

RAPPORT DE MISSION A TAIWAN
du 10 au 30 aoÙt 1986

Marc LEGENDRE

BUT -

Mission effectuée sur invitation du Conseil National des Sciences de Taïwan qui a pris en charge les frais de voyage et de séjour. Cette bourse a été offerte à l'ORSTOM (Dept C) sur proposition de J. MOREAU (professeur à l'ENSA de Toulouse). Le but de la mission était d'avoir un rapide aperçu sur l'aquaculture à Taïwan et sur la nature des recherches qui y sont associées.

DÉROULEMENT -

Le séjour a été organisé par le Conseil National des Sciences en la personne de M. WEN CHUAN (Assistant Program Director). Cette mission de 3 semaines a été effectuée avec un autre chercheur français, P. MORISSENS du CTFT (CIRAD), invité à Taïwan dans les mêmes conditions que moi-même.

Nous avons été basé en continu au "Tungkang Marine Laboratory" (TML) (Directeur Dr. LIAO) situé dans le sud du pays et à partir duquel plusieurs installations privées d'aquaculture de la région ont été visitées. A noter également, la visite rapide de la station de recherche aquacole de LUKANG et un entretien avec le Prof. KUO à l'Université Nationale de TAIPEI. En fin de séjour, un exposé portant sur les recherches en aquaculture lagunaire en Côte d'Ivoire a été présenté aux chercheurs du TML. Le texte de cette communication (joint en annexe) devrait être, à la demande du Dr. LIAO, prochainement publié dans une revue de Taïwan.

6 - DEC. 1994

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° 40815

Cote B Ex 1

Il convient ici de souligner le soin apporté à l'organisation du séjour ainsi que la chaleureuse hospitalité de nos hôtes et notamment des membres du TML.

Le "Tungkang Marine Laboratory"

Du fait des succès obtenus dans la reproduction contrôlée du mulet (Mugil cephalus) et de plusieurs espèces de crevettes (penaeus monodon, notamment), le TML a acquis durant ces dernières années une bonne renommée internationale. Ce laboratoire placé sous la tutelle du "Taiwan Fisheries Research Institute" est financé tant par le gouvernement que par des institutions privées, son budget de fonctionnement annuel est de l'ordre de 200.000 US \$. Une cinquantaine de personnes lui permettent d'assurer sa triple vocation : recherche, vulgarisation et enseignement/formation (stagiaires locaux et étrangers).

Les facilités existantes sur cette station de 7 ha sont impressionnantes : salle de réception, salles de conférences, salle de collection, salle d'aquaria d'exhibition, cantine, logements pour les permanents et les visiteurs, plusieurs unités de recherches équipées d'un matériel moderne, salle de culture d'algues, chambre froide pour la conservation des aliments, très nombreux bassins placés sous serre ou à ciel ouvert pouvant être alimentés en eau douce ou en eau de mer...

Il s'y ajoute une bonne bibliothèque où une quarantaine de tirés à part, difficilement accessibles dans d'autres conditions, ont pu être obtenus.

Les différents laboratoires sont les suivants :

- conservation de souches pures et production de plancton,
- nutrition,
- reproduction et génétique,
- pathologie et microbiologie,
- physico-chimie,
- histologie.

Les actions de recherches :

Penaeus et Macrobrachium

Les recherches sur l'élevage des crustacés constituent le principal pôle d'activité au TML. Les études portent sur 7 espèces de pénéidés (P. monodon, P. japonicus, P. semisulcatus, P. teraoi, P. penicillatus, Metapenaeus monoceros et M. joyneri) et sur une espèce de macrobrachium (M. rosenbergii).

L'intérêt de cette diversification des espèces reposent sur la recherche de performances particulières en élevage, croissance mais aussi résistance aux variations des facteurs de l'environnement (le froid notamment). Les tests ont montré que P. monodon présente la meilleure croissance (1 à 30-40 g en 3 mois), c'est la principale espèce de crustacés d'élevage à Taïwan.

La reproduction de ces 8 espèces en captivité est à présent maîtrisée. Les travaux se poursuivent pour tenter d'améliorer les techniques et les résultats aux différents niveaux des filières d'élevage : influence de la qualité de l'eau sur la croissance, besoins nutritionnels, rythme d'alimentation, polyculture...

Dans le domaine de la nutrition, un programme d'étude a été engagé en collaboration avec des chercheurs japonais (Pr. TAGA) sur l'utilisation des bactéries et des levures pour l'alimentation des larves de crevettes, les premiers résultats apparaissent très encourageants.

Mulets

C'est au TML que les premières reproductions de Mugil cephalus ont été obtenus en captivité. Depuis une importante somme de travail sur la biologie et la physiologie de la reproduction, la cryoconservation du sperme et l'élevage larvaire a été fournie et le cycle complet de l'espèce a été bouclé entièrement en élevage. Cependant l'élevage larvaire de M. cephalus apparaît particulièrement difficile et peu d'éleveurs privés se sont lancés dans cette activité, d'autant que des alevins peuvent encore

être capturés en nombre important à partir du milieu naturel.

La saison de reproduction de M. cephalus se situe de décembre à février à Taïwan, de sorte que nous n'avons malheureusement pu assister à aucune expérimentation sur l'induction de la ponte chez cette espèce.

Tilapias

Les recherches portent principalement sur Oreochromis aureus, O. hornorum, O. mossambicus, O. niloticus, l'hybride O. niloticus × O. aureus et le tilapia rouge (hybride d'origine confuse), les thèmes en sont les suivants :

- physiologie et cryoconservation du sperme,
- variabilité génétique de la tolérance à la salinité,
- sélection génétique pour la croissance,
- nutrition :
 - . essai de substitution de la farine de poisson par des levures utilisées pour le traitement de résidus industriels,
 - . évaluation des besoins en phosphore.

Le tilapia rouge, particulièrement apprécié par les consommateurs du fait de sa ressemblance avec certaines espèces marines (Chrysophrys major, notamment), a fait avec succès l'objet d'essais d'élevage en eau de mer.

Milkfish

Le principal problème dans la filière d'élevage du milkfish (Chanos chanos) est la production massive et contrôlée des alevins. Bien que quelques succès aient été obtenus dans la reproduction induite de ce poisson, l'existence d'une technique fiable fait encore défaut et l'essentiel des milkfish élevés proviennent des captures d'alevins en milieu naturel.

La plus grande difficulté paraît être de disposer de géniteurs sexuellement matures en captivité, ce qui est encore compliqué par une première maturité tardive (5-6 ans). Les axes de recherches sont les suivants :

- Techniques de reproduction induite et d'élevage larvaire.
- Essais de contrôle de la maturation sexuelle en captivité par utilisation d'implants de LHRH analogue.
- Effets des hormones stéroïdes (androgènes) sur la croissance des alevins.

Autres espèces

Boleophthalmus chimensis est un gobie d'aspect voisin de celui du Periophthalme africain. Bien que restant de petite taille (10-20 cm), ce poisson qui aurait, selon l'expression africaine, la propriété de "donner la force" (virile ?) est très apprécié des consommateurs et atteint sur le marché des prix de vente plus élevés que ceux de la majorité des autres poissons. Ceci justifie sa production en pisciculture. La ponte de cette espèce a été provoquée après injection d'extrait hypophysaire de carpes ou de saumon mais son élevage larvaire reste à mettre au point.

Misgurnus anguillicaudatus est également une petite espèce (Ciprinidae) produite en pisciculture. L'induction de la gynogénèse et la triploidie ont été provoquées chez ce poisson par l'utilisation de chocs thermiques ou hyperbariques dans le but de produire des lignées respectivement monosexes ou stériles. Cette espèce a été choisie pour le démarrage de ces expérimentations surtout en raison de la petite taille des géniteurs, aisés à manipuler. A partir de ce modèle, il est prévu d'étendre l'application de ces techniques à d'autres espèces dans un proche avenir.

Enfin un vaste programme (dont la réalisation ne se limite pas seulement au TML) porte sur le contrôle de la reproduction en captivité de nombreuses espèces de poissons marins déjà élevées à partir de juvéniles du

milieu naturel ou considérées comme des candidats intéressants pour l'aquaculture de par leurs caractéristiques biologiques (croissance et euryhalinité notamment) et commerciales (aspect et valeur marchande). Des reproductions en captivité ont déjà été obtenues à Taïwan pour plusieurs d'entre elles : Chrysophrys (Sparus) major, Acanthopagrus schlegeli, Acanthopagrus (Mylio) latus, Lateolabrax japonicus, Epinephelus amblycephalus, Gromileptes altivelis ...

D'autres espèces sont gardées en élevage pour pouvoir disposer d'un nombre de géniteurs captifs suffisant au démarrage futur d'expérimentations sur le contrôle de leur reproduction : Polynemus plebeius, Therapon jarbus, Sillago brama, Scatophagus argus, Lutjanus argentimaculatus, Siganus spp. ..

C'est également le cas du Lates calcarifer dont la reproduction en captivité n'a pas encore été obtenue sur les stations de recherches mais aurait été réussie par un pisciculteur privé. L'élevage déjà répandu de cette espèce est basé sur l'achat d'alevins naturels importés en grande partie de la Thaïlande.

Station de recherches piscicoles de LUKANG

L'activité principale de la station est orientée vers l'anguille et le tilapia. Cependant des essais sur l'élevage des caïmans et des carpes chinoises (triploïdie) sont également réalisés.

Pour le tilapia (Pr. HO-KUO), l'orientation des recherches est surtout axée sur la sélection génétique de souches performantes à croissance rapide et sur la production d'alevins de tilapia rouge.

Avec l'hybride O. nilotus × O. aureus, qui donnerait (encore) 100 % de mâles sur cette station, des résultats de croissance impressionnantes auraient été obtenus dans de grandes cages implantées en lac : passage de 30 g à 1 kg en 5 mois avec une densité de 8 poissons/m³. Le fait que les personnes rencontrées ne parlaient pas l'anglais n'a pas facilité les échanges durant cette très courte visite de la station.

Fermes privées

Full High Co-op farm (M. CHANG)

La ferme est spécialisée dans l'élevage intensif du tilapia rouge mais produit également du "black bass" et du "japanese sea bass" (Lateolabrax japonicus). Les niveaux de production sont impressionnantes, 700 tonnes de poissons par an pour une superficie en eau de seulement 4,5 ha. Le système de production mis au point sur la ferme est le suivant :

. l'élevage porte principalement sur des populations monosexes de tilapia rouge obtenues par inversion hormonale du sexe et tri manuel pour élimination des alevins noirs.

. chaque unité d'élevage est constituée d'un grand bassin (7000 m²) utilisé pour le prégrossissement et de 5 à 6 bassins octogonaux en ciment (100 m² chacun) servant au grossissement. L'originalité du système tient dans le fait que petits et grands bassins sont interconnectés : 2 fois par jour l'eau des bassins de grossissement est partiellement évacuée pour éliminer les féces qui sont acheminés vers le bassin de prégrossissement afin d'y maintenir une production planctonique intense. Le déficit en eau est alors compensé par pompage des eaux vertes du bassin de prégrossissement, les tilapias reçoivent ainsi une alimentation à la fois naturelle (plancton) et artificielle (granulés extrudés flottants). Le reste du temps les bassins de grossissement fonctionnent en eau recyclée. L'oxygène est maintenue à un niveau élevé avec des oxygénateurs de type "paddle wheel".

Les densités d'empoissonnement sont de 16/m² en prégrossissement (jusqu'à 100 g) et de 150/m² en grossissement. La taille commerciale (600 g) est atteinte après 4 à 5 mois d'élevage (croissance 3.3 g.j⁻¹ en saison chaude, Qn = 1.2).

Tung Hsing Fish and Shrimp Hatchery (M. LIN)

C'est la seule écloserie à Taïwan à avoir réussi une production massive de larves de milkfish par la voie d'une reproduction naturelle (sans intervention hormonale) en bassins (750 m²) ; elle en tire d'ailleurs

le plus grand profit. Les raisons de ce succès ne paraissent pas clairement établies (ou peut être volontairement non explicitées), elles semblent néanmoins reposer sur l'utilisation de géniteurs âgés (9-11 ans) et sur une qualité physico-chimique de l'eau (mais quels sont les facteurs importants ?) particulièrement favorable sur cette station.

Les larves sont élevées en bassins à ciel ouvert (densité 2000 larves/m²) jusqu'à l'âge de 18 jours puis vendues. Les bassins (800 m²) sont en eau de mer stagnante oxygénée par bullage. L'alimentation des larves se fait par vidange partielle et rétablissement du niveau à partir d'un grand bassin (2000 m²) exclusivement consacré à la production de proies planctoniques.

Eclosseries et fermes de crevettes (région de Tungkang)

Les géniteurs de crevettes ne sont pas élevés mais capturés en mer. Ils sont achetés à environ 80 US \$ pièce par les pisciculteurs, mais en fonction de l'offre et de la demande leur prix peut dépasser 700 US \$ pièce. La reproduction s'effectue en petits bacs (300 l) et est stimulée par l'ablation de l'un des pédoncules oculaires. L'élevage larvaire est réalisé dans des bassins couverts en ciment où des conditions de température élevée (30°C) et de relative pénombre sont maintenues. Jusqu'au stade Mysis, l'alimentation est constituée par une algue brune, Skeletonema costatum, dont le temps de génération est très rapide (2 jours). En grossissement, certains éleveurs sont arrivés à un stade d'intensification extrême avec plus de 220 individus/m².

Un élément intéressant tient dans la multiplication de stations, chacune spécialisée dans des phases très précises du cycle d'élevage : production de nauplii, des premiers stades postlarves, des derniers stades postlarves, prégrossissement ou grossissement. Cette organisation éclatée conduit à un nombre important de transactions assurées par des intermédiaires commerciaux. Ce schéma de travail apparaît très fonctionnel et est considéré comme l'un des éléments ayant contribué au développement rapide de la crevetticulture à Taïwan. Il est à noter que les opérations de récolte, de nettoyage des étangs et de commercialisation sont également assurées par

des entreprises spécialisées, ce qui facilite grandement le travail des producteurs. Certaines fermes de grande dimension réalisent cependant encore la totalité du cycle d'élevage.

90 % des crevettes (95 % de P. monodon) produites chaque année sont destinées à l'exportation, essentiellement vers le Japon. A ce propos, il faut souligner le très grand soin apporté à la présentation et au conditionnement de ces produits d'exportation empaquetés dans des conditions de protection sanitaire exemplaires.

Fermes de grossissement d'anguilles (région de Tungkang)

La principale espèce élevée à Taïwan est anquilla japonica dont les civelles sont importées de la Corée, du Japon et des Philippines. Le grossissement est réalisé en étangs dont les paroies au moins sont généralement en béton. Les densités sont de l'ordre de 4 à 10/m².

Après un an les anguilles pèsent entre 150 et 200 g et sont vendues à 10 US \$ le kg. Ici encore le marché est essentiellement tourné vers l'exportation. Cette année une augmentation importante du prix des civelles aurait quelque peu freiné ce secteur d'activité.

Quelques considérations générales

Avec une production annuelle d'environ 250.000 t pour près de 70.000 ha en eau, l'aquaculture taïwanaise se situe mondialement au tout premier plan. La totalité de la production est assurée par le secteur privé, fermiers individuels ou compagnies. Le développement très rapide de l'aquaculture paraît reposer sur les facteurs positifs suivants :

- climat favorable (tempéré doux au nord, subtropical au sud),
- existence de nombreux sites appropriés,
- grande appréciation des consommateurs pour les produits aquatiques,
- effort de recherche important et efficace,

- développement simultané à l'aquaculture d'une industrie associée, nombreux fabricants d'aliments artificiels de qualité et de matériels spécialisés (oxygénateurs, bassins, pompes...).

Mais le facteur le plus important repose sans doute sur une tradition aquacole et une expérience empirique de plus de 300 ans associée à la grande volonté de travail et à la capacité d'innovation des pisciculteurs. Il est intéressant de remarquer que la recherche intervient peu dans le domaine des techniques de grossissement. Chaque éleveur adapte ses propres techniques en fonction des conditions de son exploitation et de la fluctuation des cours. Un raisonnement similaire peut être effectué au niveau du choix des espèces. La concurrence est dure et les éleveurs qui parviennent à établir une technique de production sur un créneau ou une espèce où il y a peu de compétition peuvent réaliser de grands profits. Les producteurs se trouvent ainsi parfois en avance sur la recherche (reproduction naturelle du milkfish ou reproduction induite du Lates, par exemple), mais les raisons profondes des succès obtenus ne sont pas toujours claires, résultant le plus souvent de la méthode "essais/erreurs".

Les principaux produits de l'aquaculture sont actuellement les tilapias (70.000 t, en baisse car surproduction conduisant à un effondrement des cours, un kg de tilapias ne vaut plus maintenant que 15 à 20 NT \$) les crevettes (40.000 t), le milkfish (30 à 40.000 t) et l'anguille (30.000 t). Le besoin de diversification est bien illustré par le nombre d'espèces utilisées, LIAO et LEI (1983) listent 52 espèces cultivées (tableau I) et 25 espèces potentielles (tableau II). Il est à noter que pour la grande majorité de ces espèces, l'élevage repose sur la capture d'alevins en milieu naturel. Le plus souvent ces captures sont fluctuantes et ne permettent pas de répondre à la totalité des besoins, cela justifie le renforcement des programmes de recherches sur la reproduction contrôlée et l'élevage larvaire.

Le développement futur de l'aquaculture à Taïwan paraît se heurter à deux problème sérieux :

- une pollution urbaine et industrielle croissante
- une surface d'extension très limitée, à tel point que pour gagner de la place les étangs (ou bassins) avec des paroies verticales en béton sont préférés aux étangs en terre dont les digues sont inclinées.

Pour ces raisons, auxquelles s'ajoute une préoccupante diminution des stocks naturels, les travaux tendent à s'orienter de plus en plus vers l'océan : mariculture et repeuplement ("sea ranching").

M. LEGENDRE

Table 1 The species of aquatic organisms currently under aquaculture in Taiwan

	Common name	Scientific name	Culture style ^a	Culture environment ^b
Finfish	Eel	<u>Anguilla japonica</u> (T. & S.)	I	F
	Common carp	<u>Cyprinus carpio</u> L.	SI	F
	Grass carp	<u>Ctenopharyngodon idellus</u> (C. & V.)	SI	F
	Silver carp	<u>Hypophthalmichthys molitrix</u> (C. & V.)	SI	F
	Bighead carp	<u>Aristichthys nobilis</u> (Richardson)	SI	F
	Black carp	<u>Mylopharyngodon piceus</u> (Richardson)	SI	F
	Mud carp	<u>Cirrhina molitorella</u> (C. & V.)	SI	F
	Crucian carp	<u>Carassius carassius</u> (L.)	SI	F
	Pond loach	<u>Misgurnus anguillicaudatus</u> (Cantor)	SI	F
	Tilapia	<u>Tilapia zillii</u> (Gervais)	SI	F
		<u>Sarotherodon mossambicus</u> (Peters)	SI	F
		<u>S. niloticus</u> (L.)	SI	F
		<u>S. aureus</u> (Steindachner)	SI	F
		<u>S. mossambicus</u> x <u>S. niloticus</u>	SI	F
		<u>S. niloticus</u> x <u>S. aureus</u>	SI	F
	Red tilapia	<u>T. sp.</u>	SI, I	F, B, S
	Walking catfish	<u>Catarius fuscus</u> (Lacépède)	SI	F
	Japanese common catfish			
	Thailand catfish	<u>Parasilurus asotus</u> (L.)	SI	F
	Snakehead	<u>Pangasius</u> sp.	SI	F
	Largemouth bass	<u>Channa maculata</u> (Lacépède)	SI	F
	White fish	<u>Micropterus salmoides</u> (Lacépède)	SI	F
	Rainbow trout	<u>Culter erythropterus</u> Basilewsky	E	F
	Sweet fish	<u>Salmo gairdneri</u> Richardson	I	F
	Milkfish	<u>Plecoglossus altivelis</u> (T. & S.)	I	F
	Rice-field eel	<u>Chanos chanos</u> (Forsskål)	SI, I	F, B, S
	Wu-chang fish	<u>Fluta alba</u> (Zuiew)	SI	F
	Grey mullet	<u>Megalobrama amblycephala</u> Yih	SI	F
	Japanese sea perch	<u>Mugil cephalus</u> L.	SI	F, B, S
	Giant perch	<u>Lateolabrax japonica</u> (C. & V.)	SI	F
	Red porgy	<u>Lates calcarifer</u> (Bloch)	SI	S
	Mud skipper	<u>Chrysophrys major</u> (T. & S.)	SI	S
		<u>Boleophthalmus chinensis</u> (Osbeck)	SI	S

a: E = extensive

SI: semi-intensive

I: intensive

b: F = fresh water

B: brackish water

S: sea water

Table I (continued)

The species of aquatic organisms currently under aquaculture in Taiwan

	Common name	Scientific name	Culture style ^a	Culture environment ^b
Molluscs	Japanese oyster	<u>Crassostrea gigas</u> (Tunberg)	I	S
	Hard clam	<u>Meretrix lusoria</u> (Röding)	I	S
	Small abalone	<u>Haliotis diversicolor</u> (Lischke)	I	S
	Corbiculas	<u>Corbicula fluminea</u> Müller	E	F
	Cockle	<u>C. formosana</u> Dall	E	F
	Purple clam	<u>Anadara granosa</u> L.	E	S
	Apple snail	<u>Soletellina diphos</u> L.	E	S
		<u>Ampullarius insularum</u> d'Orbigny	SI, I	F
Crustaceans	Grass prawn	<u>Penaeus monodon</u> Fabricius	SI, I	B, S
	Kuruma prawn	<u>P. japonicus</u> Bate	SI, I	S
	Red tail prawn	<u>P. penicillatus</u> Alcock	SI	B, S
	Sand shrimp	<u>Metapenaeus ensis</u> (de Haan)	SI, I	B, S
	Giant freshwater prawn	<u>Macrobrachium rosenbergii</u> (de Man)	SI, I	F
	Mangrove crab	<u>Scylla serrata</u> (Forsskål)	SI	B, S
Reptile	Soft-shell turtle	<u>Trionyx sinensis</u> Wiegmann	I	F
	Crocodile	<u>Crocodylus siamensis</u>	I	F
		<u>C. porosus</u>	I	F
Amphibian	Bull frog	<u>Rana catesbeiana</u> Shaw	SI	F
Seaweeds	Gracilaria	<u>Gracilaria</u> spp.	E	B, S
	Nori	<u>Porphyra</u> spp.	E	S

a: E = extensive

SI: semi-intensive

I: intensive

b: F = fresh water

B: brackish water

S: sea water

Table 2 Candidate species of aquatic organisms for aquaculture
in Taiwan

	Common name	Scientific name
Finfish	Black porgy	<u>Acanthopagrus schlegeli</u> (Bleeker)
	Yellow-fin sea bream	<u>Acanthopagrus latus</u> (Houttuyn) <u>Lethrinus</u> spp.
	Lenjans	<u>Siganus vermiculatus</u> (C. & V.)
	Rabbit fish	<u>S. guttatus</u> (C. & V.) <u>S. fuscescens</u> (Houttuyn)
	Theraponids	<u>Therapon jarbus</u> (Forsskål)
	Sand-borer	<u>Sillago sihama</u> (Forsskål)
	Thread fins	<u>Polynemus plebeius</u> Broussonet
	Grouper	<u>Cromileptes altivelis</u> (C. & V.) <u>E. tauvina</u> (Forsskål)
	Common spade fish	<u>Scatophagus argus</u> (L.)
	Gray snapper	<u>Lutjanus argentimaculatus</u> (Forsskål)
	Pompanos	<u>Caranx</u> spp.
	Lembus rudder fish	<u>Kyphosus lembus</u> (C. & V.)
	Goby	<u>Acanthogobius flavimanus</u> (T. & S.)
	Kooye	<u>Varicorhinus barbatulus</u> (Pellegrin)
	Tilapia	<u>Tilapia rendalli</u> Boulenger
Molluscs	Short-necked clam	<u>Tapes japonica</u> Deshayes
	Green mussel	<u>Mytilus smaragdinus</u> Chemnitz
	Sea snail	<u>Babylonia formosae</u> (Sowerby)
Crustacean	Bear prawn	<u>Penaeus semisulcatus</u> de Haan
	Brazilian prawn	<u>P. brasiliensis</u> Latreille
Seaweeds	Eucheuma	<u>Eucheuma</u> spp.
	Gelidium	<u>Gelidium</u> spp.

**RESEARCHES ON BRACKISHWATER AQUACULTURE
IN COTE D'IVOIRE (*)**

Lecture given at the Tungkang Marine Laboratory (Taiwan)
on August 26, 1986

by

Marc LEGENDRE (**)

(*) Côte d'Ivoire was previously translated in English as Ivory Coast.

(**) ORSTOM Biologist
Centre de Recherches Océanographiques (C.R.O.), B.P. V 18,
ABIDJAN Côte d'Ivoire.

INTRODUCTION

First of all, I would like to take this opportunity to thank very much Dr. LIAO for his nice welcome at the Tungkang Marine Laboratory, and also to thank all the members of the laboratory who always answered our questions with so much kindness and patience, particularly Dr. WANG and Mr. CHANG who took us into the country to visit many interesting farms.

I think that the few weeks we spent here in Taiwan helped us very much in getting a new very positive insight into aquaculture.

The aim of my talk is to try to give you an idea of our working context and of our research activities in aquaculture at ORSTOM.

ORSTOMAND AQUACULTURE

O.R.S.T.O.M. which means, "Institute of Scientific Research for the Development in Cooperation", is a French public institute.

The particularity of this research institute is to work in foreign countries on request of their Governments. O.R.S.T.O.M. has a very wide range of scientific topics and activities (geology, biology, oceanography, social sciences, agronomy, etc...). About 700 scientists are distributed into seven departments, 50 research units and more than 30 countries, mostly in Africa and South America.

One of these departments called "Knowledge and exploitation of aquatic ecosystems" (98 scientists) deals with ecological studies, small scale and industrial fisheries, water quality, microbiology...and since 1979, with aquaculture.

Our aquaculture staff is based in Côte d'Ivoire at the Abidjan Oceanographic Research Center (C.R.O.). It was initially constituted to reinforce an Ivorian staff which already shows reliable experiences in this field. The present mixed research group is composed of 10 scientists and technicians among whom 5 from ORSTOM and 5 from Côte d'Ivoire working in cooperation. So, you can understand that research in aquaculture at ORSTOM is still very recent, of modest importance, and constitutes a new orientation which needs to be developed.

BRIEF PRESENTATION OF COTE D'IVOIRE

Côte d'Ivoire is located in West Africa, approximately between 5° and 10° North of the equator (fig. 1). The country's surface area is 322.463 km² and the total population is about 8 million people. The climate is sub-equatorial in the South of the country, with 2 rainy seasons and 2 dry seasons. The temperature is always high (yearly mean of 26°C).

Ivorians are great fish consumers. With about 25 kg per capita per year, fish constitutes the main source of animal proteins (70 % against 15 % for meat and 15 % for other sources). The annual fish consumption is about 200.000 tons of which 110.000 tons need to be imported as frozen fish and only 90.000 tons results from the national fisheries.

Two ways are under investigation to try to increase the national fish production :

- better management of fisheries
- development of aquaculture

Concerning aquaculture, there has been some development of tilapias (Oreochromis niloticus) freshwater pond culture, mostly in the Center and North of the country, with the help of CTFT (Centre Technique Forestier Tropical) and FAO. Our own activity, at ORSTOM, is focused more on the brackishwater environment. Côte d'Ivoire has a very wide coastal lagoons system (fig. 1), with a total surface area of more than 1200 km² of shallow water (mean depth of 3-4 m).

In order to make the best use of this great potentiel of space, our aim is to acquire the basic scientific knowledge (ecological and biological studies, selection of species, rearing technics...) necessary for the development of an aquaculture activity in the lagoons.

WORKING CONCEPTS

One thing that we should keep in mind, is that, because of a complete absence of traditional practice, brackishwater fish culture in Côte d'Ivoire is just starting from nothing and this makes a great difference with most of the South-East Asian countries.

Then, our general concept of work is to try to develop culture techniques as simple as possible, that have some chances of being adopted by the local people. This means a technology adapted to the social and ecological environment, with low capital investment and easy to manage. For example, the net-enclosure technique which fits perfectly this definition is now widely used in the ivorian lagoons (fig. 2).

Also, we are working with indigenous species, mostly because these species are naturally adapted to the ecological environment and because they are well known by the consumers and as such of better acceptance.

CHOICE OF SPECIES FOR AQUACULTURE

There are about 150 fish species in the ivorian lagoons, so we had to undertake - and this is presently still in progress - a "screening" of the species in order to identify those that can be of some importance for aquaculture.

For this screening, we considered two steps : preselection and selection.

The preselection is done on the basis of a large amount of existing data on the ecology and biology of the lagoon fishes which have been collected for years by the Abidjan C.R.O.

The main criteria of preselection are the following :

- large maximum size
- wide geographic distribution
- large range of salinity tolerance
- sexual maturation in the lagoons
- high fecundity
- hardiness
- flesh of good quality

In this first step, economic criteria are not taken into consideration because the study applies to all West African lagoons, where people may have different habits and tastes according to their country. Besides, a given lagoon environment may be more suitable for the culture of a particular species, depending for instance on its salinity tolerance. Thus, the aim of the preselection step is only to establish a list of local species displaying, by their biological characteristics, a high potential for aquaculture.

The final choice is dependent on the results of the following selection step and on the particular context in which aquaculture is planned.

Up to now, among the 150 species of the Côte d'Ivoire brackishwater fish communities, almost 30 have been identified as potential candidates for aquaculture.

The selection, is based mostly on experimental rearing trials of the preselected species.

The main criteria of selection are the following :

- high commercial interest
- fast growth
- easy fry supply
- resistance to handling stress
- acceptance of artificial feed

If a given species shows good performances in the rearing conditions, then the next step is to try to control the whole biological cycle in captivity, to elaborate a proper artificial feed formula and to develop a suitable culture technique.

Until now, experimental studies have been initiated at the Abidjan C.R.O. with 4 kinds of local fish families :

Bagridae....	<u>Chrysichthys nigrodigitatus</u>	"catfish"
Cichlidae...	<u>Tilapia guineensis</u>	"tilapias"
	<u>Sarotherodon melanotheron</u>	
Clariidae...	<u>Heterobranchus longifilis</u>	"catfish"
Carangidae..	<u>Trachinotus terai</u>	"pompano"

The present status of knowledge on these different species is very unequal since they have been studied for more or less time.

Chrysichthys nigrodigitatus :

Researches on Chrysichthys were initiated in 1977. This catfish (fig. 3) has been considered since a long time as a very promising species for aquaculture in Côte d'Ivoire, where it is one of the most appreciated fish. Its market price is about 1200 F.CFA/kg (120 NT\$/kg).

Rearing of this fish already started few years ago, but the fry were collected in the lagoon. Unfortunately, three different Chrysichthys species are found in the lagoons and most of the fry collected in the wild were a mixture of the two less interesting species. Three years ago, artificial propagation of the fastest growing of these catfishes, C. nigrodigitatus, was successfully achieved for the first time at our experimental station, and in 1985, 1.200.000 fry have been produced. This reliable fry supply now makes it possible to culture this species on a

commercial scale. Extension work has already begun under control of the "lagoon aquaculture project" and about 10 private farms have started producing C. nigrodigitatus in net-enclosures. The first results obtained by these farms are very encouraging and proved to be economical.

The rearing cycle of C. nigrodigitatus is the following :

The brooders are kept in enclosures, at a low density (1 fish/5 m²). They are fed daily with an artificial pelleted feed (35 % crude protein) and two times per week with beef liver.

For spawning in captivity, an original technique called "forced mating" was established. This technique is based on observations of the natural spawning behaviour in the lagoon, where C. nigrodigitatus is known to reproduce in rock cavities. In practice, a selected pair (1 male + 1 female) of mature brooders is chosen and enclosed in a spawning box made of a piece of large diameter PVC tube (fig. 4). During their stay in the box, the brooders are not fed and let in darkness. The use of hormones is not necessary. Spawning generally occurs after 7 to 30 days, depending on the initial eggs diameter of the female. At spawning, the eggs stick to the PVC tube and they also stick together forming a single big mass. The fecundity of the species is about 20.000 eggs per kg of female bodyweight.

The incubation is done in mobile basket incubators to allow good oxygenation of the eggs. Hatching occurs after 5 days at a temperature of 27-29°C. the hatching rates are generally high, about 50 % to 80 %.

The larvae are placed in hatchery tanks for yolk resorption and larval rearing. They are fed with an artificial feed (45 % protein) supplied as a fine powder. After 3 weeks, the fry reach an average weight of about 0,1 g. They are then transferred to nursery ponds located on the edge of the lagoon. After 5 months, the juveniles, weighing about 20 g, are ready to be placed in lagoon net-enclosures for grow-out. They are stocked

at a density of 10 fish/m² and fed with pellets (35 % protein). The commercial size (300 g) is reached within about a year.

In enclosures, the annual production is of 25 to 30 tons per hectare.

The research on C. nigrodigitatus is now continued on the following topics :

* We are studying the digestibility of local agricultural by products for the formulation of a low cost and efficient artificial feed.

* As spawnings were up to now obtained only during the natural reproductive season (July to December), experiments on the role of exogenous factors in sexual maturation are under way in order to try to obtain an all year round fry supply.

Tilapias

I will not tell you anything about the interest of tilapias for aquaculture because you probably know it better than me.

In Côte d'Ivoire, the first trials of tilapia brackishwater culture were done by the CTFT (1978-1979) with Oreochromis niloticus. But, despite the good growth of this fish, there were a lot of problems because of diseases and mass mortalities when it was reared in brackishwater even of moderate salinity (5 %). The reason for these mortalities is still not clearly understood. Then, experiments were made to evaluate the aquaculture potential of two local species of brackishwater tilapias, Tilapia guineensis and Sarotherodon melanopterus (fig. 5), which are naturally adapted to the lagoon environment.

The growth of these two species has been compared both in mixed and monosex intensive culture. The results clearly showed that the best performances are obtained with S. melanotheron male monosex culture. However, even in that case, the economic profitability of this species in intensive culture is up to now restricted by a mediocre efficiency of the artificial feed (pellets with 31 % proteins).

In fact, the present status of tilapia culture in brackishwater lagoon is actually rather negative in Côte d'Ivoire. In the one hand, we have an exotic species, O. niloticus, displaying good growth rate and feed conversion ratio (F.C.R.) but high mortality in intensive culture in saline waters, and on the other hand two endemic species, S. melanotheron and T. guineensis, perfectly adapted to the lagoon environment but with slow growth rate and high F.C.R. (Tab. 1).

	Growth rate (g.d^{-1})	mortality %	F.C.R.
O. niloticus	1.2 - 2.5	> 80 (after 4 months)	1.26
S. melanotheron	0.3 - 1.2	15 (after 10 months)	> 5
T. guineensis	0.2 - 0.8	13 " "	> 5

Table I - Gross performances of O. niloticus, S. melanotheron and T. guineensis in cage culture in slightly saline waters (5%).
(fish density : 20/m³ ; growth followed between 10 and 150 g).

Facing this situation, we now give up with T. guineensis, the growth of which is the slowest, and works on S. melanotheron are proceeding in two days :

- trying to elaborate an efficient artificial feed to improve the growth and feed conversion ratio in intensive culture ;

- trying to develop an extensive method of rearing, allowing a reduction or even a suppression of the use of artificial feed.

In this respect, we are studying the possibility of association between the enclosure technique and the "acadjas" technique which is used in Benin. Acadjas are wood branch parks placed in lagoon shallow waters. They serve as a shelter for fish and as a substratum for the development of algae and micro-organisms which are valuable food sources for some fish species as S. melanotheron. In Benin, S. melanotheron is the major species caught in the acadjas.

We made, last year, a first trial of this association of techniques and a production of 7 t/ha/year of S. melanotheron has been obtained without any input of fertilizer or of artificial feed. This result is very promising and we have now to improve this culture-system, particularly to determine the best ratio between the fish density and the wood branch density.

Another aspect of research for tilapias brackishwater culture in Côte d'Ivoire was recently initiated by CTFT. It concerns trials of rearing new exotic tilapias species, mostly O. aureus and hybrids (O. niloticus × O. aureus, O. niloticus × O. hornorum and O. mossambicus × O. hornorum), in lagoon brackish waters.

Heterobranchus longifilis

Research on Heterobranchus longifilis started only recently (1983) at the Abidjan C.R.O.

Several qualities confer to H. longifilis (fig. 6) a very promising future as a culture fish :

- Its geographical distribution is very wide and covers most parts of Africa.

In fact Heterobranchus is more a freshwater than a brackishwater fish, but its adaptation to the lagoon environment is very good. Until now, it has been successfully reared in saline waters up to 8 %, but its salinity tolerance is probably higher and still has to be investigated.

- It is an omnivorous feeder.

- It is a highly resistant species, particularly to handling stress and to low oxygen concentration (air breathing).

- Sexual maturation is possible in brackishwater (8 % salinity at least).

- Mature brooders are available all year long in captivity and it is possible to obtain several spawns per female each year.

- The fecundity is high, reaching 50.000 to 90.000 eggs per female kg.

- Over all, its growth is one of the fastest ever observed among African fish species already tested in aquaculture.

For example :

A mean growth rate of 10 g.d^{-1} was observed with H. longifilis (weighting 500 g to 3000 g) reared at low density in polyculture with tilapias and, in pond monoculture with 2 fish/m² and a 32 % protein pelleted feed, a mean weight increase from 0,1 g to 1100 g was registered after 10 months with an excellent feed conversion ratio (F.C.R. = 1.4).

Despite these particularly positive qualities, the culture of Heterobranchus in Africa didn't take off in the past because of the lack of fry supply. During 1984, a reliable method of controlled reproduction was established for this species on our station. Oocyte maturation and ovulation can be induced after injection of human chorionic gonadotropin (HCG). Up to now, 100 % response have been obtained after a single intramuscular HCG injection, at a dose between 1.0 and 2.5 I.U./g. body weight, with females with a mean oocyte diameter of at least 1.1 mm.

Eggs can be stripped within 14 h after HCG injection (at 27-29°C) and in most case a high percentage (about 70-90 %) of normal larvae are obtained after artificial fertilization and incubation in stagnant water and in darkness. Although, the complete biological cycle has been obtained in captivity, the survival rates after 3 weeks are still generally low. The development of a simple and reliable technique of larval rearing is at present our main aim of research with H. longifilis, before the culture of this species can be considered on a commercial scale.

Trachinotus teraia

Research on Trachinotus teraia (fig. 7) was initiated last year and the aquaculture potential of the species is still under investigation. This fish is very appreciated by ivorian consumers and his market price is nearly as high as for Chrysichthys sp. (about 120 NT \$ per kg). This is one of the reason to consider it for aquaculture.

T. teraia is a very euryhaline fish, widespread in the lagoons. Biological studies done in 1985 have shown that T. teraia undergo sexual maturation in the lagoon even at low salinities and that mature spawners can be found all year round in nature. At the adult stage, this fish is malacophageous, eating mostly small bivalves.

In captivity, it accepts very well pelleted artificial feed. The growth potential under culture conditions seems to be of about 2 g.d^{-1} (from 50 to 300 g), but further investigations on this topic are needed.

So far, the juveniles are still captured from the wild but, as the stock of young fish available doesn't seem to be very important, the development of an artificial propagation technique would be necessary in future. In this respect the continuous reproduction of this species in the lagoon provides interesting prospects.

CONCLUSION

The work done since almost 7 years by our Center has confirmed the interest of studies for the selection of local species for aquaculture in developing countries. This is particularly well demonstrated by the example of Chrysichthys nigrodigitatus for which the acquired knowledge and the techniques developed have already allowed the starting of a commercial scale culture. Investigations are continued for other selected species, such as H. longifilis and T. teraia, with the aim of achieving similar development.

RELATED LITTERATURE

CISSE A., 1985 - Résultats préliminaires de l'alimentation artificielle de Tilapia guineensis (Bleeker) et de Sarotherodon melanotheron (Ruppel) en élevage.

Colloque F.I.S., Aquaculture en Afrique, 7-11 oct. 1985, Kisumu, Kenya, 13 pp.

DIA A.K., HEM S. & LEGENDRE M., 1986 - Les recherches en aquaculture lagunaire en Côte d'Ivoire.

Etudes Scientifiques, Ed. et publ. des Pères Jésuites en Egypte (I.H.S.) - (under press).

HEM S., 1982 - L'aquaculture en enclos : Adaptation au milieu lagunaire ivoirien.

Aquaculture, 27 : 211-250.

HEM S., 1985 - Premiers résultats sur la reproduction contrôlée de Chrysichthys nigrodigitatus en milieu d'élevage.

Colloque F.I.S., Aquaculture en Afrique, 7-11 oct. 1985, Kisumu, Kenya, 19 pp.

LEGENDRE M., 1986 - Seasonal changes in sexual maturity and fecundity, and HCG - induced breeding of the catfish Heterobranchus longifilis val. (Clariidae), reared in Ebrié lagoon (Ivory Coast).

Aquaculture, 55 : 201-213.

LEGENDRE M., 1986 - Influence de la densité, de l'élevage monosexé et de l'alimentation sur la croissance de Tilapia guineensis et de S. melanotheron élevés en cage-enclos en lagune Ebrié (Côte d'Ivoire).

Rev. Hydrobiol. Trop. (under press).

OTEME Z. et DIA A.K., 1985 - Influence de la qualité de l'aliment et de la densité sur le taux de survie des alevins de Chrysichthys nigrodigitatus.

Colloque F.I.S., Aquaculture en Afrique, 7-11 oct. 1985, Kisumu, Kenya, 8 pp.

FIGURES LEGEND

- Figure 1 Présentation of Côte d'Ivoire and its lagoonal system.
- Figure 2 View of lagoon enclosures.
- Figure 3 View of Chrysichthys nigrodigitatus.
- Figure 4 Different kinds of pvc spawning containers for
C. nigrodigitatus (after HEM, 1985).
- Figure 5 View of Sarotherodon melanotheron.
- Figure 6 View of Heterobranchus longifilis.
- Figure 7 View of Trachinotus teraia.

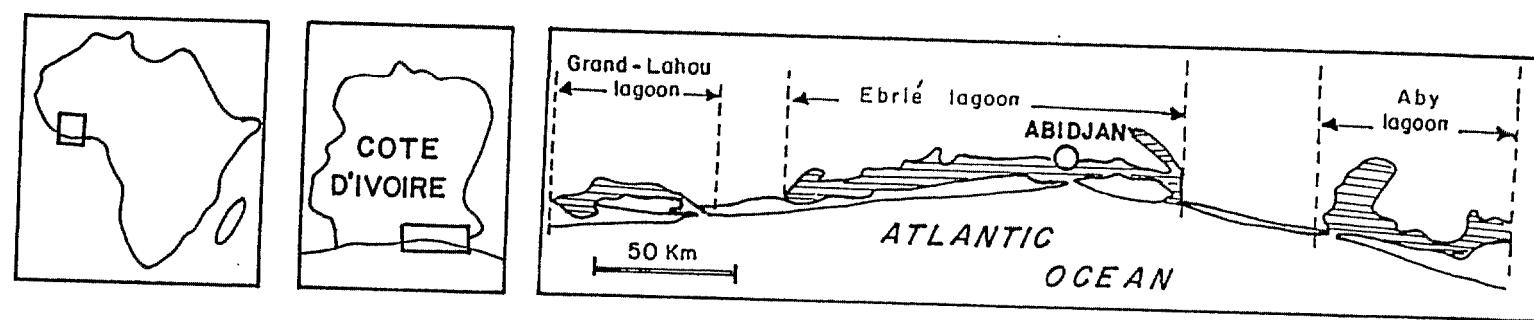


Figure 1 Présentation of Côte d'Ivoire and its lagoonal system.

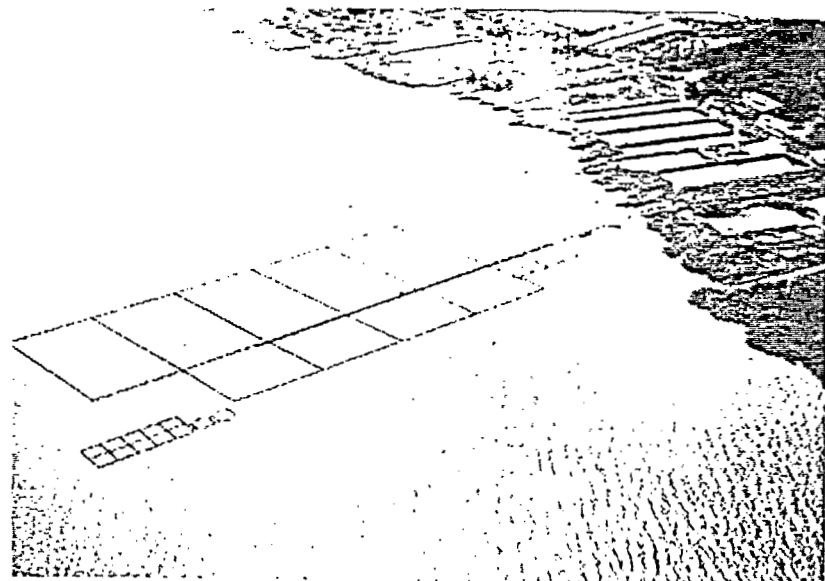


Figure 2 View of lagoon enclosures.

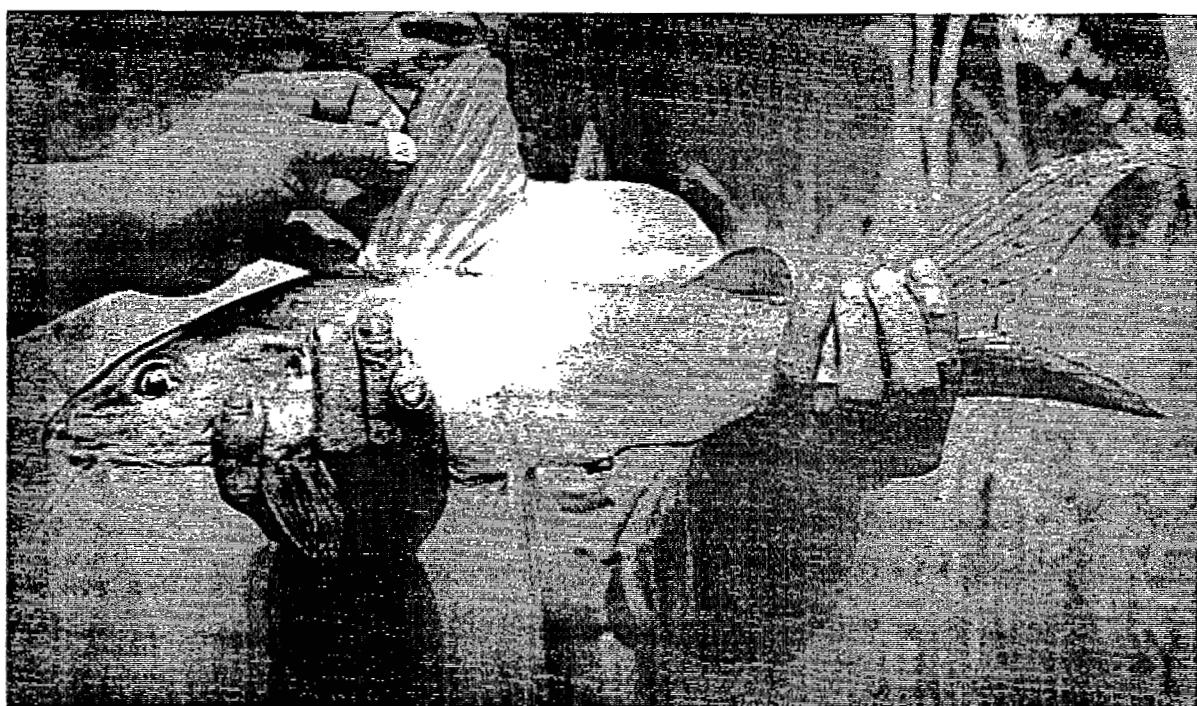


Figure 3 View of Chrysichthys nigrodigitatus.

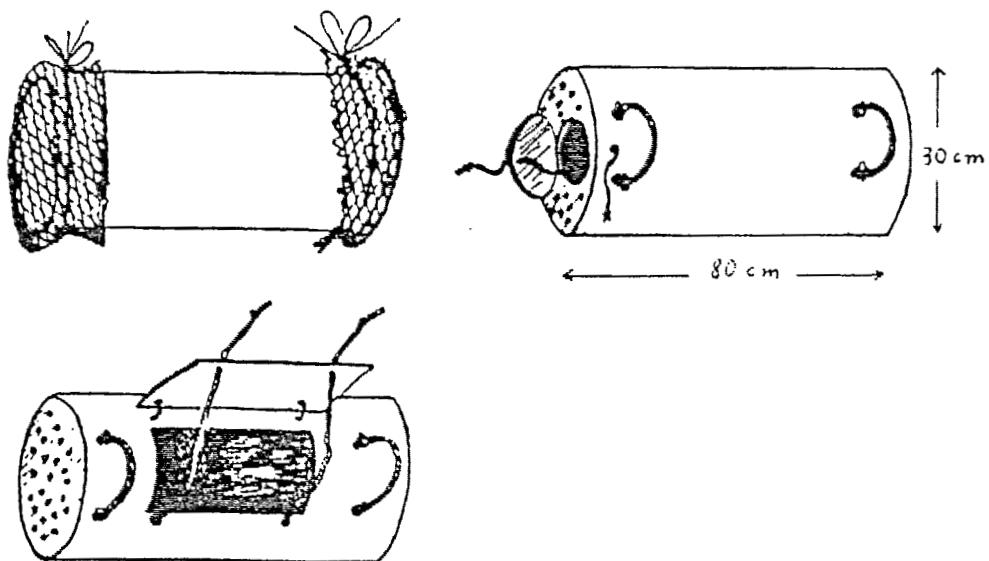


Figure 4 Different kinds of pvc spawning containers for
C. nigrodigitatus (after HEM, 1985).

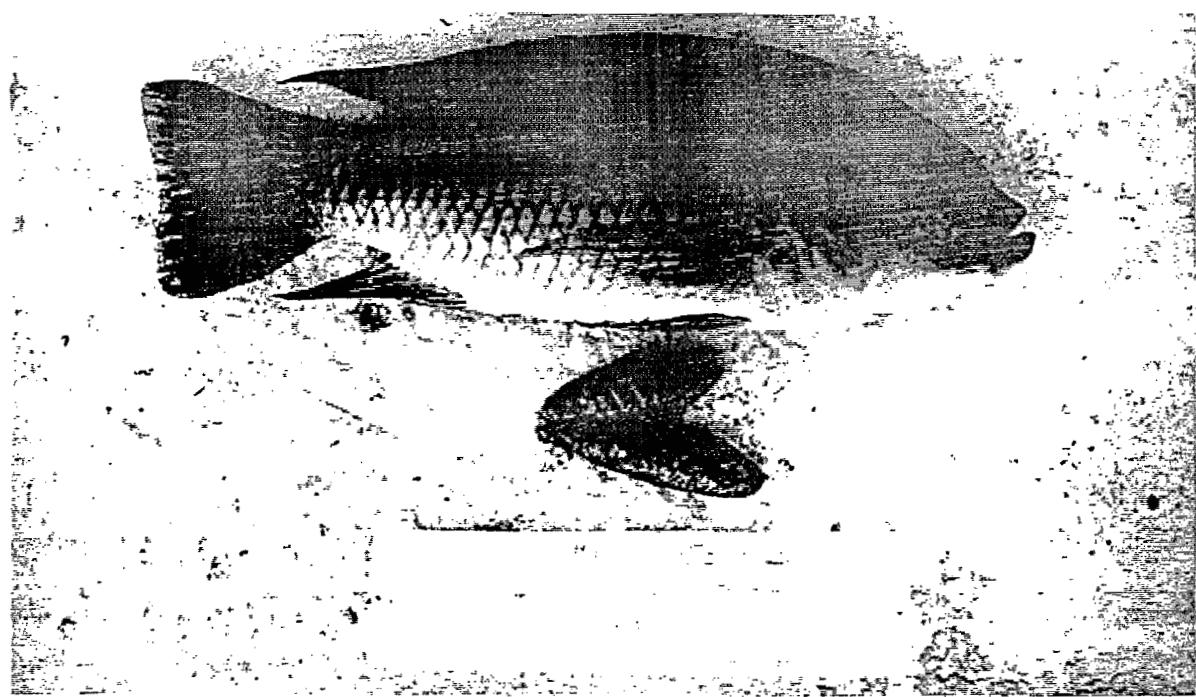


Figure 5 View of Sarotherodon melanotheron.

Figure 6 View of Heterobranchus longifilis.



Figure 7 View of Trachinotus teraia.