y-a-t-il eu tant d'échecs ? Elle observe qu'ils sont souvent liés au marché : cible erronée, technologie obsolète ou inadaptée au marché, oubli qu'il s'agit de produits vivants.
Ils tiennent aussi à une mauvaise intégration du facteur temps : sous-estimation de la durée de mise au point, optimisme excessif par rapport aux délais d'attribution des subventions, sous-évaluation du coût de la mise au point et notamment de la formation du personnel.

Aquaculture et environnement : contraintes spécifiques pour un développement durable (Antoine Dosdat, Ifremer)

A. Dosdat expose d'abord la réalité de cette problématique puis balaie les nombreuses idées reçues dans ce domaine. L'aquaculture est une activité récente et plus récente encore est la préoccupation environnementale qui l'entoure. Ce problème est souvent abordé de manière passionnelle et sans le support de données fiables et objectives.

À partir de quelques constatations issues de données expérimentales, il rappelle que lorsque le milieu réagit bien, il s'enrichit ; de plus :
- il n'y a généralement pas d'effet mesurable d'une grande ferme sur les principaux paramètres du milieu naturel ;

- l'effet sur le fond est d'abord un enrichissement de la biodiversité et de la biomasse : une expérimentation sur cage à poissons en Tasmanie montre un impact sur quelques dizaines de mètres dans l'axe de la cage. Ce type d'impact est donc spatialement limité et généralement réversible.

Il précise cependant que si une production de 1 000 t de poissons en milieu ouvert avec un courant de 1 nœud ne produit aucun impact, il n'en est pas de même en milieu confiné. Il conclut en insistant sur une possible cohabitation de l'aquaculture avec la pêche et le tourisme.

Le marché des produits de l'aquaculture (entreprise Robert Gabriel)

R. Gabriel apporte au débat une expérience de trente années dans l'aquaculture et le commerce des produits de la mer. Il rappelle son expérience « piscicole » (truite) et les évolutions importantes de cette filière pendant cette période.
Les espèces aquacoles plus récentes évoluent selon le même schéma mais plus rapidement. C'est une évolution rapide, concurrentielle avec des prix tendus. Il pense qu'aujourd'hui, nous vivons « l'âge d'or » pour le loup et la daurade. Il évoque la mondialisation de l'aquaculture (crevettes et saumons) qui la rend encore plus concurrentielle.

Pour lui les échecs observés sont dus généralement à :
- des investissements trop lourds et trop luxueux ;
- des structures d'entreprises trop grandes ou pyramidales prenant peu en compte le facteur humain ;
- un manque d'agressivité commerciale alors que le marché ne reste jamais longtemps « facile ».

Dans les années soixante à quatre-vingt dix, l'éleveur de truite vivait plus ou moins bien mais ne connaissait pas de faillite. Aujourd'hui ce n'est plus vrai et les promoteurs doivent prévoir sur le long terme. Par ailleurs, le volet immobilier n'est pas négligeable et l'aquaculture souffre d'une image médiocre relativement injustifiée. R. Gabriel pense que la filière reste rentable. Le poisson est de plus en plus préféré à la viande et le marché croît de 5 à 10 % par an. Mais les circuits sont complexes. Les centrales d'achat concentrent le marché et rendent difficile la vente par les PME. Les frais de mise en marché sont lourds. Il faut un homme/an pour produire 200 t et 5 à 10 hommes/an pour les commercialiser.

Au-delà des espèces produites de manière industrielle (saumon, crevettes, bar, daurade), il existe de nombreuses nouvelles espèces qui disposent de « petits » marchés potentiels : tilapia aux États-Unis, perche européenne, poisson-chat (africain, européen ou américain), esturgeon. Lancer une nouvelle espèce est difficile, mais il existe des niches de marché à trouver. R. Gabriel recommande enfin de commencer « petit » et d'éviter les trop ambitieux projets (exemple du marché du *Lates niloticus* en Allemagne). Aux Antilles, il recommande de viser d'abord la consommation locale.

Débat

O. Bourgeois présente la tentative de P2M pour s'installer aux Antilles et leur expérience maltaise. Il compare en particulier les coûts de transport Malte-Italie (7 FF/kg) supérieurs à ceux d'Antilles-France (5,5 FF/kg). Ceci est un atout pour le développement de projets aux Antilles françaises qui viseraient l'exportation vers l'Europe.

P. Lensi cite l'exemple de la Corse, bénéficiant des atouts de l'insularité à proximité de la métropole.

J. Rouyer, directeur régional de Proma, fabricant local d'aliment, intervient sur les problèmes de mise au point des aliments destinés à l'aquaculture. Il en profite pour préciser qu'il est prêt à travailler avec les professionnels afin d'essayer de mieux répondre à leurs besoins.

B. Crespin, travaillant sur une ferme de coryphènes à la Barbade, explique que leur projet commence à donner des résultats encourageants, même si beaucoup d'améliorations sont nécessaires.

M. Mariani, producteur corse, intervient pour dire aux producteurs antillais que le problème du coût de l'alevin d'ombrine n'en est pas un. Pour lui, en effet, l'ombrine devrait être commercialisée sous forme de poissons de plus d'un kilo (et non comme poisson-portion de 350 g), la part de l'alevin dans le coût de revient final se réduisant proportionnellement au poids de commercialisation. Le loup de Méditerranée se commercialise en dessous du kilo, la part imputable à l'alevin dans la constitution du prix de revient est donc importante; pourtant cela ne pose pas de problème aux producteurs de Méditerranée.

J. Tucker (HBOI, Floride, États-Unis) présente alors tout ce qui est possible de faire en matière de diversification. Il conclut que ce ne sont ni les techniques, ni les espèces qui manquent mais des investisseurs ayant une bonne connaissance du marché et la volonté de le développer en partant du marché local.

Les conclusions de ce débat sont tirées par Y. Harache et M. Laventure annonce la tenue dans un proche avenir de journées techniques sur la crevette d'eau douce M. *rosenbergii* et sur l'ombrine.

Numéro de session ***: 10 et 14***
Titre de la session ***: Revue des pays***
Modérateurs ***: Dallas Alston puis Fred Hanley***
Synthèse ***: D. Lacroix, J. Fuchs***

Ces deux sessions consacrées à l'aquaculture dans la Caraïbe ont permis de faire un vaste tour d'horizon de la situation et des problèmes de développement de cette activité. Douze auteurs ont présenté l'état du développement de l'aquaculture dans leurs pays respectifs :

- Petites Antilles : Sainte-Lucie, Turks et Caicos, Martinique et Guadeloupe, Dominique ;
- Grandes Antilles : Porto Rico, République dominicaine, Jamaïque ;
- Îles excentrées : Bahamas, Trinidad et Tobago ;
- Rives continentales : Floride, Mexique.

L'aquaculture caraïbe, comme l'a précisé R. LeRoy Creswell dans la session plénière d'ouverture, reste faiblement développée par rapport aux principales zones de production que sont l'Asie (plus de 80 % de la production mondiale), l'Europe, l'Amérique latine ou les États-Unis d'Amérique. La Caraïbe se caractérise par une grande diversité permettant de distinguer trois entités géographiques principales : Petites et Grandes Antilles, pays continentaux de la mer de la Caraïbe. Chaque entité possède un niveau de développement aquacole spécifique.

Petites Antilles

L'aquaculture demeure une activité modeste dans la plupart des îles bien que de nombreuses tentatives d'élevages aient été conduites sur plusieurs espèces : crevettes d'eau douce, tilapia rouge en eau douce, mollusques (*Strombus gigas, ...*) et poissons marins (*Sciaenops ocellata, ...*). La Martinique et la Guadeloupe occupent une place privilégiée dans ce contexte avec des productions d'environ 100 à 120 t par an (60-70 t « d'écrevisses », 20-40 t de tilapia, 6 t d'ombrine). Dans les autres pays, les productions se limitent à l'élevage à petite échelle de « l'écrevisse » (Sainte-Lucie) et du tilapia. Aucune tentative d'élevage de l'ombrine tropicale n'a été évoquée en dehors des essais conduits en Martinique.

Grandes Antilles

Le tilapia élevé en eau douce pour satisfaire les demandes locales demeure l'espèce la plus répandue dans les grandes îles de la Caraïbe (Cuba, République dominicaine). Deux pays, Porto Rico et Jamaïque, ont massivement investi dans l'aquaculture intensive du tilapia rouge et du *Macrobrachium*. Ainsi Porto Rico (D. Alston) a développé une importante filière de crevette d'eau douce et la Jamaïque l'élevage du tilapia rouge en intensif à destination du marché américain. La production annuelle atteint plus de 3 500 t et les rendements en bassins de terre peuvent dépasser 100 t/ha/an (F. Hanley). Dans toute cette zone, malgré un potentiel incontestable, l'aquaculture d'espèces marines (poissons) reste marginale bien

qu'un intérêt se soit manifesté récemment en Jamaïque pour analyser les conditions de sa mise en place.
Le développement de cette activité, pourtant favorisé par l'accès aux technologies modernes grâce à la présence des universités des West Indies en Jamaïque et de Porto Rico, est limité par la faible capacité d'investissement.

Les principales contraintes de développement évoquées par les différents auteurs dans les Petites et Grandes Antilles concernent :
- l'isolement géographique dont souffre la plupart des îles de la Caraïbe ;
- le manque de connaissances sur la biologie des espèces d'élevage ;
- le faible niveau technique et le manque de personnel qualifié et formé ;
- l'exiguïté des marchés ;
- le manque de soutien public et la faible implication des investisseurs.

Pays continentaux de la mer de la Caraïbe

Ces pays ont des potentiels de développement très importants comme l'indique R. LeRoy Creswell pour la Floride ou A. Flores Nava pour le Mexique. Ce dernier cite le chiffre de 157 000 t de production annuelle (Atlantique et Caraïbe) dont 76 000 t de tilapia (50 % du total), 30 000 t d'huîtres, 28 000 t de carpes, 16 000 t de crevettes, 2 700 t de catfish et 2 600 t de truite. La diversification concerne le *Macrobrachium*, l'ormeau, les cichlidés et plus récemment les grenouilles et les crocodiles.

Bilan critique

Éléments déterminants du contexte

La Caraïbe rassemble des îles hétérogènes situées sur un arc allant du Vénézuéla à la Floride, entre 10 et 20° de latitude nord. Cette hétérogénéité est le premier trait marquant de cette région. Elle affecte tous les aspects : superficie (Cuba : 111 000 km^2 et Grenade : 300 km^2), population (Cuba : 11 millions d'habitants et Dominique : 85 000 habitants), richesse (PIB/habitant des îles Vierges : 27 000 $, Haïti : 200 $), cadre politique (les îles fortement liées à leur métropole comme les Antilles françaises et Porto Rico bénéficient d'aides et de transferts sans commune mesure avec les îles indépendantes). Les ressources en eau douce, en minerais (bauxite principalement), en pétrole sont très inégalement réparties.

La quinzaine de pays de cet immense archipel partagent cependant plusieurs atouts naturels importants pour l'aquaculture comme par exemple un courant côtier d'orientation sud-est nord-ouest apportant aux îles des eaux océaniques de grande qualité. Ce courant est entretenu par les alizés de secteur est. En été, tempêtes tropicales et cyclones sont fréquents.

Tous les pays de la Caraïbe pratiquent une pêche active, mais essentiellement côtière. Nulle part, elle n'est suffisante pour répondre à la demande cumulée de la population locale, amateur de produits de la mer mais à faible pouvoir d'achat, et du tourisme, demandeur de langoustes et de poissons tropicaux. Aussi, la Caraïbe est un importateur net de produits marins (33 000 t exportées pour 122 000 t importées en 1989). Ceci explique l'intérêt précoce de la plupart des îles pour l'aquaculture.

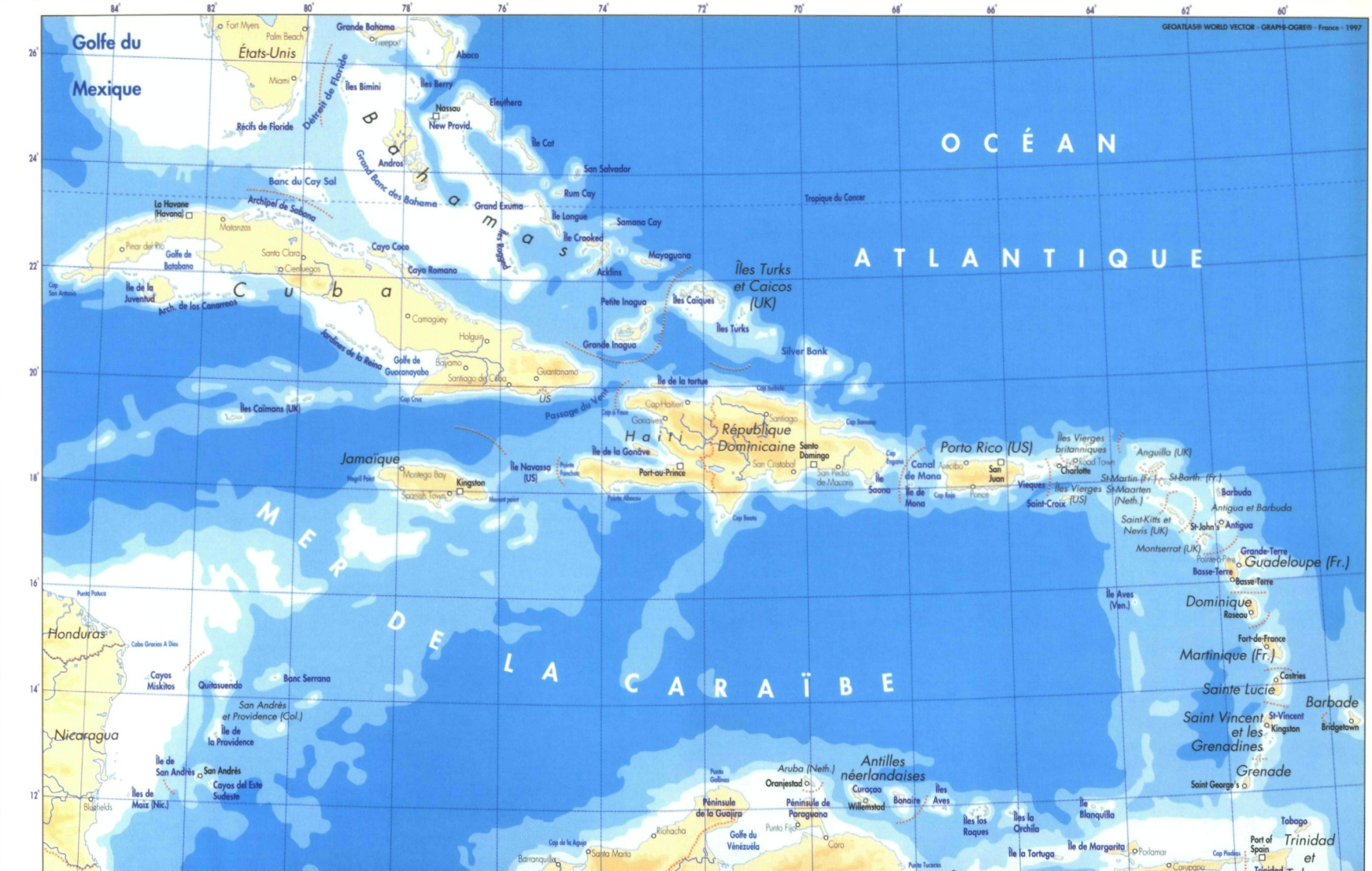
Les marchés sont d'abord locaux quand les infrastructures et le pouvoir d'achat sont suffisants (cas des Antilles françaises et de Porto Rico) ; le tourisme représente également un marché important. Enfin, à l'exportation, les marchés nord-américain et nord-européen semblent présenter d'intéressants potentiels mais pour des produits différents. Par ailleurs, l'éloignement de ces îles n'est plus un frein à l'accès à ces marchés.
Des aides ciblées sont mobilisables aux États-Unis, comme en Europe (La Caraïbe, sauf Cuba, est une région ACP bénéficiant de la convention de Lomé).

Types d'évolution
Cette activité débute à la fin des années soixante-dix dans de nombreuses îles avec quelques espèces d'eau douce, principalement le tilapia (souche africaine au début puis hybride plus performant ensuite avec notamment la souche rouge, à chair blanche, de Floride) et la crevette géante d'eau douce *Macrobrachium rosenbergii* importée d'Hawaii.
Le paradoxe est que, vingt ans plus tard, ce sont toujours les espèces d'eau douce (tilapia, *Macrobrachium*, carpes) qui représentent l'essentiel du tonnage produit : 96 % d'un total de 26 000 t. En effet, compte tenu de la qualité des eaux et de l'exceptionnelle diversité des sites (les Bahamas possèdent 300 000 km^2 de « mers intérieures » dont 45 % ont moins de 10 m de profondeur), il aurait été logique d'assister également à un développement significatif de l'aquaculture marine.
Ceci s'explique par le décalage des connaissances en biologie et en zootechnie entre les poissons d'eau douce et les espèces marines, par la difficulté d'aménagement des sites, par la faiblesse des infrastructures, par le manque de personnel qualifié et l'isolement des quelques équipes scientifiques présentes dans la région.

On peut schématiquement distinguer deux grands types d'évolution du développement de l'aquaculture dans la région :

• dans les grandes îles (modèle Jamaïque : 11 000 km^2 - 2,5 millions d'habitants), la culture du tilapia est introduite dès 1950. Ce poisson qui s'élève facilement, même dans des eaux de médiocre qualité, constitue rapidement un complément alimentaire très apprécié du monde rural. Un trou d'eau suffit, l'alimentation est facultative, une pêche sélective régulière constitue l'essentiel du travail d'élevage. L'introduction de souches plus performantes et plus attrayantes d'aspect (poisson « rouge » comme un vivaneau marin) dès 1983 déclenche l'intérêt des entreprises qui organisent progressivement le marché jusqu'à la capacité d'exportation sur les États-Unis. La Jamaïque produit 3 500 t de tilapia dans 160 fermes totalisant 620 ha. Le chiffre d'affaires correspondant est de 10 millions de dollars dont 40 % à l'exportation. Un effet positif majeur de l'aquaculture, bien que non prévu, est la fixation des populations rurales grâce à l'amélioration du revenu ;

• dans les petites îles (modèle Martinique : 1 100 km^2 - 370 000 habitants), c'est la crevette d'eau douce, introduite en 1977, et le succès rapide de son élevage qui déclenchent l'intérêt pour l'aquaculture. Le développement de cet élevage suscite d'autres initiatives : le tilapia rouge, le loup européen, puis, après une étude exhaustive des espèces les mieux adaptées au contexte, l'ombrine tropicale ou loup


GEOATLAS® WORLD VECTOR - GRAPH-OGRE® - France - 1997
Golfe du Mexique
États-Unis
Fort Myers
Palm Beach
Miami
Grande Bahama
Freeport
Abaco
Détroit de Floride
Îles Bimini
Îles Berry
Nassau
New Provid.
Eleuthera
Récifs de Floride
Île Cat
Andros
San Salvador
Banc du Cay Sal
Archipel de Sabana
Grand Banc des Bahama
Rum Cay
Grand Exuma
Long Island
Samana Cay
Île Crooked
Mayaguana
Acklins
Passage du Vent
Îles Turks et Caicos (UK)
Îles Caïques
Îles Turks
Petite Inagua
Grande Inagua
Silver Bank
La Havane (Havana)
Matanzas
Pinar del Río
Golfe de Batabano
Santa Clara
Cienfuegos
Cayo Coco
Cayo Romano
Île de la Juventud
Arch. de los Canarreos
Camaguey
Holguin
Jardines de la Reina
Golfe de Guacanayabo
Bayamo
Santiago de Cuba
Guantanamo
Îles Caïmans (UK)
Île de la tortue
Gonaïves
Cap-Haïtien
Santiago
Haïti
République Dominicaine
Santo Domingo
San Cristobal
Jamaïque
Montego Bay
Kingston
Spanish Town
Île Navassa (US)
Port-au-Prince
Île de la Gonâve
Porto Rico (US)
Canal de Mona
Aguadilla
San Juan
Ponce
Île de Mona
Îles Vierges britanniques
Road Town
Îles Vierges (US)
Charlotte Amalie
Saint-Croix
Vieques
Anguilla (UK)
St-Martin (Fr.)
St-Barth (Fr.)
St-Maarten (Neth.)
Barbuda
Antigua et Barbuda
Saint-Kitts et Nevis (UK)
St-John's
Antigua
Montserrat (UK)
Grande-Terre
Guadeloupe (Fr.)
Basse-Terre
Îles Aves (Ven.)
Dominique
Roseau
Fort-de-France
Martinique (Fr.)
Castries
Sainte Lucie
Barbade
Bridgetown
Saint Vincent et les Grenadines
St-Vincent
Kingston
Grenade
Saint George's
Antilles néerlandaises
Aruba (Neth.)
Oranjestad
Curaçao
Willemstad
Bonaire
Îles Aves
Îles los Roques
Îles la Orchila
Île Blanquilla
Tobago
Port of Spain
Trinidad et
Île de Margarita
Île la Tortuga
Porlamar
Cap Piedras
Carupano
Honduras
Cabo Gracias A Dios
Cayos Miskitos
Quitasueño
Banc Serrana
San Andrès et Providence (Col.)
Île de la Providence
Nicaragua
Île de San Andrès
San Andrès
Cayos del Este Sudeste
Îles de Maiz (Nic.)
Bluefields
Péninsule de la Guajira
Péninsule de Paraguana
Punto Fijo
Coro
Golfe du Vénézuéla
Riohacha
Santa Marta
Barranquilla
Cap de la Aguja
Punto Gallinas
Punto Tucacas
OCÉAN ATLANTIQUE
MER DE LA CARAÏBE
Tropique du Cancer
84°
82°
80°
78°
76°
74°
72°
70°
68°
66°
64°
62°
60°
26°
24°
22°
20°
18°
16°
14°
12°

caraïbe, seul poisson pour lequel la maîtrise technique de l'élevage et la rentabilité sont aujourd'hui établies dans le contexte des Antilles françaises.
Comme dans toutes les autres petites îles, de nombreuses études ont été lancées sur des espèces variées, afin d'en explorer les performances et les contraintes : le lambi (gastéropode marin), le crabe *Mithrax*, la langouste, l'algue *Gracilaria*, diverses espèces de carangues, de mérous, vivaneaux, etc. La plupart de ces études et essais se sont arrêtés ou se poursuivent au stade du pilote, au mieux.

Conclusion

L'analyse des réussites et des échecs de l'aquaculture dans la Caraïbe depuis vingt ans permet de formuler cinq observations :

- malgré une grande diversité de situations, et excepté pour les quatre grandes îles (Cuba, République dominicaine/Haïti, Jamaïque, Porto Rico) la plupart des îles de la Caraïbe disposent de **peu d'espace à terre et de peu d'eau douce ;**
- elles doivent prendre en compte **la contrainte des cyclones** (10 passages en 1996 avec des vents de 100 à 230 km/h), contrainte plus forte au nord qu'au sud. Des réponses technologiques éprouvées apportent une solution à ce problème ;
- **le tourisme** est une activité essentielle dont le développement est une vraie priorité ;
- en matière d'aquaculture, le **choix de filière** de « haute technologie », c'est-à-dire essentiellement l'installation d'écloseries pour la production de masse de juvéniles quelle que soit l'espèce, implique toujours des investissements élevés dès que l'on veut garantir la fiabilité, du personnel qualifié et des dépendances spécifiques (importation de matériel ou de produits). En revanche, le choix de filière de « basse technologie » réduit les investissements et le niveau du personnel, mais demande plus de temps pour démontrer la faisabilité technique ;
- **de nombreuses espèces** constituent des candidats sérieux pour un développement à l'échelle de l'exportation. Pour les seuls poissons, les travaux concernent plus de 35 espèces.

En conclusion, on peut dire que la Caraïbe possède tous les atouts du développement, notamment en aquaculture marine, mais que la « masse critique » des trois composants essentiels (sites, technologies, marchés) n'a pas été atteinte en raison de la disparité des îles et de l'éparpillement des connaissances et des informations.

Numéro de session : 11
Titre de la session : espèces potentielles pour l'élevage
Modérateur : Dan Benetti
Synthèse : J. Fuchs

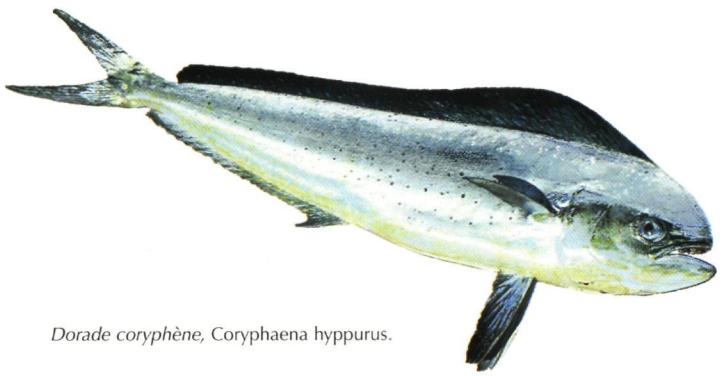
Huit présentations sont regroupées dans cette session. Cinq concernent les poissons marins (Caraïbe et Koweit), une la langouste et une le lambi *(Strombus gigas)*. Le dernier article aborde les méthodes de sélection et de choix d'espèces.
Le travail de synthèse présenté par John Tucker (HBOI, Floride) a particulièrement retenu notre attention. Celui-ci travaille depuis plus de 15 ans sur les espèces de poissons marins candidates à l'aquaculture dans la Caraïbe.

Sa bonne connaissance de la biologie des espèces, son approche rigoureuse et le travail systématique qu'il a entrepris lui permettent aujourd'hui de dresser une liste exhaustive des espèces de poissons présentant le plus fort potentiel aquacole pour la zone :
Centropomidés : « snook » *Centropomus undecimalis;*
Serranidés : mérous type *Epinephelus* et truite corail *Plectropomus maculatus;*
Carangidés : carangue de Floride *Trachinotus carolinus* ou « pompano » ;
Percichtyidés : bar d'Amérique *Morone saxatilis;*
Coryphaenidés : dorade coryphène *Coryphaena hippurus;*
Sparidés : « porgies » type *Calamus;*
Sciaenidés : courbines ou ombrines ou « drums » type *Sciaenops;*
Cichlidés : tilapias type *Oreochromis* et hybrides;
Mugilidés : mulets type *Cephalus;*
Lutjanidés : vivaneaux type *Lutjanus.*

Toutes ces espèces ont un potentiel de croissance élevé permettant d'atteindre 450 g en 12 mois et la plupart des problèmes d'écloserie sont aujourd'hui résolus. Les trois meilleures espèces pour le développement aquacole en Floride sont, dans l'ordre, l'ombrine, l'hybride de loup tropical *Morone saxatilis* et le mulet. Nul doute que John Tucker serait un partenaire précieux dans tout programme de diversification des espèces lancé dans la Caraïbe en général et aux Antilles en particulier.

Le travail de recherche présenté par T. Capo (université de Miami) sur le contrôle de la ponte du « spotted sea trout » *Cynoscion nebulosus* est également remarquable de simplicité et d'efficacité. Le maintien de trois cohortes de quinze géniteurs en circuit fermé à photopériode (15 heures lumière) et température constante (26-27,5 °C) a permis d'obtenir des œufs viables pendant trois années et demie sans interruption avec une moyenne de 158 000 œufs/ponte. La seconde cohorte est restée plus de 800 jours en élevage et a produit un total de 90 millions d'œufs. Cette technique simple semble tout a fait adaptée à l'espèce. Cependant l'évolution de la qualité des larves au cours du temps n'a pas été étudiée.

S. Almatar (directeur de la station aquacole du KISR au Koweit) a exposé l'état des connaissances sur les deux espèces présentant le plus fort potentiel de développement aquacole au Koweit : le sparidé « blue fin porgy » *Sparidentex hasta* et le serranidé « orange spotted grouper » *Epinephelus coioides*. Le cycle d'élevage du blue fin porgy est totalement maîtrisé et l'espèce est en voie d'être produite à grande échelle. Le cycle d'élevage du mérou est également maîtrisé avec, pour certains essais, des taux de survie après métamorphose supérieurs à 13 %. Pourtant, tous les problèmes ne sont pas résolus et des mortalités massives sont observées depuis 1995. L'extension de la période de reproduction actuellement limitée à 1,5 mois et l'amélioration de la qualité des gamètes sont les deux sujets prioritaires pour S. Almatar. Des contacts préliminaires ont été pris pour d'éventuelles collaborations avec certaines équipes de l'Ifremer.



Dorade coryphène, Coryphaena hyppurus.

Le travail présenté par D. Parfouru avec P. Paquotte et J.L. Gaignon (Ifremer) pour améliorer la méthodologie de sélection d'espèces pour l'aquaculture a également retenu l'attention. La méthode préconisée consiste à prendre en compte à la fois les paramètres biologiques, zootechniques et le rapport coût/bénéfice d'une nouvelle filière. Il est en effet assez rare que l'ensemble des paramètres soit analysé dès l'origine du processus de sélection. Cette approche méthodologique apporte des idées nouvelles par rapport aux présentations plus classiques où l'accent est mis le plus souvent sur les performances zootechniques.

A. De Silva (HBOI, Floride, États-Unis) a décrit sommairement les différentes techniques traditionnelles et modernes de capture des juvéniles de poissons dans le milieu naturel sans toutefois recommander un système plutôt qu'un autre.

La présentation de W. Cole (université des îles Vierges américaines) sur les performances d'élevage du « sturgeonfish » *Acanthurus bahianus* diffère complètement de la méthode recommandée précédemment (Parfouru *et al.*). L'auteur décrit une

expérience rigoureuse menée sur une espèce présentant malheureusement peu d'intérêt pour l'aquaculture en raison d'une vitesse de croissance lente et d'un potentiel économique restreint.

Les deux dernières présentations traitent de l'état des connaissances de l'élevage de la langouste « spiny lobster » *Palinurus argus* et du lambi « queen conch » *Strombus gigas*. Pour la première espèce, le point de blocage demeure l'impossibilité de boucler le cycle d'élevage en raison de très fortes mortalités au stade phyllosoma. Le potentiel de croissance observé à partir de juvéniles (200 g en 12 mois, 1,4 kg en 2 ans) et le prix de vente élevé permettent cependant d'envisager un développement aquacole à petite échelle.
La présentation concernant le lambi a permis de vérifier que la maîtrise technique de l'élevage larvaire mis au point par l'équipe de Scott Siddall et de R. LeRoy Creswell entre 1980 et 1985 est maintenant complète. En revanche, cet élevage ne s'est pas développé car sa faisabilité économique n'a pas été démontrée. Cependant, une exploitation complémentaire d'une telle ferme visant une valorisation touristique et le marché de l'aquariophilie pourrait atteindre la rentabilité.

En conclusion, la session 11 a permis de faire un point précis de l'état d'avancement des recherches conduites sur les espèces potentielles pour l'élevage dans la Caraïbe et d'identifier clairement les équipes de recherche travaillant sur chacune d'elles : Harbor Branch Oceanographic Institution de Floride, université de Miami, université de Porto Rico, université des West Indies, université d'Oriente, Ifremer.



Vivaneau, Lutjanus buccanella, *espèce fréquente des eaux côtières de la Caraïbe.*

Numéro de session ***: 12***
Titre de la session ***: les outils d'appui au développement***
Modérateur ***: Bissessar Chakallal***
Synthèse ***: J. Fuchs***

Cette session a regroupé six communications dont trois présentées par les équipes du HBOI de Floride.
Le modèle de développement aquacole choisi pour les îles du Pacifique et présenté par K. Main (université des îles Vierges américaines) a particulièrement retenu l'attention. Ce projet conçu dès son origine en association étroite entre des industriels, les services chargés du développement et les scientifiques du CTSA (Center for Tropical and Subtropical Aquaculture d'Hawaï) a débouché rapidement sur la sélection de deux espèces d'intérêt commercial pour ces îles : « le giant clam » ou « bénitier » *(Tridacna gigas)* et les éponges, toutes deux demandant un faible apport technologique. Le projet de développement lancé dans les années quatre-vingts a permis la production des deux espèces pour satisfaire la demande locale. La recherche accompagnant ce développement s'est orientée vers l'amélioration des performances d'élevage et la formation du personnel des fermes.

Les deux présentations de B. Chakallal (OAA, Trinidad) et R. LeRoy Creswell (HBOI, Floride, États-Unis) abordent le problème du développement aquacole dans la Caraïbe. Les deux auteurs insistent sur la nécessité pour ces pays de disposer de plans de développement aquacole adaptés au contexte particulier de la région. B. Chakallal recommande l'emploi judicieux de technologies déjà existantes en les adaptant au contexte local pour favoriser le développement de l'aquaculture marine. R. LeRoy Creswell insiste, lui, sur quatre points devant permettre de faire émerger cette activité :
- choix judicieux d'espèces ayant un réel intérêt économique et de technologies respectueuses de l'environnement ;
- participation des autres groupes d'intérêt (pêcheurs, écologistes...) ;
- législation adaptée (inexistante aujourd'hui) ;
- coordination étroite entre la recherche, l'administration et les entreprises privées grâce à la mise en place d'une « lead agency » dont le rôle serait de promouvoir cette activité.

Il privilégie également la dimension régionale en recommandant un rapprochement entre les pays potentiellement producteurs afin de faire bénéficier chacun de l'expérience des autres.
En complément de ces deux articles, R. LeRoy Creswell a brièvement présenté un projet de conception canadienne visant la création d'un centre tropical d'aquaculture pour la région caraïbe. Ce projet aurait une triple vocation : centre de recherche grâce à l'embauche de 40 chercheurs et de 20 techniciens ; centre de formation avec une capacité d'accueil de 300 stagiaires par an ; enfin, structure de production permettant d'assurer l'autonomie financière. Le projet paraît séduisant au premier abord, mais semble néanmoins surdimensionné par rapport aux réels besoins de la région. Une démarche de mise en réseau des structures existantes dans la zone paraît préférable.

D. Vaughan (États-Unis) a ensuite présenté une revue détaillée des activités de l'institut d'Harbour Branch de Floride qui assure simultanément plusieurs rôles : recherche, formation, transfert de technologie, fourniture de juvéniles aux entreprises privées. Ainsi, chaque année le HBOI produit environ 120 millions jeunes de clams d'écloserie et forme 200 pêcheurs aux techniques d'élevage. De même, ses chercheurs organisent régulièrement des séminaires de formation à l'attention des producteurs. Enfin, cet institut développe depuis plusieurs années une compétence reconnue dans le domaine de l'élevage de poissons marins dont une partie des travaux a été présentée par J. Tucker. Cet institut est certainement l'un des partenaires à privilégier dans le cas d'une implication plus forte de l'institut dans des projets régionaux.

La dernière présentation de O. Bourgeois (France) a tout particulièrement intéressé l'assistance. L'approvisionnement en juvéniles demeure l'une des contraintes majeures du développement de l'aquaculture dans la Caraïbe. La méthode de production qu'il envisage pour approvisionner les îles de la Caraïbe en alevins est une écloserie flottante de grande dimension. Son groupe a une grande expérience des élevages et le bateau-écloserie a fait ses preuves dans la production de juvéniles de loup et de daurade en Méditerranée. L'auteur ne précise cependant pas si un projet concret doit voir le jour dans la zone. Par ailleurs, les chiffres de rentabilité annoncés restent théoriques.

En conclusion, la session 12 a permis de mieux appréhender les problèmes de développement de l'aquaculture dans les îles de la Caraïbe. Un certain nombre d'espèces montrent de réelles capacités pour l'élevage mais un travail important reste à accomplir pour consolider et développer une aquaculture encore balbutiante dans la plupart des îles.



Bénitier, Tridacna gigas, *en cours de ponte.*

Thème 5
Élevage de mollusques et productions diverses

Numéro de session ***: 15***
Titre de la session ***: élevage de mollusques et divers***
Modérateur ***: Gavin Burnell***
Synthèse ***: D. Buestel, J.C. Cochard***

Lors de cette session, sept communications ont été présentées, dont cinq consacrées aux mollusques.

La première présentation de P. Smith (université de Galway, Irlande) traite de l'utilisation des nouvelles techniques de détection indirecte des agents pathogènes, c'est-à-dire par la présence ou non d'un « révélateur » de l'activité de l'agent pathogène. Le problème est de savoir quelle est la validité de ces méthodes en matière de diagnostic et d'épidémiologie; les évaluations en laboratoire sont d'une portée limitée, la validation de ces méthodes en épidémiologie ne peut se faire que sur le terrain.
L'exemple concerne ici un système DNA/PCR et un système immunologique Elisa pour la détection de *Aeromonas salmonicida*, agent de la furonculose chez le saumon. Un suivi sur 18 mois dans une écloserie de saumons a montré une détection systématique, par les deux techniques, de la bactérie dans les sédiments du canal d'arrivée d'eau. Cette présence n'était pas corrélée avec l'état de santé des poissons. De plus, des tests ont montré que les boues du canal de l'écloserie ne constituaient pas un milieu favorable au développement de la bactérie. La conclusion est que, dans ce cas, les techniques employées n'ont aucune valeur prédictive pour la maladie étudiée et que la détection est systématiquement nécessaire même si l'environnement semble toxique pour l'organisme pathogène. D'où l'invitation à une extrême prudence dans l'utilisation de ces techniques et l'interprétation des résultats obtenus.

Une deuxième communication de R.A. Lewin et G.H. Wickfors (université du Connecticut, laboratoire de Milford, États-Unis) montre que les mollusques alimentés avec du phytoplancton riche en lipides grossissent plus rapidement. Des algues du genre *Nannochloropsis* riches en lipides, notamment en acides gras polyinsaturés, donnent de très bons résultats en aquaculture marine. Certaines microalgues de la Caraïbe sont si riches en lipides qu'elles flottent en surface; leur utilisation en alimentation d'*Argopecten purpuratus* conduit à un triplement des rendements (Chili). L'algue *Tetraselmis,* dont la classification est mal définie, a donné lieu à l'isolement de 120 souches qui diffèrent par leur teneur en lipides. Les quelques souches à haute teneur en lipides augmentent dans des proportions très importantes la croissance des bivalves (jusqu'à 8 fois) par rapport aux algues classiquement utilisées comme *Isochrysis* par exemple.

La communication de W.M. Cole (université des îles Vierges américaines), plus anecdotique, met en évidence une réduction des salissures des filets de cages à tilapias grâce à un élevage mixte langouste (un individu par cage) et tilapias. Cette réduction semble cependant marginale et se fait au détriment du matériel avec une usure prématurée du filet due au broutage par les langoustes *(Panulirus argus)*.

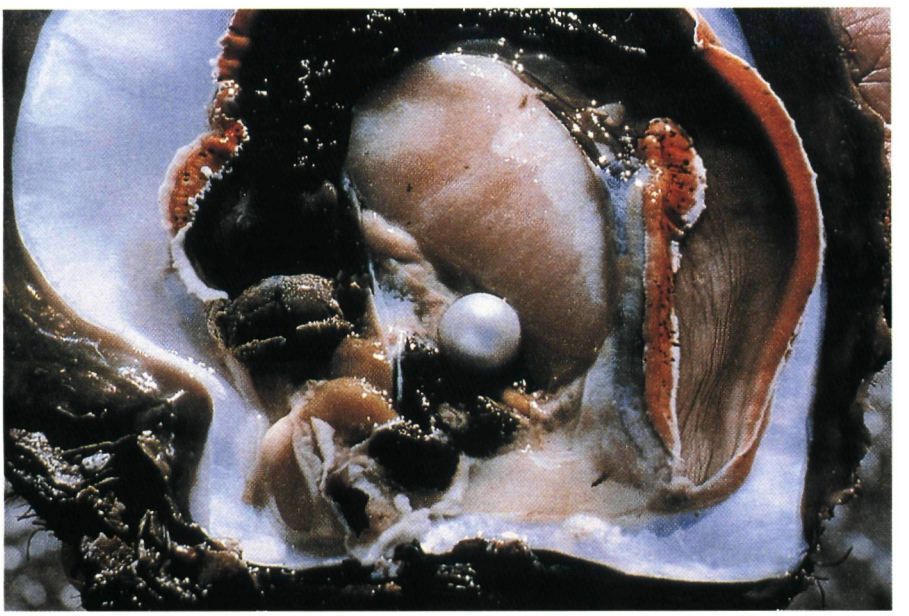
Une première présentation de D. Buestel (Ifremer) sur la physiologie de l'huître perlière a donné un aperçu de la partie du programme du centre océanologique du Pacifique axée sur les questions de capacité trophique des sites d'élevage. Le paradoxe que constitue une bonne croissance dans un milieu oligotrophe s'explique par une capacité de filtration exceptionnelle chez cette espèce. La deuxième présentation, plus descriptive, a permis de montrer l'importance considérable de la perliculture dans l'économie polynésienne. Cet exemple de développement réussi dans un contexte difficile montre que le succès d'un programme d'aquaculture peut être obtenu en milieu insulaire à condition de bien exploiter les atouts du milieu et du marché.

J. K. Partridge (consultant irlandais) a présenté les conclusions d'une enquête sur les causes du sous-développement de l'aquaculture en Irlande du Nord et surtout évalué le potentiel de production pour différentes espèces. Celui-ci s'élève à 23 000 t, réparties entre conchyliculture et pisciculture.

K.J. Paterson et J.A. Nell (Australie) ont travaillé sur l'élevage de deux espèces de palourdes en Australie : *Tapes dorsatus* et *Katelysia rhytiphora*. Les études de faisabilité montrent que ces deux espèces se prêtent très bien à la culture dans des milieux variés. Les expériences-pilotes en cours laissent augurer un bon développement de cette culture.

Une dernière communication de D. Aldana Aranda (laboratoire de biologie de Mérida, Mexique) présente le réseau « aquaculture de mollusques » mis en place en Amérique latine dans le cadre d'un programme concerté Cyted (Ciencias y tecnologia por el desarollo), financé par l'Espagne depuis 1984. En 1996, ce réseau rassemblait 380 chercheurs de 57 institutions dans 16 pays. D. Aldana Aranda est la coordinatrice de ce réseau pour la partie mollusques qui comprend 34 espèces dont 11 gastéropodes. La production de bivalves concerne essentiellement les pays tempérés et plus particulièrement le Chili. Celle de gastéropodes intéresse le plus grand nombre de pays et correspond à une forte demande : elle est de 40 000 t pour une valeur de 30 millions de dollars. Malgré cela, il y a très peu d'infrastructures de production et en particulier aucune écloserie. La plupart des pays concernés ont des programmes aquacoles de mise au point des techniques de base alors que la majorité d'entre elles existent déjà dans les pays développés de la zone. Ce paradoxe pose le problème des modalités de transfert des technologies car le potentiel des différentes régions est important.

Dans l'ensemble, cette session « mollusques et divers » était bien nommée avec des présentations très diverses. Trois idées dominantes sont à retenir :
- les précautions extrêmes à prendre dans l'utilisation en épidémiologie de terrain des nouvelles techniques du type PCR et Elisa d'identification des pathogènes ;
- l'intérêt de l'utilisation des algues fourrages riches en lipides dans l'aquaculture des mollusques ;
- l'intérêt très grand des pays d'Amérique latine pour des coopérations dans le domaine de l'aquaculture des mollusques et spécialement des gastéropodes.



Huître perlière, Pinctada margaritifera.

Thème 6
Poissons d'ornement

Numéro de session ***: 13***
Titre de la session ***: poissons et autres organismes aquatiques d'ornement***
Modérateur ***: Luis Gomez***
Synthèse ***: D. Lacroix, G. Cuzon, G. Nedelec***

Ce secteur du négoce des animaux aquatiques d'ornement et principalement des poissons est encore méconnu et sous-représenté dans les grands colloques scientifiques. Cette discrétion paraît d'autant plus étonnante que ce secteur est en pleine expansion commerciale avec une croissance globale de 15 % par an et un chiffre d'affaires global estimé de l'ordre de 4 milliards de dollars par an (60 milliards de dollars pour l'aquaculture). L'aquariophilie constitue en fait une activité grand public beaucoup plus répandue qu'on ne le croit généralement. Elle vient ainsi en seconde position dans les activités de loisir aux États-Unis, juste après la photographie. Autre indice de l'importance de cette activité : en Europe, les vendeurs de matériel estiment à 8 millions le nombre d'aquariums privés et professionnels.

Par ailleurs, depuis une vingtaine d'années se sont développés de grands aquariums publics (Boulogne, Brest, Monaco, Berlin...) qui stimulent l'intérêt du grand public pour de nouvelles espèces exotiques. Ces aquariums, très bien équipés de matériel d'écloserie, reçoivent des spécimens vivants du monde entier (poissons mais aussi crevettes, mollusques, algues et coraux) ; on tente d'y pratiquer la reproduction en captivité, notamment pour les espèces les plus rares et les plus chères (*Symphysodon, Discus,* etc.).

Conséquence logique de cet engouement, les prélèvements d'animaux dans le milieu naturel sont en forte progression. Comme la plupart des espèces prisées viennent généralement des pays en voie de développement (Philippines, Indonésie, Brésil, grands lacs africains...) où la réglementation est inexistante ou mal appliquée faute de moyens de contrôle, de nombreuses espèces sont menacées de surexploitation. Cette situation entraîne l'opacité générale du marché, irrigué de plus par divers circuits parallèles illégaux.

Communications

La session a débuté par un film remarquable du musée océanographique de Monaco envoyé par le professeur F. Doumenge. Ce film montrait la richesse des collections vivantes, les méthodes modernes de reproduction de poissons d'ornement en aquarium et notamment une première mondiale réalisée sur l'espèce *Pterapogon kauderni* grâce aux connaissances issues de l'aquaculture. Il décrivait aussi les essais réussis de maintien et de bouturage de coraux tropicaux en captivité.

Le commentaire a souligné les trois conditions requises pour ce type d'élevage :
- une eau de grande qualité ;
- une recirculation totale de cette eau ;
- des précautions sanitaires rigoureuses.

B. Kennedy (HBOI, Floride, États-Unis) a présenté ensuite les stratégies de gestion sanitaire des aquariums. Il distingue deux aspects. En premier lieu, l'écloserie et les aquariums doivent être conçus dès le départ de manière à réduire les risques de pathologie et de perte accidentelle des animaux. Dans cette optique, il insiste sur la nécessité de disposer de circuits fermés distincts pour les géniteurs, l'écloserie et les aquariums et sur la sécurité indispensable d'un bloc sanitaire de quarantaine permettant d'isoler et de traiter rapidement tout animal malade ou même suspect. En second lieu, comme la pathologie des espèces tropicales d'ornement est généralement mal connue, il est plus intéressant de concentrer les efforts sur les aspects préventifs que sur les aspects « diagnostic » et traitement : prophylaxie soignée des installations, procédures sanitaires rigoureuses pour toute manipulation, formation poussée du personnel. L'immunité naturelle des animaux peut être renforcée de différentes manières : ajout de vitamines et de bactéries « probiotiques ».

Le modérateur Luiz Antonio Gomes (Brésil) a tenté de répondre à la question : « Est-ce que les technologies développées en aquaculture peuvent être appliquées aux poissons marins d'ornement ? ».

Sa réponse est positive puisque les objectifs intermédiaires sont les mêmes. De fait, il faut :
- connaître la biologie des espèces ;
- posséder une maîtrise totale du circuit fermé ;
- disposer de nourritures appropriées ;
- vérifier la rentabilité de l'élevage sachant que la plupart des espèces de poissons d'ornement sont vendues entre 2 et 4 dollars pièce.

Il observe qu'un nombre croissant d'écloseries commerciales, produisant des alevins pour des élevages aquacoles (à fin de consommation), diversifient leur activité en saison creuse par la production de juvéniles de poissons d'ornement. Par ailleurs, il a rappelé qu'un des risques majeurs entraînés par le développement de l'aquariophilie est la pression exercée sur le milieu naturel pour les espèces les plus rares. Face à ce risque, l'aquaculture peut apporter des réponses satisfaisantes.

M. Doimi (Tropical farm, Venise, Italie) rappelle l'intérêt de développer les méthodes de production contrôlée des poissons d'aquarium notamment pour le poisson-clown *Amphiprion ocellaris*. Il montre que l'injection de L-thyroxine et de cortisol accélère la métamorphose du poisson et améliore la survie larvaire.

Joyce Wilkerson (écloserie industrielle C-Quest de poissons d'ornement de Porto Rico) a présenté la brillante réussite de cette entreprise et a conclu sur trois recommandations :
- en matière de poissons d'ornement, la compétition n'est pas entre les écloseries,

(qui n'arrivent pas à fournir à la demande) mais entre la capture dans le milieu naturel et la maîtrise de la reproduction ;
- il faut présenter à l'acheteur une gamme de poissons et donc éviter de se spécialiser dans une ou deux espèces, même si l'on est le meilleur sur le marché ;
- la technologie doit être adaptée à chaque espèce.

En conclusion, l'aquariophilie fait partie à l'évidence de l'aquaculture : mêmes techniques, mêmes méthodes, mêmes besoins de connaissances, même souci du marché et des contraintes écologiques. Ces dernières constituent le plus puissant moteur de la progression de ce secteur à condition qu'il sorte de son isolement et de son opacité. Cette prise de conscience et cette évolution n'auront que des effets bénéfiques :
- sortie de l'illégalité pour de nombreux intermédiaires ;
- réduction de la pression de prélèvement sur le milieu naturel ;
- valorisation auprès du grand public notamment par l'aspect éventuel de repeuplement et de conservation de la biodiversité ;
- diversification de l'activité des écloseries ;
- valorisation des entreprises aquacoles périphériques.



Un poisson d'ornement très prisé, Holacanthus ciliaris, *de la famille des Pomacanthidés.*

Thème 7
Qualité

Numéro de session ***: pas de session spécifique; analyse transversale (y compris session posters)***
Titre du sujet ***: aspects valorisation et transformation des produits***
Synthèse ***: M. Cardinal***

Le colloque a fait une place réduite aux aspects transformation et valorisation des produits d'origine aquacole. Les préoccupations relevaient davantage du domaine de l'élevage proprement dit (sites, conditions et techniques), des conséquences sur le milieu et des aspects socio-économiques.
Il semble que pour l'instant, même si les notions de qualité et de transformation sont ressenties comme des paramètres importants, la préoccupation majeure des acteurs de la filière concerne le développement et la maîtrise des aspects biologiques et technologiques. Mais on peut penser raisonnablement que la demande d'outils de caractérisation de la qualité des produits mis sur le marché se fera sentir rapidement.

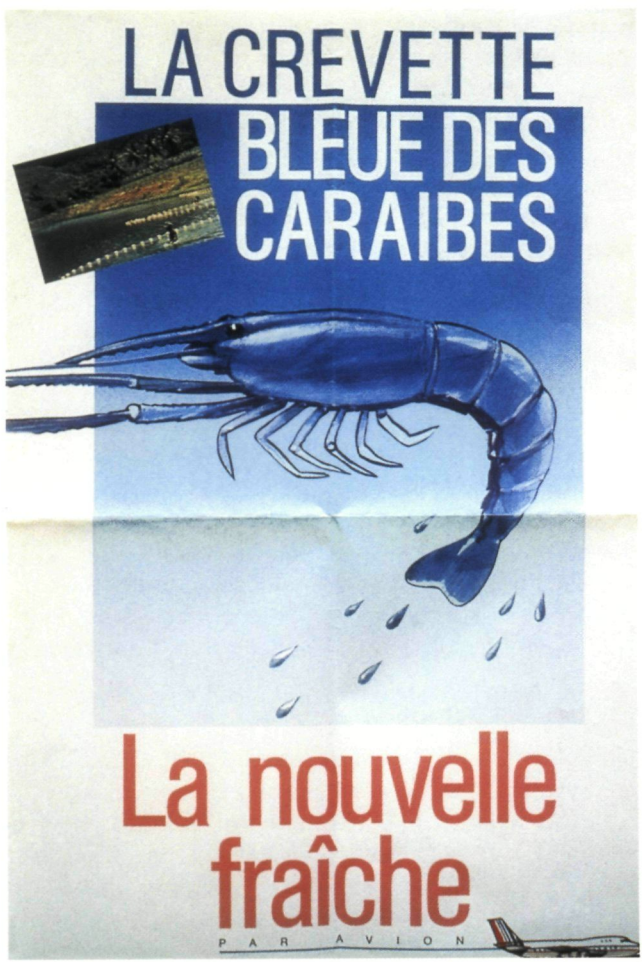
Dans le cadre du colloque et à propos de ces aspects, on peut citer une étude du service de l'inspection et du contrôle de la qualité des poissons au Bangladesh (Md Kador Ahmed) qui a consisté à réaliser la comparaison microbiologique et sensorielle de crevettes sauvages congelées à bord de bateaux et de crevettes d'élevage transformées en usine à terre *(Penaeus monodon)*. Cette étude résulte d'un constat d'une qualité parfois médiocre des produits d'élevage mis sur le marché. Une augmentation de la flore totale au cours du process de transformation, sans doute due à une température trop élevée (plus de 10 °C), a été mise en évidence. Les caractéristiques organoleptiques des crevettes congelées à bord sont classées dans la catégorie excellente dans 98 % des cas alors que le produit transformé à terre est jugé seulement acceptable à bon dans 93,6 % des cas. Il est donc recommandé en conclusion de mettre en place un système de HACCP pour garantir la qualité du produit.

Deux présentations faisant la relation entre des pratiques d'élevage et la qualité finale du produit sont à noter.
Un travail danois (Rasmussen) concernant l'effet de l'utilisation d'hormone de croissance (GH) et de prolactine sur les caractéristiques sensorielles de la truite arc-en-ciel est présenté. Cette étude dont l'objectif est d'accélérer la vitesse de croissance s'intéresse également aux éventuelles conséquences sur la qualité finale du produit. Il est mis en évidence que l'utilisation d'hormones, en particulier de prolactine, permet d'améliorer les performances de croissance sans modifier de façon notable les propriétés organoleptiques.

La seconde étude réalisée avec le concours de l'Ifremer tente d'évaluer la variabilité des caractéristiques de la chair du bar d'élevage comparée à celle du bar sauvage ainsi que l'influence de la technique d'élevage sur la qualité du produit

(M. Cardinal). Une variabilité plus importante du bar sauvage est mise en évidence. Quant à l'effet de la technique d'élevage, il semble que des différences de vitesse de croissance induites par le cycle de température puissent se traduire par des teneurs en lipides et des caractéristiques sensorielles différentes.

Enfin, un travail sur la recherche de critères objectifs d'évaluation de la qualité des mollusques est exposé (M. Cardinal). L'évaluation sensorielle, celle de la couleur et l'analyse des composés volatils sont des techniques actuellement mises en œuvre sur chez les huîtres et les moules. Elles pourraient, dans une certaine mesure, être des outils d'aide à une mise en place de signes de qualité.



Modèle d'affiche utilisée en 1988 pour la campagne de vente en frais en France métropolitaine de crevettes d'eau douce de Guyane.

Chapitre III

Autres activités et conclusions scientifiques



Réunion d'information sur les possibilités de coopération scientifique régionale entre les pays de la Caraïbe

Objectifs

Le rassemblement, en un même lieu, des principaux acteurs du développement de l'aquaculture dans la Caraïbe (chercheurs et agents des services des pêches) a été mis à profit pour organiser une réunion d'information afin d'examiner les possibilités de collaboration entre les différents pays de la zone. Trois points ont été abordés :

- identification des besoins des pays en matière de collaboration scientifique;
- analyse des différentes formes de collaboration envisageables : création d'un centre pour l'aquaculture tropicale proposé par M. Donelan, T. Cowan, R. LeRoy Creswell et D. Alston; mise en réseau des institutions; lancement de projets de recherche en commun...;
- examen des mécanismes de financement.

Les participants et leur institut d'origine sont indiqués sur le tableau ci-dessous.

Pays	Nom	Prénom	Institut	Fax
Bahamas	Deleveaux	Vallière	Department of Fisheries	242 393 02 38
République dominicaine	Richardson	Frank	Instituto Dominicano de Technologia Industrial	809 227 88 08
Jamaïque	Hanley	Fred	Jamaïca Broilers Group	809 983 92 41
Porto Rico	Addison Wilkinson	Bill Joyce	C-Quest	787 845 39 29
Dominique	Guiste	Harold	Fisheries Division, Ministry of Agriculture	809 448 01 40
Sainte-Lucie	Felix	Marie-Louise	Fisheries Department, Ministry Agriculture	758 452 38 53
Trinidad & Tobago	De Souza Chakallal	Gregory Bisessar	IMA FAO, sub-regional office	809 634 44 33 246 426 60 75
États-Unis	Main	Kevan	HBOI	941 346 30 85
Venezuela	Lodeiros	Cesar	Instituto Oceanografico Venezuela, Universidad de Oriente	93 31 59 02
Europe				
France	Lacroix Fuchs	Denis Jacques	Ifremer/Nantes Ifremer/Paris	3302 40 37 40 80 3301 46 48 22 76
Malte	Agius	Carmelo	National Aquaculture Center	356 68 77 19

Principales conclusions

• Situation de la recherche dans les pays de la Caraïbe

La recherche dans le domaine de l'aquaculture est limitée et concentrée entre un petit nombre d'universités (Miami, Porto Rico, UWI, Antilles-Guyane) et d'instituts de recherche (HBOI, IMA, Ifremer...) travaillant indépendamment les uns des autres. Elle concerne un nombre important d'espèces : mollusques (lambi, huître, huître perlière), poissons d'eau douce (carpe, tilapia, catfish) et d'eau de mer (red tilapia, ombrine, mérou), crevettes pénéides et *Macrobrachium*, algues *(Gracilaria...)*.

• Identification des besoins

Les besoins des pays en matière de collaboration scientifique peuvent se résumer ainsi :

- tous les pays de la zone caraïbe souffrent d'isolement géographique et du faible soutien de leur gouvernement. L'aquaculture est, à l'exception de quelques pays, une activité encore marginale et le secteur privé a peu investi dans ce domaine. L'échange d'informations, les rencontres entre scientifiques à l'occasion de visites et de séminaires et la formation sont considérés comme essentiels ;

- les instituts et services chargés de la recherche et du développement dans le domaine de l'aquaculture se sont fixés comme objectif prioritaire la mise au point de l'élevage d'espèces locales. Ils sont demandeurs de transferts des technologies déjà existantes (production d'alevins, grossissement...) et de leur adaptation au contexte particulier des îles. La prise en compte des possibles conflits d'usage avec les autres utilisateurs du littoral (pêche, tourisme...) constitue également un axe de recherche prioritaire ;

- ces pays disposent de peu d'infrastructures et de moyens limités pour mener à bien des projets d'une certaine envergure. De fait, la recherche de financement pour soutenir une collaboration scientifique est une nécessité pour la plupart des pays ;

- enfin, la participation plus active du secteur de la production dans la définition et la mise en place de programmes de recherche et de développement a été jugée indispensable.

• Analyse des différentes formes de collaboration envisageables

La discussion a ensuite porté sur les différentes formes de collaboration envisageables : centre régional de grande taille ; structure de coordination de plusieurs unités satellites ; mise en réseaux des structures existantes.

- Centre régional de grande taille

La proposition de création d'un centre caraïbe pour l'aquaculture tropicale rédigée par M. Donelan et revue par un comité d'évaluation (T. Cowan, R. LeRoy Creswell, Y. Harache et D. Alston) a retenu l'attention des participants. Ce centre à vocation régionale aurait trois missions : recherche et mise au point de techniques d'élevage, transfert de technologie, formation.

Les remarques des participants ont été nombreuses :
- une structure d'une telle envergure constituée d'une équipe de 40 chercheurs et 20 techniciens capable d'accueillir 200 à 300 étudiants par an pour un coût de fonctionnement annuel de 15 millions de dollars par an semble difficilement justifiable au regard de l'importance du secteur ;
- la coordination entre les activités de ce centre et celles des autres structures menant des travaux de recherche dans la zone sur les mêmes thèmes n'apparaît pas clairement ;
- le positionnement à la tête de cet institut d'équipes canadiennes et américaines peut créer dans certain cas des situations de blocage.

B. Chakallal, s'appuyant sur l'expérience de l'OAA (FAO), exprime des réserves en expliquant qu'une telle structure risque, comme cela a déjà été observé au Brésil, de voir ses objectifs dériver rapidement (préoccupations plus locales que régionales) et augmenter le coût de sa gestion. De plus, le budget annoncé (50 millions de dollars pour la construction et 15 millions de dollars pour le fonctionnement annuel) paraît excessif.

Les participants ont jugé qu'un tel projet semblait difficile à justifier en raison de son envergure par rapport aux besoins réels des pays.

- Structure de coordination régionale de plusieurs unités satellites
La seconde forme de collaboration proposée également par R. LeRoy Creswell consisterait à créer au sein des pays de la Caraïbe une structure à vocation administrative, ayant pour mission de coordonner les actions de plusieurs structures ou unités satellites.

- Mise en réseaux des structures existantes
Le manque d'information et le souhait exprimé par la plupart des intervenants de renforcer les échanges entre chercheurs de la zone militent en faveur de la création d'un réseau d'information, inspiré des systèmes mis en place dans d'autres zones géographiques (pays de l'Union européenne, réseaux FAO...). Dans un premier temps, une telle structure permettrait d'avoir une vision claire de l'ensemble des compétences et des moyens disponibles et de favoriser les échanges d'informations entre chercheurs.
Dans un second temps, le réseau serait mis à profit pour définir et promouvoir des programmes de recherche en commun et assurer la formation des chercheurs en les accueillant dans les différents instituts de recherche impliqués.

• Examen des mécanismes de financement
Parmi les bailleurs de fond potentiellement mobilisables, l'Union européenne est l'un des partenaires importants des pays ACP (Afrique, Caraïbe, Pacifique). L'Ifremer a ainsi été chargé d'organiser pour le compte de la DG8, responsable des relations avec les pays ACP, une réunion de travail à Belize en décembre 1996 regroupant les principaux pays de la zone pour débattre d'un projet de création d'une initiative de recherche devant favoriser les échanges entre les pays ACP et l'Europe dans le domaine des pêches. L'objectif de cette démarche est de faciliter l'accès

aux financements européens (Inco, fonds FED) grâce à la mise en place d'un secrétariat permanent à Bruxelles, et de permettre ainsi le lancement ou le renforcement de projets régionaux.

Poursuite du dialogue

Il a été convenu avec l'ensemble des participants que l'Ifremer assurerait le rôle de point focal pour faciliter la poursuite de la réflexion. L'étape ultérieure consisterait à rédiger un avant-projet qui serait soumis aux partenaires pour avis. En cas d'accord entre les différents participants, ce projet pourrait être présenté à la DG 8 Bruxelles pour financement.

Circuit technique

Dans le cadre du congrès, un circuit technique a permis aux participants de voir des réalisations concrètes de l'aquaculture en Martinique. Les scientifiques peu familiers des régions tropicales ont découvert ainsi les deux « piliers » du développement aquacole dans la région, le tilapia et la crevette géante d'eau douce *Macrobrachium rosenbergii* ainsi que le loup de la Caraïbe, *Sciaenops ocellata*, principal poisson marin en cours de développement dans les îles.

Successivement ont été visitées :
- la station de l'Ifremer du Robert : présentation des programmes de recherche et des installations aquacoles expérimentales (salle d'algues, local géniteurs, écloserie) ;
- les cages de grossissement du loup de la Caraïbe de la ferme pilote de l'Adam dans la baie du Robert ;
- la ferme (10 ha) de grossissement de « l'écrevisse » *Macrobrachium rosenbergii* à l'anse Massé (côte nord atlantique) ;
- l'écloserie expérimentale polyvalente de l'Adam, à Saint-Pierre ;
- la ferme de tilapia de Saint-Joseph.

Les scientifiques de spécialités et de pays très différents ont pu ainsi évoquer *in situ* tous les problèmes que pose le transfert des acquis de la recherche au secteur privé impliqué dans les contraintes de la production.

Certains producteurs ont pu consulter divers experts de passage sur des problèmes typiquement liés à la maturité de leurs élevages : risques de consanguinité affectant les performances zootechniques des espèces élevées, dégradation des fonds de bassin en terre en système continu, recherche de diversification avec des espèces locales connues et prisées pour se démarquer commercialement des espèces d'élevage importées, plus vulnérables à la concurrence des importations, méthodes d'évaluation des impacts sur l'environnement, etc. Toutes ces questions attestent le souci de continuer à progresser chez plusieurs éleveurs martiniquais.

Ce tour a été également l'occasion de montrer les faiblesses d'une petite île à forte image touristique mais cherchant également un développement aquacole au-delà de l'échelle artisanale : forte concurrence dans l'utilisation des sites du littoral et des ressources en eau douce (priorités pour l'irrigation, maintien d'un débit réservé), nécessité de prendre soigneusement en compte les contraintes d'environnement, relative faiblesse du marché local et surcoûts à l'exportation, anticipation des risques cycloniques. Ces îles ont cependant des atouts : très bonne image dans le grand public, qualité des eaux, proximité du marché américain, croissance du secteur touristique consommateur de produits de la mer frais, bonne tenue générale des infrastructures et des services, disponibilité d'aides d'origines variées, de services d'expertises fiables (contrôle sanitaire, soutien scientifique, information, etc.) et de personnel qualifié.

Conclusions scientifiques présentées par les modérateurs à la session finale

Six modérateurs ont présenté une synthèse des différentes sessions concernant leur thème. Tous les participants ont pu ainsi disposer d'une vue synthétique de l'ensemble des communications présentées au cours du congrès et bénéficier des conclusions de spécialistes sur chaque thème.

Pisciculture tropicale (J. Rakocy)

J. Rakocy, modérateur de la session 3, a présenté une synthèse des travaux consacrée à la pisciculture tropicale. Plusieurs communications concernaient des travaux sur des espèces tempérées placées dans ces sessions à titre d'étude de cas.
Les avancées dans le domaine de la pisciculture continentale ont essentiellement porté sur de nouveaux systèmes d'élevage du tilapia *(Oreochromis* sp.*)* et du catfish *(Clarias gariepinus)* :
- système aquaponique pour la production intensive de tilapia et de légumes hydroponiques (États-Unis) ; élevage intensif de tilapia et de *Clarias* en eau réchauffée (Belgique), adaptation de souches de tilapia en eau de mer (Martinique et Réunion) ;
- élevages intensifs de catfish en milieu désertique par utilisation des eaux souterraines (Israël).

Les recherches en pisciculture marine tropicale ont traité de deux grands thèmes.

• Les bases biologiques de l'aquaculture des espèces tropicales d'intérêt économique : « snook » *(Centropomus undecimalis)*, « seatrout » *(Cynoscion nebulosus)*, ombrine *(Sciaenops ocellatus)* et dorade coryphène *(Coryphaena hippurus)* dans la Caraïbe, mérou *(Epinephelus aeneus)* en Israël, loup tropical *(Lates calcarifer)* dans le Pacifique. Les principales disciplines de recherche abordées ont concerné :
- la nutrition et l'alimentation de plusieurs espèces tropicales et tempérées (loup

tropical à Tahiti, ombrine en Martinique, denté *Dentex dentex* en Grèce) ainsi que l'alimentation larvaire du mérou en Israël ;
- la maîtrise de la reproduction contrôlée du « seatrout » aux États-Unis, du loup tropical à Tahiti, de l'ombrine en Martinique avec, dans les trois cas, un contrôle des paramètres environnementaux permettant un allongement significatif de la période de ponte ;
- la physiologie de la croissance avec, en particulier, un propos tout à fait intéressant traitant de la différence de composition musculaire entre les espèces tempérées et les espèces tropicales ;
- la pathologie, avec l'étude de la pharmacocinétique de l'acide oxolinique dans le muscle de bar *(Dicentrarchus labrax)*.

• La diversification des espèces : quatre équipes de recherche (États-Unis, Martinique, Grèce et Tahiti) ont présenté des méthodologies de sélection de nouvelles espèces s'appuyant sur des critères biologiques (capacité de croissance, adaptation à la captivité, résistance au stress, contrôle de la reproduction...) et économiques (marché, coût de production...). Il ressort de ces exposés que la sélection d'une nouvelle espèce est un processus long et complexe et qu'une collaboration plus étroite entre les équipes travaillant sur les mêmes espèces permettrait d'économiser un temps précieux.

En conclusion, les travaux présentés montrent que de très nombreuses espèces ont fait l'objet de recherches dans des domaines variés, couvrant la totalité du cycle biologique de ces animaux et la mise au point des techniques d'élevage. Cependant, quelques-unes d'entre elles seulement constituent aujourd'hui l'essentiel de la production, qu'il s'agisse de tropical ou de tempéré, à terre comme en mer.
Grâce à la prise en compte précoce des critères économiques, les méthodes de sélection des espèces les plus aptes à l'élevage présentées à ce congrès devraient permettre de réduire la dispersion des efforts de recherche et de raccourcir les étapes du développement.

Aquaculture dans la Caraïbe (B. Chakallal)

B. Chakallal a conclu les sessions « Aquaculture dans la Caraïbe » en rappelant que cette activité récente était le résultat de longues années d'effort pour développer des filières d'élevage (ombrine, tilapia, dorade coryphène, crevettes et chevrettes, algue *Gracilaria*...) adaptées au contexte local et répondant aux besoins de diversification des activités agricoles, de réduction des importations de produits de la mer et d'apport de devises.

Le manque d'infrastructures de recherche et la carence en formation constituent, de son point de vue, deux obstacles majeurs au développement de l'aquaculture dans cette zone. La stratégie qu'il propose consisterait à retenir les recommandations suivantes :
• disposer de personnel formé dans le domaine de la recherche et des politiques de développement ;

- réaliser quelques plans concrets de développement aquacole;
- créer ou améliorer les infrastructures de recherche existantes;
- favoriser l'échange d'information entre les chercheurs;
- privilégier la mise au point d'élevage d'espèces déjà connues en adaptant les techniques au contexte local.

Tout en reconnaissant le travail déjà accompli pour mettre au point l'élevage d'un certain nombre d'espèces potentiellement intéressantes, B. Chakallal conclut en précisant que beaucoup de travail reste à faire pour stabiliser une activité naissante, améliorer la qualité des produits d'aquaculture et favoriser la création de liens plus étroits entre pêche traditionnelle et aquaculture nouvelle.

Aspects socio-économiques (P. Paquotte)

P. Paquotte a résumé en quatre points les enseignements ayant trait à l'économie de l'aquaculture en milieu insulaire et tropical :

- les îles constituent un cas d'école remarquable pour étudier les interactions entre le développement de l'aquaculture et la gestion des activités du littoral;
- les avantages et les inconvénients sont équilibrés : surcoûts des transports, du foncier, forte sensibilité du tourisme mais aussi forte image à l'exportation, qualité supérieure des sites et des eaux;
- l'aquaculture constitue un important facteur de développement à condition de préparer une planification rigoureuse des actions à mener en privilégiant l'adaptation de la technologie au contexte social et en évitant tout projet initial trop ambitieux;
- les institutions ont un rôle essentiel à jouer : assurer le cadre juridique, l'environnement financier et la formation des hommes afin de réduire les marges d'incertitude des entrepreneurs; sinon, les technologies et les capitaux se déplacent pour servir les marchés.

Crevetticulture (A. Michel)

À partir d'un bref état des lieux de l'aquaculture des crevettes qui est une activité mondiale, A. Michel a insisté sur deux points :

- les thèmes de recherche qui, d'après les présentations, apparaissent comme ceux susceptibles de réduire les facteurs limitants actuels et de soutenir le développement;
- les applications potentielles de l'aquaculture des crevettes dans le cas des îles tropicales avec une attention particulière pour les îles de la Caraïbe.

L'aquaculture des crevettes a connu, au niveau mondial, un développement considérable depuis le début des années quatre-vingt, passant d'une production inférieure à 50 000 t à plus de 700 000 t actuellement. Celle-ci représente 25 % de l'apport mondial de crevettes, pêche et aquaculture confondues, pour une valeur de l'ordre de 6 milliards de dollars.

Ce développement excessivement rapide est déjà jalonné d'épisodes catastrophiques dus à l'émergence d'agents pathogènes majeurs et plus particulièrement de virus. Cela a été le cas à Taiwan en 1988 et en Chine en 1993. Ces crises sont le fait que ce type d'élevage dépend fortement des variations des conditions environnementales au sens large. Ce développement qui intéresse la plupart des pays de la ceinture tropicale se poursuit, entraîné par la très forte demande des trois grands marchés que sont ceux du Japon, des États-Unis et de l'Europe, relayée par l'émergence des marchés locaux notamment ceux des pays du Sud-Est asiatique.
Les vives critiques des environnementalistes, portant sur la destruction des mangroves et des ressources côtières ainsi que sur l'émergence de conflits sociaux pour l'utilisation des zones littorales, ont terni la première image de réussite de cette activité : production à l'export génératrice de devises fortes, mise en valeur de zones défavorisées et création d'emplois.
Il en résulte une prise de conscience de la nécessité de promouvoir un développement durable de l'élevage des crevettes, ce qui sous-entend l'atteinte simultanée de trois objectifs :
- viabilité économique ;
- préservation de l'environnement ;
- acceptabilité par le contexte socio-économique.

Cette démarche est en cours et devrait limiter beaucoup les habitudes actuelles de développement anarchique.
La recherche, qui jusqu'à présent a aidé au développement en résolvant les facteurs limitants, a un rôle important à jouer dans toutes les nouvelles orientations liées à cette notion de croissance durable. Les points majeurs identifiés sont les suivants :
- choix de critères objectifs de sélection de sites avec l'apparition de nouvelles méthodologies ;
- contrôle de la reproduction en captivité ;
- établissement de critères de l'état de santé des animaux en élevage ;
- développement d'outils diagnostiques pour le contrôle des pathogènes et notamment des virus ;
- compréhension du système immunitaire et des mécanismes de défense des crevettes face aux différentes agressions et manière de les stimuler ;
- recherches en génétique avec l'apparition des premières souches sélectionnées dont on attend beaucoup ;
- nouvelles stratégies de formulation d'aliments et de gestion de l'eau pour minimiser les impacts des élevages sur le milieu et réduire les coûts de production ;
- enfin tous les aspects socio-économiques liés à l'intégration de cette activité.

Dans ce contexte, quel peut être le développement pour les îles tropicales ?
La palette des méthodes d'élevage existantes et la maîtrise des différentes phases du cycle pour plusieurs espèces, et notamment de la reproduction à partir de géniteurs élevés en captivité, permettent dorénavant d'envisager techniquement l'élevage de la crevette dans n'importe quelle île. Mais le point de départ doit être l'analyse préalable du marché visé, local ou/et à l'export. Les contraintes clima-

tiques et notamment la température de l'eau détermineront le choix de l'espèce. La sélection des sites doit se faire en fonction de leur disponibilité et des coûts d'accès au foncier, ce qui détermine *in fine* le choix de la technique à mettre en œuvre : élevage semi-intensif si de grandes superficies sont disponibles à faible coût, hyper-intensif dans le cas contraire.

En ce qui concerne la Caraïbe, l'élevage de trois espèces *Penaeus monodon, P. stylirostris ou P. vannamei* peut être envisagé dans la mesure où l'on maîtrise les techniques de constitution de stocks de reproducteurs en captivité, ce qui permet maintenant de s'affranchir des risques liés à des importations régulières de post-larves. Ces îles possèdent pour la plupart un marché local non négligeable en augmentation constante, lié à l'activité touristique, et permettant ainsi de démarrer la production dans un contexte favorable pour l'écoulement des produits. Des marchés de niche pour des produits de qualité doivent être recherchés pour l'exportation.

Un effort particulier est à faire sur les problèmes de transfert de technologie et de formation des producteurs de façon à garantir une bonne insertion dans le développement général des zones littorales. Il y a là une source de création d'emplois non négligeable si l'on se réfère à l'exemple de la Nouvelle-Calédonie où une production en émergence de 1 000 t a entraîné la création de 150 emplois directs et de 150 emplois indirects tout en générant un marché local de 400 t pour une population de 180 000 habitants seulement.
Les équipes de recherche en étroite coopération avec les organismes locaux de valorisation et les producteurs doivent être partie prenante de ce développement pour en garantir la durabilité.

Mollusques (G. Burnell)

Gavin Burnell a présenté les principaux enseignements du congrès concernant les mollusques.

La productivité

R. LeRoy Creswell a rappelé la relative rareté des sites, soumis à la dure compétition du tourisme et la faible productivité naturelle des eaux tropicales côtières (0,3-0,5 ug/l), ce qui limite le potentiel des bivalves et des gastéropodes. Malgré cela, Buestel *et al.* ont démontré que l'huître perlière *Pinctada margaritifera* compensait l'oligotrophie par un taux de filtration très élevé (271 l/h/g poids sec). Cet élevage de Polynésie représente un succès remarquable au point qu'il est maintenant nécessaire de se préoccuper de la capacité de charge des atolls.

Les sources de juvéniles

En raison de « surpêches » fréquentes des adultes, les juvéniles de mollusques proviennent de moins en moins de dispositifs de captage et de plus en plus de la production d'écloserie et de l'introduction de naissain d'importation. Cette dernière solution est à éviter en raison des risques d'apport de pathogènes.

La polyculture

Au Mexique comme en République dominicaine, des bivalves sont élevés avec succès en association avec des crustacés, moyen intéressant de valoriser l'excès chronique de phytoplancton. Effet inattendu, les moules filtreraient les substances responsables de l'inhibition de la croissance chez les *Macrobrachium* en élevage, ce qui réduirait significativement la dispersion !

Pour limiter les salissures des cages, des langoustes ont été introduites dans des cages de tilapia. La réduction du fouling est estimée à 30 %. De meilleurs résultats seraient probablement obtenus avec des gastéropodes brouteurs ou des oursins.
Par ailleurs, quatre pays testent les capacités d'élevage de cinq nouvelles espèces : *Pitar albida, Tapes dorsatus, Katelysia rhytiphora, Pterya colombus, Anodonta granulis.*

La qualité

Les critères de qualité deviennent de plus en plus importants pour les mollusques comme pour la plupart des espèces. La présentation de M. Cardinal *et al.* sur quelques critères possibles de l'évaluation de la qualité des bivalves est un modèle de travail à approfondir et généraliser pour amener progressivement ce type de produits vers une labellisation fondée sur des critères objectifs.

Les « marées rouges »

Les efflorescences d'algues toxiques de plus en plus fréquentes, notamment en mer Noire, contribuent à une méfiance croissante du marché vis-à-vis des bivalves, surtout dans les pays où la législation sur la protection des consommateurs est floue ou inexistante. La restauration de la confiance des marchés est un objectif prioritaire de long terme pour tous les acteurs impliqués dans cette activité.

***Le lambi* (« *Queen conch* » Strombus gigas)**

La production d'écloserie est maintenant fiable dans toute la région, ce qui permet une production de 4 000 t (40 millions de dollars). Les gastéropodes marins d'élevage représentent douze espèces pour onze pays d'Amérique. Une simulation d'une ferme industrielle présentée par deux spécialistes de cette espèce montre deux résultats intéressants : d'abord, la ferme doit viser plusieurs créneaux commerciaux dont l'aquariophilie et le repeuplement ; ensuite, le retour sur investissement est de l'ordre de 7 % à partir de la quatrième année.

La détection des pathogènes

Diverses expériences montrent que les résultats d'utilisation de marqueurs ADN pour la détection des pathogènes dans le milieu restent d'interprétation difficile.

Les algues-fourrages

L'apport de souches d'algues riches en acides gras *(Tetraselmis* spp.*)* et adaptées aux températures élevées (30 °C) permet une accélération de la croissance de la plupart des espèces de bivalves testées.

Poissons d'ornement (L. Gomes)

Luiz Gomes a tracé les axes de développement pour cette activité relativement récente qu'est l'aquariophilie, mais dont l'appartenance à l'aquaculture ne fait plus de doute :

- il est nécessaire de réduire par tous les moyens les prélèvements sauvages et illégaux d'espèces rares dans le milieu naturel. L'aquaculture doit faire savoir haut et fort qu'il est plus rentable et surtout plus durable de produire en écloserie des poissons-clowns que de détruire les récifs coralliens ;
- les méthodes de recherche utilisées en aquaculture, et notamment en écloserie, doivent être diffusées de manière massive en aquariologie, ce qui permettrait de mieux répondre à la demande et limiterait l'intérêt des circuits parallèles ;
- la demande est de plus en plus diversifiée : coraux, bivalves, crustacés s'ajoutent aux poissons traditionnels. Un effort particulier de recherche doit être mené en matière de nouvelles espèces commercialisables afin de prévenir le braconnage sur des familles d'espèces souvent rares et fragiles ;
- les procédures de capture, de gestion de stock, de sélection génétique respectant les normes sanitaires et biologiques les plus récentes doivent être précisées et diffusées à tous les producteurs, exportateurs et intermédiaires de manière à donner une nouvelle image de ce secteur à un public qui sera de plus en plus attentif à la déontologie de cette activité ;
- enfin, la reconnaissance de ce secteur et son émergence au grand jour seraient facilitées par des travaux scientifiques reconnus tant au plan des connaissances biologiques *in situ* qu'au plan des technologies spécifiques aux aquariums, notamment quand ils sont de grande taille, ou encore au plan économique où des surprises ne sont pas à exclure en raison de l'opacité actuelle des approvisionnements et de la rentabilité des transactions.

Conclusion générale

Avec 332 participants de 48 pays, le congrès de la Martinique (4-9 mai 1997) a pleinement atteint l'objectif de rendre compte de la diversité et de la rapide progression de l'aquaculture insulaire et tropicale. Il a confirmé le dynamisme général de l'aquaculture dans le monde, seule activité capable de répondre à la croissance régulière de la demande en matière de produits alimentaires aquatiques : un kilo de poisson consommé sur quatre provient de l'aquaculture, ce qui représente le double de la proportion de 1984.
Deux autres tendances se renforcent : d'abord, la valeur des produits aquacoles s'accroît plus vite que leur tonnage; ensuite, les pays qui enregistrent la plus forte croissance dans ce secteur sont les pays émergents d'Asie.

Au sein des 15 sessions scientifiques une large part a été donnée aux expériences menées dans toute la région caraïbe notamment sous la forme d'études approfondies des principaux succès et échecs en aquaculture dans cette région depuis vingt ans. Il a notamment été débattu la question de l'écart entre le potentiel considérable de la région et la production, qui représente seulement 26 000 t, principalement d'eau douce alors que les plateaux marins disponibles avoisinent 0,5 million de km^2. La principale conclusion a été que la situation de l'aquaculture dans la Caraïbe ressemble à celle de la Méditerranée il y a vingt ans : cultures traditionnelles, petite échelle des économies insulaires, faiblesse de la recherche, isolement des acteurs.

La plupart des experts disposant d'une bonne vision synthétique et historique de l'aquaculture dans la région se sont accordés sur le diagnostic et les conditions de développement suivants :

- le potentiel de développement est plus fort en mer qu'à terre mais il reste un déficit de connaissances biologiques, de technologie, de capitaux, de main-d'œuvre qualifiée et d'études de marché, qui constituent autant de freins aux initiatives publiques comme privées;
- l'aquaculture de « haute technologie » a déclenché les réussites de l'élevage du saumon, de la crevette et du couple loup-daurade. Mais ce type de choix doit être mûri et pesé avec soin en raison de la diversité des situations (sites, personnel, infrastructures, cadre institutionnel et financier, etc.) et des spécificités de la région (importance du tourisme, forte densité de population, risques cycloniques, etc.). Le passage à l'élevage en cage nécessite une dimension « industrielle » minimale pour justifier les investissements indispensables (écloserie, appontement, bateau adapté, chaîne de froid, atelier...);
- partout, la première carence dénoncée par les entrepreneurs concerne le cadre institutionnel, trop souvent flou pour ce qui concerne l'aquaculture (régime des concessions, fiscalité, etc.). Le choix du développement de ce secteur doit s'accompagner d'une vraie politique incluant tous les aspects, de la recherche au régime des prêts pour les investisseurs;

• la faiblesse des dispositifs de recherche-développement dans la région incite à proposer la mise en place de réseaux d'information spécialisés, afin de faire sortir chercheurs, investisseurs, prêteurs et décideurs de leur isolement et de stimuler toutes les initiatives de partenariat. En effet, nombre de ces contraintes peuvent être réduites notamment par une mise en réseau des connaissances et des compétences, à l'instar de la Méditerranée où les réseaux d'information spécialisés en aquaculture (Sipam) ont facilité le transfert et l'adaptation des technologies existantes aux contextes locaux ainsi que la formation du personnel.

Ceci implique de prendre en considération deux aspects essentiels :
- première priorité, le respect de l'image exceptionnelle dont dispose toutes les îles de la Caraïbe à l'image des Bermudes (70 000 habitants - 600 000 touristes - 90 % du sol utilisés), où l'aquaculture se développe avec la volonté de rester discrète : l'espèce choisie est une coquille Saint-Jacques tropicale dont les semis sur des fonds de 15 m constituent même une attraction pour les touristes ;
- le maintien de la remarquable qualité des eaux.

La planification précise du développement de ce nouveau secteur est donc importante et doit montrer la maturité et la capacité de prendre en compte la durée, notamment au plan de la préservation de l'environnement.



Remerciements et distinctions

La session finale a été d'abord l'occasion de remercier tous les participants institutionnels ou privés qui ont contribué au succès du congrès, et tout particulièrement le personnel permanent de l'European Aquaculture Society, dont le dévouement et le professionnalisme ont été unanimement reconnus. La contribution de l'Ifremer a également été saluée tant au plan de l'organisation qu'à celui de la coordination du programme scientifique. L'accueil et la disponibilité des organisations locales, Adam, conseil régional, conseil général, ARDTM, ont été très appréciées ainsi que la bonne gestion des relations avec les médias locaux par le CCSTIM.

Le premier prix de présentation orale est allé à Jim Rakocy et à ses collaborateurs (îles Vierges américaines) pour un travail original sur l'élevage intégré du tilapia et de légumes hydroponiques.

Le second prix a été attribué à la présentation du travail très complet de l'équipe de D. Buestel du centre océanologique du Pacifique sur la nutrition de l'huître perlière de Tahiti *Pinctada margaritifera*.

Dans la catégorie « poster », l'équipe de J.C. Cochard (Cop) travaillant sur la toxicité du sédiment de bassin d'élevage de *P. stylirostris* a eu le premier prix devant Maria Teresa Dinis (université d'Algarve, Portugal) pour son étude de l'influence de la lumière sur la croissance de *P. japonicus*.

Enfin, dans un climat chaleureux et amical, Jean Bally, initiateur visionnaire de l'aquaculture à la Martinique dès 1976, a reçu des mains de Patrick Lavens, président de l'EAS, l'attribution du certificat de membre honoraire à vie de cette organisation. Cet honneur récompensait vingt années d'enthousiasme, de conviction et d'action en faveur du développement de l'aquaculture aux Antilles françaises.

Annexes

Communications présentées par l'Ifremer

Extraits du dossier d'information préparé pour la presse

Communications présentées par l'Ifremer

Aquacop, Cuzon G. L'exemple de 15 années de production d'aliments pour l'élevage de crevettes en Nouvelle-Calédonie. The example of 15 years of shrimp feed production in New Caledonia.

Boeuf G., Falguière J.C., Denis O., Vianas V., Le Roux A., Severe A. Adaptation à l'eau de mer et statut thyroïdien chez le tilapia rouge hybride *(O. mossambica, O. hornorum, O. nilotica, O. aureus)* élevé en Martinique. Seawater adaptation and thyroid status of red tilapia hybrid *(O. mossambica, O. hornorum, O. nilotica, O. aureus)* in Martinique Island.

Bonami J.R. Biotechnologie et diagnostic des maladies virales des crevettes. Biotechnology and diagnostic of shrimp viral diseases.

Buchet V., Zanbonino J.L. Changement d'activité de quelques enzymes digestives pendant le développement larvaire de *Sciaenops ocellata*. Variation in activity of some digestive enzymes during larval development of *Sciaenops ocellata*.

Buestel D., Pouvreau S., Jonquières G. Comportement alimentaire de l'huître perlière *Pinctada margaritifera*. Feeding behaviour of pearl oyster *Pinctada margaritifera*.

Buestel D., Bodoy A. Comment la perle noire est devenue la deuxième source de revenus de Tahiti en 15 ans. How black pearl became in 15 years the second source of income for French Polynesia.

Coatanea D., Farman R.S., Galinié P.C. Aquaculture de crevettes en Nouvelle-Calédonie : aspects socio-économiques. Shrimp aquaculture in New Caledonia : socio-economical aspects.

Cochard J.C., Garen P., Heyvang I., Lemonnier H., Magliozzi A., Aquacop. Utilisation de la capacité osmorégulatrice de *Penaeus stylirostris* pour l'évaluation *in situ* de la toxicité des sédiments des bassins d'élevage. Osmoregulatory capacity of *Penaeus stylirostris* as a tool for *in situ* evaluation of the toxicity of rearing pond sediment.

Cousin M., Cuzon G., Guillaume G. Équilibre protéines/énergie chez deux espèces de pénéides : approche à trois dimensions utilisant les surfaces de réaction. Protein-energy balance in two species of Penaeids : tridimensional approach with response surfaces.

Falguière J.C., Noguera B., Dalla Torre P. Interactions entre maturité sexuelle et croissance dans la culture en cage de l'ombrine caraïbe *Sciaenops ocellata* dans les conditions tropicales de la Martinique. Interactions between sexual maturity and growth in cage of red drum *Sciaenops ocellata* under tropical conditions of Martinique (FWI).

Falguière J.C., Blouin F. Maturation et ponte de l'ombrine *Sciaenops ocellata* en captivité dans les conditions tropicales de la Martinique. Maturation and spawning of red drum *Sciaenops ocellata* under tropical conditions in Martinique (FWI).

Falguière J.C., Paquotte P. Analyse technique et financière des projets de pisciculture de l'ombrine *Sciaenops ocellata* en cage flottante en Martinique. Technical and financial analysis of red drum *Sciaenops ocellata* farming in floating cages in Martinique.

Falguière J.C., Denis O., Vianas V. Performances d'élevage de plusieurs hybrides de tilapia rouge en eau de mer en Martinique : *Oreochromis mossambicus, O. hornorum, O. niloticus et O. aureus*. Seawater performances in red tilapia (hybrid *Oreochromis mossambicus, O. hornorum, O. niloticus and O. aureus*) in Martinique island (FWI) : zootechnical aspects.

Gouillou-Constans M.F., Falguière J.C., Philippe R., Kaushik S. Réponse de l'ombrine *Sciaenops ocellata* à différents régimes de prémix vitaminiques en conditions tropicales. Response of red drum *Sciaenops ocellata* to different dietary of vitamin premix under tropical culture conditions.

Lacroix D., Paquotte P. État actuel et perspectives de développement de l'aquaculture dans les pays méditerranéens. Present state and perspective of island aquaculture in the mediterranean countries.

Lee H.H., Cuzon G., Chou R., Heng H.H., Guillaume J. Besoins nutritionnels en énergie et en protéines digestibles chez *Lates calcarifer*. Nutritionnal requirements for digestibler protein and energy for *Lates calcarifer*.

Martin J.L.M., Bailly D., Fuchs J., Guelorget O., Malistyani W., Populus J., Wibowo A. Évaluation de l'impact de l'élevage de la crevette tropicale sur l'environnement : facteurs économiques et écologiques. Assessement of tropical shrimp aquaculture impact on the environment : economics and environmental factors of sustainability.

Martin J.L.Y., Calvas J., Aquacop. Expérience de vingt-cinq années d'aquaculture insulaire de crevettes tropicales. A twenty five years experience in shrimp tropical island aquaculture.

Nedellec G., Thouard E., Aquacop. Ponte contrôlée pendant toute l'année du barramundi *Lates calcarifer* en captivité en Polynésie Française. Controlled year-round spawning of tropical seabass *Lates calcarifer* in captivity in French Polynesia.

Parfouru D., Paquotte P., Gaignon J.L. Méthodologie de la sélection de nouvelles espèces pour l'élevage. Methodology for new species selection.

Pomélie (de la) C., Blancheton J.P., Lemarié G., Paquotte P., Dosdat A. La production de poissons tropicaux en systèmes de recirculation : comparaison des aspects biologiques, techniques et économiques pour des espèces de zone tempérée. Tropical fish production in recirculation systems : comparison of biological, technical and economical aspects with temperate species.

Robin J.H., Falguière J.C., Le Moine S., Vianas V., Noguerra B. Enrichissement de rotifères en algues et en lipides : effets sur la croissance et la composition en acides gras des larves d'ombrine tropicale *Sciaenops ocellatus*. Algae and/or enrichment of rotifers : effects on growth and fatty acid composition of red drum *(Sciaenops ocellatus)* larvae.

Saint Félix C., Blouin F. Un nouveau candidat pour l'élevage de poisson marin tropical : premières données sur l'élevage d'*Elagatis pinnulatus*. Identification of a new species in tropical marine fish farming : first data on culture of *Elagatis bipinnulatus*.

Thouard. E., Fuchs J. Sélection de candidats potentiels pour la pisciculture insulaire : l'expérience des départements et des territoires d'outre-mer (Tahiti, Martinique). Screening of potential finfish candidates for aquaculture in small island context : the experience in the french overseas territories (Tahiti, Martinique).

Dossier d'information préparé pour la presse

Sommaire

Communiqué de presse
Press release

L'aquaculture dans le monde (Michael B. New, WAS)
Global aquaculture

L'aquaculture dans la Caraïbe (R. LeRoy Creswell, Harbor Branch Oceanographic Institution)
Caribbean aquaculture

L'aquaculture aux Antilles françaises (V. Buchet, Ifremer Martinique)
Aquaculture in the French West Indies

Les poissons d'ornement et leur commerce (N. Ounaies, Aquarium de Monaco)
Ornemental fish and their commercial potential

Le programme « Ombrine » en Martinique (E. Goyard et J.C. Falguière, Ifremer Martinique)
The red fish programme in Martinique

Communiqué de presse

Martinique 97
du 4 au 9 mai 1997
(Les Trois-Îlets, Martinique)

La conférence internationale sur l'aquaculture insulaire et tropicale, Martinique 97, se déroule aux Trois-Îlets (île de la Martinique), du 4 au 9 mai 1997. Elle tient également lieu de réunion annuelle pour la société européenne d'aquaculture, Aquaculture Europe 97.

Cette manifestation internationale de grande envergure, qui accueille des chercheurs de pays aussi divers que le Canada, l'Égypte, l'Indonésie ou le Mexique, est organisée conjointement par l'European Aquaculture Society (EAS), la World Aquaculture Society (WAS), l'association pour le développement de l'aquaculture (Ada), l'association pour le développement de l'aquaculture en Martinique (Adam) et la Caribbean Aquaculture Association (CAA) avec la participation de l'Ifremer.

Martinique 97 a choisi comme thème principal les réalisations actuelles, les contraintes et les perspectives d'avenir de l'aquaculture tropicale et insulaire dans tous les océans et notamment en Méditerranée et dans la mer des Antilles. Une session parallèle sera consacrée à l'élevage des poissons d'ornement qui représente un marché mondial évalué à environ quatre milliards de dollars.

Les sessions principales comporteront des communications sur : l'émergence de l'aquaculture tropicale, l'impact des activités aquacoles sur l'environnement, le cas particulier des petites îles, l'historique et le potentiel de l'aquaculture dans la Caraïbe.

Un tour technique, dans la journée du mercredi 7 mai, permettra aux participants de découvrir que l'aquaculture martiniquaise est d'ores et déjà une réalité en visitant les installations de la station scientifique de l'Ifremer au Robert, un site de production commerciale d'« écrevisses » (crevettes d'eau douce), une ferme d'élevage de tilapia, située à Saint-Joseph et l'écloserie de « loup caraïbe » de l'Adam.

Press release

Martinique 1997
4th to 9th May 1997
(Les Trois-Îlets, Martinique, French West Indies)

"Martinique 1997" International Conference on Island and Tropical Aquaculture will take place in Les Trois-Ilets on the island of Martinique in the French West Indies from the 4th to the 9th May 1997. The annual meeting of the European Aquaculture Society, Aquaculture Europe 97, will also be held at this time.

This major international event, which gathers researchers from such diverse countries as Canada, Egypt, Indonesia or Mexico, is organised jointly by the European Aquaculture Society (EAS), the World Aquaculture Society (Was), the Association pour le Développement de l'Aquaculture en Martinique (Adam) and the Caribbean Aquaculture Association (CAA) with the participation of Ifremer.

Martinique '97 has chosen as its main topics current undertakings, the constraints and future perspectives for tropical and insular aquaculture in all of the oceans of the world, including the Mediterranean and the Caribbean Sea. A parallel session will be held on the subject of ornamental decorative fish farming which represents a fast growing global market (15% per year), evaluated at approximately $4bn.

The main sessions will feature papers on five themes : the emergence of tropical aquaculture, including the impact of aquaculture on the environment; social and economic characteristics of insular aquaculture; the historical legacy and the potential for aquaculture in the Caribbean, species with characteristics enabling diversification and ornamental species.

On wednesday 7th May, a technical tour will allow participants to discover that aquaculture is today a reality in Martinique by visiting installations at the Ifremer scientific station at Robert, a commercial production site for fresh water prawns, the Adam hatchery and the main tilapia rearing farm located near Saint-Joseph.

L'aquaculture dans le monde

Michael B. New
Président, World Aquaculture Society
c/o Wroxton Lodge, 25 Institute Road, Bucks SL7 1BJ, Royaume-Uni

La production de l'aquaculture (poissons, crustacés et mollusques) a augmenté de 167 % en 10 ans, passant de 6,9 millions de tonnes en 1984 à plus de 18,5 millions de tonnes en 1994. Pendant cette période, la valeur de ces produits a augmenté de plus de 250 %. Un kilo sur quatre des produits provenant de la mer et de l'eau douce est issu de l'élevage ; l'aquaculture est le seul moyen de maintenir l'offre au niveau actuel. La croissance de la production aquacole est plus élevée que celle de la viande et, contrairement à celle-ci, davantage dans les pays en voie de développement que dans les pays développés.

Parallèlement à cette production aquacole en constante augmentation et pendant la même période, les captures de la pêche ont connu des niveaux très fluctuants et un plafonnement de la production globale. Les données préliminaires provenant de la FAO indiquent que la production de l'aquaculture a encore augmenté en 1995, tandis que celle de la pêche classique est restée à son niveau de 1994. Si l'on exclut les espèces utilisées pour la fabrication de farine de poisson et d'huile, il est clair que le tonnage de poisson provenant de la pêche plafonne à un niveau inférieur à 60 millions de tonnes par an.

L'aquaculture est presque l'unique source de l'expansion de l'offre de poisson depuis 1988. Un kilo de poisson consommé sur quatre provient désormais de l'aquaculture, ce qui représente le double de la proportion de 1985. Même si une grande partie de la production de l'aquaculture se limite à des poissons de valeur relativement basse, tels les cyprinidés et autres espèces d'eau douce, l'élevage d'espèces de plus haute valeur s'accroît.

La production de crevettes d'élevage a augmenté d'un facteur de plus de cinq entre 1984 et 1994, atteignant un niveau de 920 000 t, alors que l'offre de crevettes marines provenant des pêches mondiales n'a augmenté que marginalement. Aujourd'hui, une crevette sur trois qui parvient au consommateur est issue de l'aquaculture.

L'élevage du saumon a augmenté d'un facteur de plus de 13 entre 1984 et 1994, atteignant un niveau de 445 000 t. Les estimations pour 1996 sont de 600 000 t. Comme c'est le cas pour la crevette, environ un saumon sur trois disponible sur le marché provient actuellement de l'aquaculture. La proportion de saumons de l'Atlantique produits par élevage a augmenté pour atteindre presque 98 % de l'offre totale en 1994. Pouvoir acheter du saumon sauvage de l'Atlantique chez son poissonnier, ou en trouver dans son assiette au restaurant, est devenu plutôt rare. Les activités halieutiques classiques fournissent toujours la grande majorité (92 %) des saumons du Pacifique, mais l'élevage de ces espèces a augmenté d'un facteur 12 pendant cette même période.

L'aquaculture d'autres poissons de haute valeur commerciale est aussi en expansion rapide. La production du bar et de la daurade, par exemple, est passée de moins de 700 t en 1984 à 35 500 t en 1994 et devrait atteindre entre 60 000 et 100 000 t d'ici l'an 2000. Avantages pour le consommateur, ces avancées poseront un véritable défi que les producteurs devront relever. Les prix du saumon d'élevage en Europe du Nord ont été divisés par deux pendant la décennie 1984-1994 et la valeur du bar et de la daurade a baissé de plus de 50 % en moins de cinq ans. La Chine (où réside le vingtième de la population du globe) est le premier producteur aquacole au monde avec plus de 57 %. Les dix autres pays plus importants producteurs en 1994 étaient : l'Inde, le Japon, l'Indonésie, la Thaïlande, les États-Unis, les Philippines, la Corée, Taiwan et la France. Ces dix pays ont produit environ 85 % de l'aquaculture globale mais, en dehors de la Chine et de l'Inde, plus de 40 % de la production proviennent de pays qui ne sont pas dans les dix premiers. Seuls deux d'entre eux ne sont pas des pays asiatiques (les États-Unis et la France) et sept sont des pays en développement.

La Norvège est le premier producteur de saumon d'élevage, suivie, depuis 1994, par le Chili et le Royaume-Uni. D'autres grands producteurs sont le Canada, le Japon, les îles Féroé, l'Irlande et les États-Unis. La majorité des pays producteurs de truites se situe dans l'Union européenne, la France en tête. Le Chili est aussi devenu un grand producteur de truites et dépasse aujourd'hui les États-Unis.

La Thaïlande est en tête pour la production de crevettes, suivie par l'Indonésie, l'Équateur, les Philippines, l'Inde, la Chine, le Viêt-Nam, le Bangladesh et le Mexique. La production globale de crevettes a augmenté de manière spectaculaire depuis dix ans, en dépit de nombreux problèmes. En Chine, elle a atteint un plafond en 1991 avant de s'effondrer ; à Taiwan elle a connu un sommet en 1987, mais a chuté l'année suivante ; en Équateur, bien que trois fois plus élevée en 1994 que dix ans auparavant, elle s'est révélée très irrégulière. Une qualité médiocre de l'eau, des maladies des crevettes (mais n'affectant pas l'homme) et des investisseurs parfois trop enthousiastes ont été les raisons principales de ces irrégularités. En revanche, la production en Thaïlande a augmenté chaque année pendant la décennie et a surmonté ses problèmes en instituant de bonnes pratiques de gestion. L'effet sur l'environnement de l'élevage de crevettes fait l'objet de contrôles plus rigoureux de la part des professionnels comme du public.

Comme noté plus haut, seulement 60 millions de tonnes de poissons provenant d'activités de pêche sont disponibles chaque année. Pour maintenir la consommation moyenne de poissons sur le plan mondial à ses niveaux actuels (13,5 kg par personne et par an) il faudra produire 23 millions de tonnes de produits de l'aquaculture d'ici l'an 2000, 35 millions en 2010 et 52 millions en 2025. La production aquacole devra dépasser la production de la pêche d'ici l'an 2035. Pour faire face à ces défis, l'aquaculture devra résoudre de nombreux problèmes. L'aquaculture est aujourd'hui un sujet passionnant pour le grand public, mais elle souffre de critiques de la part de groupes de pression souvent mal informés, parfois extrémistes. L'aquaculture peut jouer un rôle essentiel dans nos ressources alimentaires futures, sous réserve que son image d'activité responsable et durable soit diffusée largement.

Global aquaculture

The production of foodfish (finfish, crustaceans and molluscs) through aquaculture increased 167% from 6,9 million tons in 1984 to over 18,5 million tons in 1994. In that decade the value of these products increased over 250 %. One in every four kilograms of foodfish is farmed and aquaculture is the only major means of maintaining per capita fish availability at the current level. Aquaculture production is expanding much faster than meat and, unlike meat, more is produced in developing than in developed countries.

Though aquaculture production has consistently expanded in the decade, capture fisheries have performed erratically and production has reached a plateau. Preliminary FAO data indicate that, while aquaculture production increased again in 1995, capture fisheries remained at the 1994 level. If species used for the production of fish meal and fish oil are excluded, it is clear that the production of food fish from capture fisheries has levelled out below 60 million mt per year.

Aquaculture has been almost entirely responsible for expanded supplies of food fish since 1988. One kilogram of food fish in every four comes from aquaculture, about twice as much as a decade ago. Although much of the production from aquaculture consists of relatively low-value cyprinid and other freshwater finfish, there is also substantial farming of luxury species.

Farmed shrimp production expanded by a factor of more than five from 1984 to 1994, by which time it was over 920000 tons. In comparison, the supply of marine shrimp from the global capture fisheries increased only marginally. The result is that about one in every three shrimp that we eat now comes from aquaculture.

Salmon farming expanded by a factor of more than thirteen over the 1984 level to produce 445 000 tons by 1994. Estimates indicate that it had grown further to more than 600 000 tons by 1996. As with shrimp, about one in every three salmon in our markets now comes from aquaculture. The proportion of Atlantic salmon produced by farming had increased to over 98% of the total supply by 1994. Seeing wild-caught Atlantic salmon in your fishmonger or on your restaurant table is now a rarity indeed! Capture fisheries still supply most (92%) of our Pacific salmon but farming of these species expanded twelve-fold in the period.

Aquaculture of some other luxury finfish is also expanding rapidly. For example, production of European sea bass and gilthead sea bream rose from less than 700 tons in 1984 to nearly 35 500 mt in 1994 and is expected to rise to 60 000 - 100000 mt by the year 2000.

Benefits for consumers are balanced by challenges for producers. Prices of farmed salmon in northern Europe halved in the decade to 1994 and the value of sea bass and sea bream production halved in less than five years.

China, where more than one person in every five in the world resides, is the leading aquaculture producer (over 57% of the global total). The rest of the top ten in 1994 comprised India, Japan, Indonesia, Thailand, the USA, the Philippines, Korea (Republic), Taiwan, and France. These ten produced about 85% of global aquaculture but, if China and India are excluded, more than 40% from countries which are not in the top ten. Only two of the « top ten » are not Asian countries (the USA and France) and seven are developing nations.

Norway leads in salmon aquaculture, while Chile had assumed second place by 1994 and the UK was third. Other leading producers include Canada, Japan, the Faeroes, Ireland and the USA. Most of the major trout producing countries are in the European Union, the leader being France; Chile has become a major trout producer and now raises more than the USA. Thailand is the major farmed shrimp producer, followed by Indonesia, Ecuador, the Philippines, India, China, Viet Nam, Bangladesh and Mexico. Though global shrimp production has soared in the past decade, there have been several problems. Chinese production peaked in 1991 before collapsing. Taiwan peaked in 1987 but its production collapsed in the following year. Ecuador's production, through more than three times greater in 1994 than a decade earlier, has been very erratic. Poor water quality, shrimp diseases (which do not affect humans), and over-enthusiastic investors were primarily responsible for these inconsistencies. In contrast, Thailand's production expanded every year in the decade, having overcome its problems through modified management practices. The environmental effect of shrimp farming is being closely monitored by the industry as well as the public.

As noted above, only 60 million mt of food fish are available annually from global capture fisheries. To maintain global average fish consumption at the current level (13,5 kg/capita/year), about 23 million tons of fish will be needed from aquaculture by 2000, 35 by 2010, and 52 million tons by 2025. Aquaculture production will need to exceed capture fisheries by 2035. If aquaculture is to meet these targets, the challenges remain immense. Aquaculture has become the subject of enormous public interest and is currently suffering from criticism by well-meaning, sometimes ill-informed, and frequently extremist lobbies. Aquaculture is an essential part of our future foodfish supply but its responsible and sustainable image needs to be promoted.

Caribbean aquaculture: history and potential for the future
L'aquaculture dans la Caraïbe : histoire et potentiel d'avenir

(voir p. 16 à 18)

R. LeRoy Creswell
Harbor Branch Oceanographic Institution, Floride, États-Unis

To much of the world, the Caribbean is viewed as a pearl like string of tropical islands floating in the warm, azure waters of the western Atlantic. As is often the case, the tourist brochures belie the geographic and cultural diversity of this fascinating portion of the globe. The Caribbean region encompasses over two million square kilometres, extending some 2 500 km east to West and 1 000 km in a northerly southerly direction. It includes the islands of the Greater and Lesser Antilles and coastal Central and South America, from Mexico to Brazil. Although not formally considered a part of the Caribbean, south Florida and the Bahamas are biogeographically similar to the region and as such are afforded the same opportunities for aquaculture. The region is quite diverse geographically, politically, and culturally, so that no « generic » plan for aquaculture development will realise much success.

The fisheries of the Caribbean consist primarily of near shore species - queen conch, spiny lobster, snapper, grouper and a host of other coral reef species. Primarily due to a lack of ocean going fishing fleets, exploitation of pelagic fishery resources is just beginning to be realised. Freshwater and estuarine fisheries, such as bivalve molluscs, are limited to the continental margins of Central and South America and the Greater Antilles (Cuba, Jamaica, Puerto Rico), where freshwater resources and estuarine habitats are substantial. Fish constitutes a traditional element of the diet of most Caribbean people, typically marine species and imported salted cod, a hold over from the colonial period, and seafood consumption reflects the artisanal fisheries catch, conch, lobster and reef finfish. In recent years, domestic markets have expanded with the tourist industry and increased per capita *income. Add to that incentives to export product to markets in the United States and Europe, and such demand has resulted in overexploitation and, ultimately, major reduction in fisheries resources throughout the region.*

Today, the countries of the Caribbean, almost without exception, are net importers of seafood products. Historically, the abundance of marine seafood has precluded any interest in aquaculture, and most of the countries in the region have little or no tradition in fish or shellfish farming. So despite a significant development of aquaculture worldwide, the Caribbean region has been slow in any major expansion of aquaculture production. The reasons are immediately evident : a lack of any artisanal or traditional aquaculture, small-scale family operations providing expertise and appropriate technology for expansion into a significant industry, such as in many Asian countries; a paucity of knowledge related to the biology and hus-

bandry of indigenous freshwater and marine species in the Caribbean. The limited number of academic institutions in the Caribbean lack the resources (and they are considerable) to embark on major aquaculture development research programs. External support for aquaculture development has been lacking, with the exception of Canada's International Development Research Centre, Ifremer, and, to a lesser degree, the US Agency for International Development (largely through the Peace Corps).

Premature investment in unproved aquaculture projects, mostly by expatriates with an eye on « get rich quick » schemes while enjoying the « island lifestyle », has resulted in a string of ill-fated, and highly publicised, failures. The response of financial institutions and venture capitalists is a reticence to provide loans for an industry with a financial history that is risky at best and catastrophic at worst. Surprisingly, in view of the maritime environment of the region, most of the successful aquaculture projects have been with freshwater species. These include the giant freshwater prawn, (Macrobrachium rosenbergii), *and the ubiquitous freshwater finfish, tilapia. Major production of these species is restricted to the Greater Antilles, Central and South America where freshwater resources are abundant. Nonetheless, many island in the Eastern Caribbean, such as the French West Indies, have developed respectable freshwater aquaculture production from small-scale producers supported by dedicated governmental agencies through education, extension and financial incentives. Marine aquaculture has enjoyed sporadic success throughout the region. Shrimp aquaculture has proliferated along the Caribbean coasts of Central and South America, where land and labour costs are conducive to large-scale, extensive farms. Oyster culture has realised some success in Jamaica, Cuba and along the continental coast, notably Mexico, and several other bivalves are being farmed in South America. Cultivation of the seaweed,* Gracilaria, *has been an encouraging development, in large part due to the promotion and training programs conducted by the Fisheries Department of St. Lucia and the Caribbean regional office of the Food and Agriculture Organisation of the United Nations. The remainder of marine species - queen conch, spiny lobster, and most indigenous marine fish are still adrift in various stages of development research, pilot-scale demonstration and embryonic commercialisation.*

The Caribbean has tremendous opportunities for aquaculture. Tropical, relatively pristine marine waters, developing markets and infrastructure, and favourable incentives from supporting governments are real components to successful aquaculture development. Appropriate technology and scale of operations, realistic objectives with regard to markets and production, strong support for research, training, and extension, and attentiveness to environmental and social impacts will be required to achieve a flourishing and sustainable aquaculture industry in the Caribbean.

L'aquaculture aux Antilles françaises

Vincent Buchet - Ifremer/Martinique

Le développement de l'aquaculture aux Antilles françaises a démarré en 1976 par l'introduction en Martinique de la crevette géante d'eau douce *Macrobrachium rosenbergii* grâce à une initiative du conseil régional de la Martinique. Cette filière, déjà développée dans la zone intertropicale (Hawaii, Ile Maurice, Asie du Sud-Est...), a bénéficié d'excellentes conditions de démarrage aux Antilles françaises : température de l'eau idéale toute l'année, intérêt des agriculteurs pour une production secondaire peu vulnérable aux cyclones et existence d'un marché local rémunérateur en raison de la raréfaction de l'espèce locale de crevette d'eau douce consommée traditionnellement (le « ouassous », c'est-à-dire le roi des sources). Parallèlement, une production identique a connu un essor comparable en Guadeloupe à partir de 1978. De 8 ha en 1980, la surface cultivée aux Antilles françaises est passée à 80 ha en 1987 avec une production annuelle de 100 t réalisée dans une soixantaine de fermes diversifiant ainsi, pour leur majorité, une activité agricole. La disparition progressive des fermes les moins performantes, au début des années quatre-vingt-dix, a conduit à une production stabilisée d'environ 70 t sur 50 ha répartis entre une trentaine d'éleveurs. Bien que subissant actuellement la concurrence des importations du Sud-Est asiatique, cette production conserve les avantages d'un produit local frais et d'une qualité parfaite.

Par ailleurs, le fort déficit en produits de la mer, principalement en poissons (production de la pêche de 10 000 t pour une consommation de 27 000 t par an) a conduit chercheurs et « développeurs » à étudier les possibilités d'élevage de poissons dès 1982. En 1988, après des tests d'adaptation, les producteurs martiniquais ont tenté l'élevage d'un hybride de tilapia rouge en diversification de leur production de crevettes. Ce poisson a la capacité de se reproduire et de grossir aussi bien en eau douce qu'en eau saumâtre. La production de cette filière plafonne actuellement à environ 60 t par an en raison d'un marché peu préparé à accepter les espèces d'eau douce. Cependant, des évaluations récentes révèlent un potentiel de vente locale jusqu'à 200 t par an.

Introduite en 1985, en provenance du sud des États-Unis, l'ombrine est un poisson de mer. Après des travaux de recherche et d'adaptation au contexte local, le cycle biologique est maîtrisé en 1993 et le développement d'un élevage en cages flottantes est envisageable car la croissance est excellente (1 kg en 10 mois depuis l'éclosion de l'œuf) ; les sites disponibles sont nombreux et de qualité, notamment en Martinique ; enfin, le marché local est plus porteur que celui des poissons d'eau douce. De plus, la production pour l'exportation est concevable en raison de la qualité et de l'excellent aspect de ce poisson marin. Cette filière est actuellement en cours de lancement : trois exploitants ont démarré une production artisanale de quelques tonnes par an, commercialisée sur le marché local. Le développement nécessite la mise en place d'équipements d'accompagnement (écloserie de production d'alevins,

structure de commercialisation pour l'exportation si nécessaire) pour assurer la fiabilité de l'ensemble de la chaîne de production et permettre d'atteindre l'échelle de l'exportation. Les travaux de recherche continuent afin d'améliorer les techniques d'élevage et les performances économiques notamment par la réduction du prix de revient de l'alevin.



Pêche sélective de crevettes d'eau douce au filet à maille de 25 mm.

Aquaculture in the French West Indies

The development of aquaculture in the French West Indies began in 1976 with the introduction of the giant fresh water prawn in Martinique : Macrobrachium rosenbergii *under the impulse of the Regional Council of Martinique. This activity, which had already begun to develop in the tropical zone, (Hawaii, Mauritius Island, South East Asia etc.) was successfully launched in the French West Indies due to excellent natural conditions : an ideal water temperature throughout the year and the interest of farmers for the development of a secondary source of production which was less vulnerable to hurricanes. The production of prawns was also spurred on by the fact that prices were relatively high on the local market since the traditional fresh water prawn consumed in the area, known as the « ouassous », i.e. the « King of the Spring » was a traditional local delicacy. At the same time, an identical development in production took place in Guadeloupe since 1978. From eight hectares in 1980, the surface farmed in the French West Indies reached 80 hectares in 1987 for a production of 100 tons per year, on 60 farms, which were for the most part diversification of agricultural activities.*

The gradual disappearance of the less productive farms, at the beginning of the 90's has led to a certain stabilisation of activity, a production level of approximately 70 tons for 50 hectares operated by about 30 farmers. Despite the fact that local production now has to face foreign competition, mainly from South East Asia, it still maintains itself because of the advantage of being a fresh product and offering perfect quality.

Furthermore, the significant deficit for sea products, and in particular for fish (fisheries production of 10 000 tons for a level of consumption of 27 000 tons per year) led researchers and developers to study the possibility of fish rearing as early as 1982. In 1988, after adaptation tests, producers in Martinique began to rear hybrids of red tilapia. This fish has the capacity of reproducing itself and growing both in fresh water and sea water. This activity today has tapered off at a level of 60 tons of production per year, mainly due to the fact that the local market does not appreciate fresh-water fish very highly. However, recent evaluations reveal that there is a potential for local sales of up to 200 tons per year.

The red fish, Sciaenops ocellata, *a sea-fish from the South of the United States was introduced into the area in 1985. After preliminary research and adaptation to the local context, the biological cycle was mastered in 1993 and developers are today looking at the setting up of rearing facilities of this species in floating cages. This fish yields excellent growth levels (1 kg. in 10 months after the hatching of the egg) and the available sites are numerous, mainly in Martinique. The local market in this area appreciates marine fish much more than freshwater fish. Furthermore, production for export purposes is possible because of the quality and excellent appearance of this fish. This activity has just recently begun with three entrepreneurs undertaking artisanal projects to produce a few tons per year for local consumption.*

This development requires special equipment (hatcheries and commercial structures for possible exportation) to ensure a reliable production chain and to reach export levels. At the same time, research work is continuing in order to improve rearing techniques and profitability and, in particular, to reduce the cost of juveniles.



Bassin d'élevage de Macrobrachium rosenbergii *en Martinique.*

Les poissons d'ornement et leur commerce

Nadia Ounaies
Aquarium de Monaco

Le commerce des poissons marins d'ornement représente, à l'heure actuelle, un budget global de près de 250 millions de dollars, et 20 fois plus (4 milliards de dollars) si l'on y ajoute les produits dérivés : aquariums, aliments, algues (fausses ou vraies), graviers, etc.
Ce commerce exerce une forte pression sur les peuplements naturels et c'est la raison pour laquelle la maîtrise de l'aquaculture de ces espèces prend toute son importance.

En effet, une inquiétude est apparue à propos de la surexploitation de la faune sauvage à des fins commerciales, provoquant la signature d'un traité, la convention de Washington (ou Cites), entrée en vigueur le 1er juillet 1975. Cette convention a pour objectif le contrôle, au niveau mondial, du commerce des animaux menacés d'extinction, l'une des causes étant leur exploitation commerciale illimitée*.

Mais qu'en est-il aujourd'hui ? Si l'aquaculture des espèces d'eau douce répond à 95 % des besoins du marché, celle des espèces marines n'en est qu'à ses balbutiements. À part quelques poissons qui font l'objet d'une production bien maîtrisée à grande échelle, comme c'est le cas aux États-Unis avec les poissons-clowns dans quelques fermes marines, l'élevage et la reproduction des espèces marines d'ornement restent au niveau expérimental. D'une façon générale, la biologie et la reproduction de ces animaux rares sont mal connues et leur élevage est difficile. Le petit nombre d'individus disponibles faisant l'objet d'études expérimentales ne permet que difficilement de mettre au point des protocoles d'élevages stricts, étape indispensable pour passer à une production aquacole stable. La commercialisation ne peut, en effet, être envisagée que si le coût du cycle de production rivalise avec le prix des individus importés.

Les résultats obtenus ces dernières années par les organismes de recherche internationaux et les grands aquariums laissent entrevoir un développement possible. Les progrès énormes réalisés depuis quelques années par les aquariums dans le domaine de la recherche appliquée et dans le maintien des espèces en captivité leur ont permis de développer une de leurs missions essentielles : celle de la conservation des espèces d'ornement et particulièrement des espèces menacées. À l'approche de l'an 2000, les grands aquariums sont appelés à jouer un rôle majeur dans ce domaine.

* Plus d'une centaine de pays sont concernés, dont les cinq plus gros exportateurs sont Singapour, Hong-Kong, les États-Unis, les Pays-Bas et l'Allemagne. Les importateurs principaux sont les États-Unis, le Japon, l'Allemagne, le Royaume-Uni et la France.

Ornemental fish and their commercial potential

Today, the ornamental fish sector represents $250 m worldwide and 20 times this level ($4b n) if one includes related merchandising products such as aquariums, fishfood, algae (real or artificial), gravel, etc.

This trade submits natural fish populations to a great deal of pressure, thus leading to the development of proper aquaculture to maintain a natural balance. There is increasing concern for the over-exploitation of wild fauna for commercial purposes and this has led to the signing of a treaty, the Washington Convention (or CITES), which came into effect on 1 July 1975. This convention seeks to control the trade in threatened species throughout the world, especially those affected by *unlimited commercial exploitation.*

What is the situation today? If aquaculture for fresh-water species responds to 95 % of market needs, sea species are only now beginning to be farmed. With the exception of a few rare fishes which are mass produced, such as is the case in the United States for Clown Fish, aquaculture and the reproduction of these ornamental marine species remains at an experimental level. Generally speaking, the biological and reproductive behaviour patterns of these rare animals are not well known and their rearing is difficult. The small number of individuals available are today the subject of experimental studies which have as yet not yielded proper rearing techniques, an indispensable stage for the implementation of stable aquacultural production. Commercialisation of these species cannot become a reality unless the cost of production can compete with captured individuals.

The results obtained in recent years by various international research bodies and major aquariums tend to indicate that reasonable possibilities for development exist. There has been enormous progress in the last few years by aquariums in this field of applied research and the maintenance of species in captivity has allowed them to develop an essential mission : the conservation of ornamental species and in particular those threatened by extinction. At the dawn of the third millennium, major aquariums will necessarily play a leading role in this field in the years to come.

** More than 100 countries are concerned by this treaty, including the five biggest exporters : Singapore, Hong Kong, the United States, the Netherlands and Germany. The world's main importers are : the United States, Japan, Germany, the United Kingdom and France.*

Le programme « ombrine » en Martinique

Emmanuel Goyard et Jean-Claude Falguière
Ifremer/Martinique

En Martinique, le programme « ombrine » a démarré en 1985 afin de développer l'aquaculture de poissons dans cette île des Antilles françaises. L'histoire de ce programme peut servir de modèle pour la gestion d'autres projets.

Période préliminaire : sélection des espèces

En 1985, l'Adam (Association pour le développement de l'aquaculture en Martinique) a importé des États-Unis un premier lot de *Sciaenops ocellatus* (ombrine) et des tests ont été conduits pour déterminer l'intérêt de l'élevage de cette espèce dans des conditions tropicales. La décision d'importer celle-ci avait été prise par l'Adam car les Américains avaient obtenu des résultats satisfaisants. Un autre facteur positif est la croissance rapide de ce poisson dans son milieu naturel (du nord du golfe du Mexique à la Caroline du Nord). Deux tests préliminaires d'élevage d'alevins furent entrepris en conditions intensives, en empruntant une technologie développée en France pour la daurade et le turbot.

Ces tests se révélèrent suffisamment probants pour envisager la mise en œuvre d'un programme de recherche sur l'élevage de cette nouvelle espèce en milieu tropical.
La mise en vente aux Antilles d'un poisson inconnu des consommateurs n'était pas considérée comme un problème majeur puisque plus de la moitié des produits de la mer en Martinique sont issus de l'importation. À la suite de cette période préliminaire, l'Ifremer et l'Adam décidèrent de coopérer dans le cadre d'un projet de recherche et de développement où chaque partenaire pouvait apporter ses compétences.

Première étape : contrôle des œufs et production d'alevins, première étude de la phase de croissance

Dans son environnement subtropical naturel, l'ombrine n'atteint pas la maturité avant l'âge de quatre ans; les premières importations d'œufs datant de 1985, les premiers cycles de reproduction n'auraient donc lieu qu'en 1989. Pour obtenir une reproduction locale, l'Ifremer mit en œuvre deux salles expérimentales équipées pour mettre au point et adapter aux conditions locales les techniques de production d'œufs. Après plusieurs années d'essais sur de nombreux cycles conduits à des températures de plus en plus élevées (allant jusqu'à 23 °C), des protocoles d'induction de pontes ont été définis. Parallèlement, l'Ifremer importa des œufs des États-Unis afin de gagner du temps pour la mise au point des techniques de production d'alevins. Les importations ont cessé dès l'obtention des premières pontes locales.
La technologie intensive (en eau claire) avait été choisie pour plusieurs raisons :
• l'aquaculture extensive demande beaucoup d'espace, ce qui pose un problème

de disponibilité et de coût en Martinique où la pression pour l'utilisation du territoire est très élevée ;
• l'Ifremer possédait un savoir-faire en matière de technologie intensive sur d'autres types de poissons ;
• les tests préliminaires d'élevage larvaire en extensif avaient donné de mauvais résultats.

Tandis que l'Ifremer se concentrait sur une recherche concernant les œufs et les alevins, l'Adam recueillait les premières données sur la phase de grossissement. Les résultats montrèrent que des poids moyens de 300 g et de 500 g par poisson pouvaient être obtenus respectivement en six et huit mois de grossissement.
Entre 1988 et 1990, les alevins produits par l'Ifremer furent utilisés par l'Adam et un producteur privé afin de certifier les premiers résultats. Ces tests ont aussi confirmé la bonne adaptation de l'espèce aux cages flottantes et sa résistance au stress.

Deuxième étape : l'optimisation des procédures de grossissement/ la formation à la production d'œufs et d'alevins

En 1991, les deux organismes (Adam et Ifremer) décidèrent de coopérer dans deux directions :
• le transfert de la technologie d'élevage larvaire au personnel de l'Adam ;
• la définition des normes de croissance : à cette fin, les expériences furent conduites dans les cages flottantes de l'Adam et de l'Ifremer.

Plusieurs lots furent élevés simultanément par un aquaculteur et deux pêcheurs (sous le contrôle de l'Ifremer) afin d'obtenir des données bioéconomiques en conditions réelles.

Troisième étape : études économiques pour valider l'intérêt du développement

Les résultats obtenus pendant la phase expérimentale furent confirmés durant trois ans par plusieurs cycles de production d'œufs, d'alevins et de poissons de taille commerciale de 300 à 500 g. Entre temps, plusieurs sociétés européennes d'aquaculture avaient envisagé d'investir dans l'élevage de l'ombrine aux Antilles. Mais, aucun projet local n'était de taille suffisante pour assurer la production d'œufs et d'alevins, facteur limitant le développement de la filière.

Des analyses économiques menées en 1996 par l'Ifremer permirent d'établir une évaluation précise du potentiel de divers modèles de développement. Il en ressort que, grâce aux cycles de production courts, le retour sur investissement est rapide. Les risques de tempêtes tropicales inhérentes à la région ont été pris en compte dans l'étude.

Le prix de l'alevin retenu dans cette étude économique n'étant pas atteint au niveau actuel de la production, une véritable politique de développement est nécessaire pour le démarrage de cette activité.

Depuis 1996, des salles de maturation et une écloserie nouvelles sont opérationnelles grâce aux financements publics d'aide au développement octroyés pour la

mise en œuvre de nouveaux équipements sur le site de l'Adam. De plus, dix demandes de concession marine ont été déposées auprès de l'administration pour élever l'ombrine. Plusieurs projets sont en cours d'instruction.

Conclusion

Ce programme « ombrine » en Martinique constitue un cas intéressant de démarche de recherche - développement pour les petites îles de la Caraïbe, même si la dernière étape, la production à l'échelle commerciale, n'est pas encore atteinte.



Intérieur d'une cage d'élevage d'ombrines, Sciaenops ocellata, *en Martinique.*

The Red Fish Programme in Martinique

In Martinique (French West Indies), the Red Fish Programme started in 1985 in order to develop finfish aquaculture in this French Caribbean island. The history of this programme worth analysing to help the management of other projects.

Preliminary period : species selection

In 1985, Adam (Association for Development of Aquaculture in Martinique) imported from the United States of America a first batch of eggs of Sciaenops ocellatus *(Red Fish or Red Drum); tests were conducted to determine if this species could be of any interest in tropical conditions. This species importation had been decided by Adam because no problem was met on Red Drum according to American studies concerning maturation and spawning in controlled environment. Second positive factor : the fast growth of this fish in its natural area which lies from the north part of the Gulf of Mexico to North Carolina. Adam idea was clear : if larval rearing and growth was possible in tropical environment, transferring the American know-how for spawning could be the key for developping marine fin-fish aquaculture in Martinique. Two larval rearing cycles were made in intensive conditions close from the technology developped in France (by Ifremer) for the seabass and turbot. These tests were successful enough to estimate that the potential of this new species for aquaculture was high. Marketing locally a fish which was unknown by the customers was not considered as a problem as more than half of the seafood sold in Martinique is imported. After this preliminary period, Adam and Ifremer decided to cooperate to build up a research-development project in which each partner could use its skills efficiently.*

First step : control of eggs and fingerlings productions/pre-studies on the grow-out phase

In its subtropical natural environment, the Red Drum does not reach maturity before 4 years : first importations of eggs dating from 1985, first spawning could not be expected before 1989. To obtain local reproduction, two rooms using 20m^3 tanks were equipped to prepare and condition the brood stock for spawning, producting for the first time, viable eggs which were used by the experimental hatchery. After several years of trials, these results and the numerous cycles conducted with higher and higher minimum temperatures (up to 23°C) led to the conclusion that the cycles have to be adapted to the period of the year when they start.

In the same time, Ifremer started elaborating the hatchery-nursery protocol, using imported eggs from USA to save time. Importations stopped as soon as the first local spawnings were obtained. The intensive technology using clear water was chosen because :

- *extensive aquaculture requires a lot of land, not easily available and expensive in Martinique where land pressure is high;*
- *Ifremer's knowledge on intensive technology well advanced on other fishes;*
- *poor results had been obtained through preliminary tests on the first batches imported from the USA.*

While Ifremer focused on specific research concerning eggs and fingerlings production, Adam started collecting the first data on the grow-out phase. This phase requires an appropriate research to provide significant progress of performances. In 1987, the first tests concerned the use of two food formulations (one with 37 % and one with 50 % of proteins). The results showed that mean weights of 300 g and 500 g per fish could be obtained within 6 and 8 months respectively, and 2,7 kg could be reached before two years.

From 1988 to 1990, the fingerlings produced by Ifremer were used by Adam and one private producer, to confirm the first results. These tests confirmed also the good adaptation of the species to floating cages and its resistance to stress.

Second step : optimisation of grow-out procedures/training in eggs and fingerlings production

In 1991, the two institutions decided to extend their cooperation in two ways :
- *transfer of spawning and hatchery technology to Adam's staff;*
- *definition and improvement of growth standards : to this end, experimentations were conducted in floating cages in Adam or Ifremer facilities.*

Simultaneously, several batches were reared by one farmer and two fishermen (under Ifremer supervision) to get bio-economical datas in real conditions.

Third step : economical studies to induce development

For 3 years, the results obtained during the experimental phase were confirmed through several pilot production cycles of eggs, fingerlings and marketable fish of 300 to 500 g. In the meantime, several European aquaculture companies started planning investments for Red Drum aquaculture in the West Indies. But none of the projects reached the operational phase. Unfortunately, no local project was large enough to include eggs and fingerlings production, which limited any form of significant development of the activity, still supported by R&D structures. Economic analysis were developed in 1996 by the Ifremer. It allowed a precise evaluation of the potential of various schemes of development. The short production cycles and the low cost of grow-out facilites enable a profitable activity, with however the risk of tropical hurricanes, present in all the Caribbean islands.

The main limiting factor for profitability remains today the price of fingerlings. Therefore a real development policy is needed to initiate the start-up of the activity. Simultaneously, public development funding were alloted to run new facilities on Adam site. In 1996, new maturation rooms and a new production hatchery are now ready for operation. More than 10 marine concessions have been asked to the French administration to grow Red Drum and are now under study.

Conclusion

This Red Drum Programme in Martinique appears to be an interesting development case study for small islands of the Caribbean although the final step of commercial profitability has to be achieved.

Réalisation, mise en page : XLC (02 98 30 50 07)

Achevé d'imprimer sur les presses de Cloître Imprimeurs

ISSN 0761-3962
ISBN 2-905434-93-7 / Dépôt légal 2e trimestre 1998

© 1998, Ifremer. Tous droits de reproduction, même partielle,
par quelque procédé que ce soit, sont réservés pour tous pays.

Crédits photos : Dominique Buestel, p. 59; Olivier Barbaroux, p. 18, 27, 53, 54, 56, 62, 66, 79;
Ifremer, Cop, p. 10, 32; Denis Lacroix, couverture, p. 18, 25, 35, 38, 41, 64, 96, 98 103; Emmanuel Goyard, p. 25.

Aquaculture insulaire et tropicale

Ce document rassemble l'essentiel des connaissances dans le domaine en plein essor de l'aquaculture insulaire et tropicale ; il en décrit également les principaux enjeux et perspectives. Ce tour d'horizon, entrepris lors du congrès international de la Martinique (Antilles Françaises), en mai 1997, à l'initiative de la société européenne d'aquaculture (EAS), a rassemblé plus de 300 chercheurs de 48 pays. Les chercheurs ont confirmé le dynamisme général de l'aquaculture dans le monde. Deux autres tendances se confirment : d'abord, la valeur des produits aquacoles s'accroît plus vite que leur tonnage ; ensuite, les pays qui enregistrent la plus forte croissance dans ce secteur sont les pays émergents d'Asie, notamment ceux qui sont riches en îles tropicales (Indonésie, Philippines).

Le congrès a donné enfin une large part aux expériences menées dans toute la région caraïbe, région qui dispose de 0,5 million de km² de plateaux marins mais dont la récente production aquacole est encore principalement d'eau douce (26 000 t en 1996). Ce potentiel aquacole peut être valorisé par une mise en réseau des connaissances et des compétences disponibles dans tout l'arc caraïbe et la prise en considération de deux aspects essentiels : le respect de l'image exceptionnelle dont disposent les îles tropicales et le maintien de la remarquable qualité des eaux. D'où l'importance d'une planification précise du développement de ce nouveau secteur, afin d'en montrer la maturité et la capacité de prendre en compte la durée, notamment au plan de la préservation de l'environnement.

Mots-clés : aquaculture, île, tropical, Caraïbe, Antilles.

This document collects and summarises the various experiences, knowledge and trends about the promising sector of tropical and island aquaculture. This large screening had been undertaken during the international congress held in the island of La Martinique (French West Indies), on May 1997, under the responsability of the European Aquaculture Society. More than 300 scientists from 48 countries confirmed the global development trend of aquaculture in the world. Two other tendancies are confirmed: first, the value of aquaculture products is increasing quicker than their weight; second, considering the rate of development of this sector, the top scorers are developping countries from Asia, with numerous tropical islands (Indonesia, Philippines).

This congress gave the opportunity to learn from several projects experienced in the Caribbean. This region offers huge areaes of shallow marines shelves (0,5 million sq km) although the recent development of aquaculture comes from freshwater (26.000 T. in 1996). This potential can be used through a networking of the numerous skills and data which are available in the whole Caribbean and a special care to two assets: the exceptional image of tropical islands and the remarquable quality of marine waters. Therefore, a careful development planning for this new activity shows to be all the more important as it will demonstrate the maturity of aquaculture today, notably because decision makers are now able to take into account the long term sustainability.

Key-words : *aquaculture, island, tropical, Caribbean, Antillas.*

european aquaculture society

Martinique 97 EAS·WAS·CAA·ADA·ADAM

Adam Association pour le développement de l'Aquaculture à la Martinique

ÉDITIONS IFREMER
BP 70, 29280 Plouzané, France
Tél. 02 98 22 40 13 - Fax 02 98 22 45 86
e-mail : editions@ifremer.fr

9 782905 434937

ISBN 2-905434-93-7
ISSN 0761-3962

Prix : 220 F

ÉDITIONS IFREMER