

IDRC
CRDI
CIID



C A N A D A

AQUACULTURE SYSTEMS RESEARCH IN AFRICA

PROCEEDINGS OF A WORKSHOP HELD IN
BOUAKE, CÔTE D'IVOIRE,
14-17 NOVEMBER 1988

RECHERCHES SUR LES SYSTÈMES AQUACOLES EN AFRIQUE

COMPTE RENDU D'UN ATELIER TENU À
BOUAKÉ, CÔTE D'IVOIRE,
DU 14 AU 17 NOVEMBRE 1988

**ARCHIV
91585**

The International Development Research Centre is a public corporation created by the Parliament of Canada in 1970 to support technical and policy research designed to adapt science and technology to the needs of developing countries. The Centre's five program sectors are Environment and Natural Resources, Social Sciences, Health Sciences, Information Sciences and Systems, and Corporate Affairs and Initiatives. The Centre's funds are provided by the Parliament of Canada; IDRC's policies, however, are set by an international Board of Governors. The Centre's headquarters are in Ottawa, Canada. Regional offices are located in Africa, Asia, Latin America, and the Middle East.

Le Centre de recherches pour le développement international, société d'État créée en 1970 par une loi du Parlement du Canada, a pour mission d'appuyer l'exécution de recherches qui, dans le domaine technique et dans celui des politiques, ont pour but d'adapter les sciences et la technologie aux besoins des pays en développement. Ses cinq secteurs d'activités sont : l'environnement et les richesses naturelles, les sciences sociales, les sciences de la santé, les sciences et systèmes d'information, et les initiatives et affaires institutionnelles. Le CRDI est financé par le Parlement du Canada, mais c'est un conseil des gouverneurs international qui en détermine l'orientation et les politiques. Établi à Ottawa, au Canada, il a des bureaux régionaux en Afrique, en Asie, en Amérique latine et au Moyen-Orient.

El Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo es una corporación pública creada en 1970 por el Parlamento de Canadá en apoyo de la investigación técnica y de política concebidas a adaptar la ciencia y la tecnología a las necesidades de los países en desarrollo. Los cinco programas sectoriales del Centro son Medio Ambiente y Recursos Naturales, Ciencias Sociales, Ciencias de la Salud, Ciencias y Sistemas de la Información, y Asuntos Corporativos e Iniciativas. Los fondos del Centro provienen del Parlamento de Canadá; sin embargo, las políticas del CIID son trazadas por un Consejo de Gobernadores de carácter internacional. La sede del Centro está en Ottawa, Canadá, y sus oficinas regionales en América Latina, África, Asia y el Medio Oriente.

This series includes meeting documents, internal reports, and preliminary technical documents that may later form the basis of a formal publication. A Manuscript Report is given a small distribution to a highly specialized audience.

La présente série est réservée aux documents issus de colloques, aux rapports internes et aux documents techniques susceptibles d'être publiés plus tard dans une série de publications plus soignées. D'un tirage restreint, le rapport manuscrit est destiné à un public très spécialisé.

Esta serie incluye ponencias de reuniones, informes internos y documentos técnicos que pueden posteriormente conformar la base de una publicación formal. El informe recibe distribución limitada entre una audiencia altamente especializada.

IDRC-MR308e,f
March/Mars 1992

Aquaculture systems research in Africa

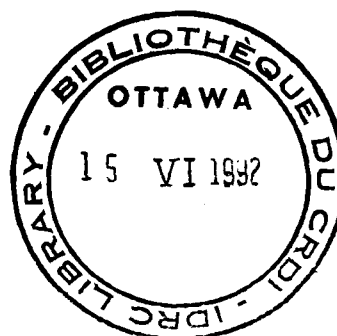
**Proceedings of a workshop
held in Bouake, Côte d'Ivoire,
14-17 November 1988**

Recherches sur les systèmes aquacoles en Afrique

**Compte rendu d'un atelier tenu à
Bouaké, Côte d'Ivoire, du
14 au 17 novembre 1988**

Editors/Rédacteurs

***Garry M. Bernacsek
Howard Powles***



ARCHIV
639.3(6)
647

**INTERNATIONAL DEVELOPMENT
RESEARCH CENTRE
Ottawa • Cairo • Dakar • Montevideo
• Nairobi • New Delhi • Singapore**

**CENTRE DE RECHERCHES POUR LE
DÉVELOPPEMENT INTERNATIONAL
Ottawa • Dakar • Le Caire • Montevideo
• Nairobi • New Delhi • Singapour**

Material contained in this report is reproduced in the original language of presentation, English or French. It is produced as submitted and has not been subjected to peer review or editing by IDRC Publications Unit staff. Unless otherwise stated, copyright for material in this report is held by the authors. Mention of proprietary names does not constitute endorsement of the product and is given only for information.

Les textes de ce rapport sont reproduits dans la langue originale de présentation, le français ou l'anglais. Ils sont reproduits tel qu'ils ont été soumis, sans examen par des pairs ni révision par le personnel de la Section des publications du CRDI. À moins d'indication contraire, les droits d'auteur de ce rapport appartiennent aux auteurs. La mention d'une marque déposée ne constitue pas une sanction du produit; elle ne sert qu'à informer le lecteur.

ISBN 0-88936-624-1

TABLE OF CONTENTS/TABLE DES MATIÈRES

Foreword/Avant-propos	vii
INTRODUCTION	1
Summary of workshop proceedings/Sommaire du compte rendu de l'atelier M. Vincke	3
La Station de recherches piscicoles de Bouaké-Kokondekro A. Yte Wongbe	11
Potentialités piscicoles des écosystèmes fluvio-lacustres de la Côte d'Ivoire Kassoum Traore	38
SOCIOECONOMIC STUDIES/ÉTUDES SOCIO-ÉCONOMIQUES	47
Aspects économiques de la production piscicole en étang : l'expérience de la pisciculture rurale au centre ouest et au centre de la Côte d'Ivoire C. Koffi	49
Large-scale reconnaissance survey of socioeconomic condi- tions of fish farmers and aquaculture practices in the West and North West provinces of Cameroon B.P. Satia, P.N. Satia and A. Amin	64
Aquaculture for local community development program (Zambia) Henk Van Der Mheen	91
CULTURE SYSTEMS BASED ON ARTIFICIAL HABITATS/SYSTÈMES PISCICOLES AVEC HABITATS ARTIFICIELS	99
Acadja-enclos : de la pêche de cueillette à la pêche de culture Saurin Hem	101
Étude préliminaire de la microflore benthique et de la faune inféodée aux acadja-enclos, Lagune Ébrié (Côte d'Ivoire) Annabelle Amoin Konan	114
Culture of the West African mangrove oyster (<i>Crassostrea tulipa</i>) in The Gambia Momodou A. Cham	135
Effect of successive harvesting on the production of <u>Tilapia nilotica</u> and tilapia hybrid reared in cages for 185 days Amir Ph. Habashy	147

Considérations zootechniques et économiques sur l'élevage de <u>Tilapia nilotica</u> en cages à Touro (Katiola), République de Côte d'Ivoire Guido Gorissen	156
CATFISH CULTURE/PISCICULTURE DU POISSON-CHAT	171
Premier bilan des essais de production en masse de <u>Clarias</u> à l'écloserie de Loka, Bouaké Jacqueline Vagba Nugent	173
Observations préliminaires sur la reproduction naturelle semi-contrôlée du poisson-chat africain, <u>Clarias gariepinus</u> D. Nguenga	190
Effect of season on controlled propagation of the African catfish, <u>Clarias gariepinus</u> (Burchell 1822) O.A. Ayinla and F.O. Nwadukwe	198
Bilan des premiers essais d'élevage d'un silure africain, <u>Heterobranchus longifilis</u> (Clariidae), en milieu lagunaire (Lagune Ebrié, Côte d'Ivoire) Marc Legendre	211
TILAPIA CULTURE/PISCICULTURE DU TILAPIA	233
Contribution à une réflexion sur des stratégies de recherche et développement en aquaculture du tilapia en Afrique subsaharienne J. Lazard	235
Étude des processus morphologiques et endocrinologiques de la différenciation naturelle du sexe chez <u>Oreochromis niloticus</u> , appliquée à la production de populations mono-sexes : intérêts et perspectives J.F. Baroiller	256
Split-plot ANOVA interactions between fertilizer application, ecological conditions, and plankton dynamics and fish yield in tropical fish ponds C. Yetunde Jeje ...	267
Comparaison de la tolérance au milieu lagunaire saumâtre de différentes espèces et hybrides d' <u>Oreochromis</u> pour leur utilisation en aquaculture (Lagune Ebrié, Côte d'Ivoire) T. Doudet	294
Polyculture of <u>Oreochromis shiranus chilwae</u> and <u>Cyprinus carpio</u> in experimental ponds O.V. Msiska	316
Effect of supplemental feed on the growth of <u>Oreochromis niloticus</u> in ponds in Liberia Naomi I. Cassell, John M. Dukuly, J.M. Jallah, John M. Kaykay and George Yientee	323

Production of male tilapias by handsexing and induced androgen sex reversal in net cages Mark Owusu-Frimpong ..	328
Pratique de l'élevage monosexue de <u>Tilapia nilotica</u> en milieu rural en Côte d'Ivoire P.F. Galbreath et A.D. Ziehi	337
Recherches sur le tilapia lagunaire <u>Sarotherodon melano-theron</u> : bilan des essais d'optimisation de la croissance en élevage intensif A. Cissé	357
Une expérience de coopérative piscicole en République centrafricaine Michel Bérubé	370
Le volet piscicole du projet périurbain de la Commune de Daloa M. Oswald et Y. Copin	382
Mise en oeuvre d'une pisciculture en étangs non vidangeables sur nappe phréatique au Bénin Barnabé Kpogbezan et Jean-Pierre Hirigoyen	398
Participants	423

CONTRIBUTION À UNE RÉFLEXION SUR DES STRATÉGIES DE RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT EN AQUACULTURE DU TILAPIA EN AFRIQUE SUBSAHARIENNE

J. Lazard

Division de pêche et de pisciculture, CTFT/CIRAD
45 bis, avenue de la Belle Gabrielle, 94736 Nogent-sur-Marne
Cedex, France

Résumé Les efforts de recherche et de recherche/développement en aquaculture en Afrique ont tendance à se disperser, pour différentes raisons dont la diversité des contextes écologiques et sociaux; la diversité des opérateurs; et la confusion entre les objectifs de production et les objectifs de recherche. Les tilapias jouent un rôle important dans l'aquaculture mondiale, contribuant quelque 500,000 t/an à la production aquacole globale. Malgré leurs avantages pour l'aquaculture, ces poissons présentent plusieurs problèmes aux aquaculteurs, et des recherches bien orientées sur des thèmes prioritaires sont nécessaires.

Les résultats techniques et économiques de trois systèmes piscicoles basés sur le *Tilapia nilotica* sont résumés, à partir de projets de recherche/développement en Afrique: la culture en étangs dans le nord de la Côte d'Ivoire; la culture en cages dans le fleuve Niger; et la culture en enclos dans les lagunes du Bénin. La culture en étangs nécessite un investissement plus important que la culture en cages ou en enclos, mais la gestion des étangs est moins compliquée et le coût de production est moindre. La culture en cages et en enclos est très intéressante aux producteurs en raison du taux de rentabilité élevé; les populations de pêcheurs semblent particulièrement intéressés par ses systèmes.

Des orientations de recherche prioritaires sont formulées dans les domaines de la génétique, la physiologie et l'éthologie de la reproduction, la physiologie de la croissance, la nutrition et la pathologie.

Abstract Research and research/development efforts in African aquaculture tend to be dispersed, for such reasons as the diversity of ecological and social milieux; diversity of groups interested in aquaculture; and mixing of production objectives with research objectives. Tilapias have become important to world aquaculture, contributing some 500,000 t/year to global aquaculture production. Despite their advantages for culture, tilapias continue to present significant problems to aquaculturists, and directed research on high-priority themes is required.

Technical and economic results from three fish culture systems based on Tilapia nilotica are summarised, based on research/development projects in Africa: pond culture in northern Côte d'Ivoire; cage culture in the Niger River; and pen culture in lagoons in Benin. Pond culture requires larger investments than cages or pen culture, but pond management is simpler and production costs lower. Cage and pen culture are attractive to producers because of their high profitability; populations of fishermen seem particularly interested by these systems.

Priority research themes are established in the areas of genetics, physiology and ethology of reproduction, growth physiology, nutrition and pathology.

Problématique de recherche et développement

En matière d'aquaculture, les principaux projets et programmes de recherche faisant l'objet d'une coopération avec les pays du Nord ont, jusqu'à présent, porté sur le continent africain, essentiellement sur le tilapia, d'où est précisément originaire ce poisson.

De façon générale, cet investissement (humain et financier) se fait souvent en ordre dispersé, lié principalement à :

- ° la diversité des contextes où les opérations sont menées (niveau de développement du pays, environnement au sens large, opérateurs économiques, etc.);
- ° la diversité des opérateurs impliqués dans l'assistance technique et scientifique dont l'approche des problèmes de développement peut varier;
- ° la confusion entre les objectifs de production et la nécessité de mettre au point les paramètres biotechniques et de vérifier, selon les résultats obtenus en vraie grandeur, la viabilité économique de cette activité, voire d'effectuer dans certains domaines des recherches situés nettement en amont.

Compte tenu de la dispersion, parfois inévitable des investissements humains et financiers dans la recherche aquacole, il semble nécessaire de faire le point des contributions possibles en amont, dans le domaine de l'aquaculture du tilapia au niveau international, et d'étudier les possibilités de transfert et d'application des résultats obtenus en laboratoire. En effet, le problème se pose dans de nombreux cas d'expérimentations menées en laboratoire donnant des résultats fort éloignés de ceux obtenus dans des conditions (milieu, espèce, etc.) théoriquement identiques ou, en tout cas, très voisines en vraie grandeur sur le terrain.

Actuellement, les principaux organismes de recherche et de recherche/développement en aquaculture tropicale sont confrontés à un certain nombre de problèmes sur l'aquaculture du tilapia dans les domaines de la recherche, du développement, et de la formation (en particulier, de chercheurs et de développeurs des pays tropicaux).

La résolution de ces problèmes passe par une «confrontation» permanente entre l'expérience de la pratique de la recherche et du développement sur le terrain tropical, d'une part, et l'expérience de la pratique de la recherche scientifique plus fondamentale dans certaines disciplines biologiques liées à l'aquaculture, d'autre part. De cette confrontation et de cet échange d'idées doit sortir un certain nombre d'orientations sur ce que l'on pourrait qualifier de «champ du possible» en matière de recherches à mener sur l'aquaculture du tilapia (et, par extension, des autres espèces d'intérêt aquacole).

Enfin, les dispositifs de recherches qui pourront se mettre en place à l'issue de ces concertations permettront une résolution plus sereine par la recherche des nombreux problèmes qui se posent au niveau du développement. Cette approche vise à réduire, autant que possible, les interventions «catastrophes» sur les élevages mis en oeuvre dans le cadre des projets de recherche/développement et de développement dans les pays tropicaux.

Quelques données générales sur l'aquaculture mondiale, et du tilapia en particulier

Situation de l'aquaculture mondiale

Les données les plus récentes (FAO 1987) concernant les niveaux de production aquacole dans le monde sont présentées au Tableau 1, duquel en ressortent nettement les facteurs suivants :

- ° une contribution prépondérante des pays tropicaux dans la production totale mondiale aquacole (86 %) avec, parmi eux, un quasi monopole des pays asiatiques;
- ° une faiblesse du niveau de production des pays africains (la production aquacole de l'Afrique subsaharienne serait de 10 500 t) (Satia 1988);
- ° des tendances à l'horizon 2000 qui accentuent ces disparités entre les continents.

Aquaculture du tilapia

Les quantités totales de tilapia produites actuellement sont mal connues pour la simple raison que le distinguo entre les tilapias provenant de l'aquaculture et ceux résultant de l'activité de pêche est, dans la plupart des pays tropicaux, non fait - ou

Tableau 1. Production de l'aquaculture dans le monde : données 1983, projections 2000 (en milliers de t).

Région/espèces	Production 1983	Production 2000
1) Région		
Afrique	0,05	0,10
Asie/Pacifique	8,41	18,29
Europe/Proche Orient	1,22	2,65
Amérique du Sud	0,22	0,48
Amérique du Nord	0,31	0,68
2) Groupe d'espèces		
Poissons	4,45	9,67
Mollusques	3,25	7,06
Crustacés	0,12	0,27
Plantes aquatiques	2,39	5,20
Total - 1) ou 2)	10,21	22,20

Source : FAO (1987) .

avec une grande imprécision. À cette incertitude s'ajoute le fait qu'il existe, notamment dans les PVD, des formes de pisciculture très extensives s'apparentant à la fois à l'aquaculture et à la pêche (p. ex., acadjas).

Cependant, les évaluations les plus récentes de production de tilapia provenant de l'aquaculture sont de 500 000 t.

Les principaux pays producteurs se situent actuellement en Asie : Taïwan, environ 60 000 à 80 000 t; Philippines, 60 000 t; Thaïlande, 10 000 à 20 000 t. Israël, dont la production totale n'est relativement pas très importante, voit la part de tilapia dans sa production croître régulièrement au cours des dernières années (au détriment des carpes, au sens large). Par ailleurs, le fait remarquable dans les principaux pays producteurs est le taux d'accroissement du tonnage de tilapia produit depuis une quinzaine d'années. À titre d'exemple, les Philippines, qui ont importé leurs premiers géniteurs de Tilapia nilotica en 1973, produisent aujourd'hui 60 000 t de cette espèce (le T. mossambica ayant presque totalement disparu des piscicultures commerciales).

Avantages du tilapia pour l'aquaculture, outil du développement

Les caractéristiques biologiques du tilapia rendent ce poisson apte à toutes les formes connues d'élevage, du plus extensif au plus intensif, avec tous les intermédiaires possibles. Il est donc possible d'intégrer la pisciculture des tilapias à différents schémas de développement :

- ° activités de pêche autour de retenues aménagées (alevinées en tilapia);
- ° intégration de la pisciculture de tilapia au sein d'aménagements hydro-agricoles ou associée à des élevages terrestres (porc-poisson, volaille-poisson, etc.);
- ° activité de substitution ou de complément à la pêche dans le cas d'effondrement des stocks piscicoles (pour des causes environnementales ou humaines liées, par exemple, à la surexploitation);
- ° fermes industrielles pour répondre à des besoins ponctuels et urgents de grandes agglomérations.

**Approche des problèmes de recherche et développement de
l'aquaculture du tilapia dans les pays tropicaux :
cas de l'Afrique**

Les principales préoccupations, à l'heure actuelle, pour le développement de la pisciculture sur le continent africain semblent être la mise au point de systèmes d'élevage adaptés à un environnement donné et considéré dans toutes ses dimensions. L'approche se fait donc, d'une façon générale, à la fois par système et par discipline biologique et, dans cette démarche, le tilapia a, jusqu'à présent joué un rôle essentiel.

Cette activité se déroule généralement dans deux cadres différents dont l'importance relative varie selon les pays :

- ° les stations de recherches piscicoles, qui constituent les structures perennes de recherches;
- ° des projets de recherche/développement et de développement qui, généralement, se caractérisent par une durée limitée et des objectifs de production.

En fait, il apparaît clairement que, dans de nombreux pays tropicaux (et singulièrement en Afrique), la frontière entre la recherche et le développement n'est pas toujours délimitée avec précision, et la recherche, qui devrait être logiquement et préférentiellement menée sur des stations de recherche, est souvent réalisée au sein de projets de développement et dans le cadre de recherches dites d'accompagnement. La plupart des pays en développement demandent, en effet, des solutions concrètes et immédiates aux problèmes qui se posent à eux, en particulier, en matière d'aquaculture, engendrant fréquemment une certaine ambiguïté de la démarche.

Quoi qu'il en soit, le développement joue, dans cette approche, un rôle fondamental car c'est lui qui guide la recherche. Dans ce domaine, la philosophie est d'essayer d'éviter d'avoir une doctrine et des modèles tous prêts. Elle peut se résumer comme suit :

- ° système d'élevage adapté à l'environnement dans toutes ses composantes (physiques, hydrobiologiques, humaines, socio-économiques, etc.);
- ° aquaculture considérée à la fois comme un outil de production et un outil de développement où comptent, à parts égales, le poisson et ceux qui le produisent.

Ces idées sont illustrées par trois exemples d'opération de recherche/développement de la pisciculture en Afrique, correspondant à trois environnements fondamentalement différents mais qui présentent au moins deux points communs entre eux :

- ° les structures d'élevage testées permettent une exploitation de type artisanal et sont évolutives, car elles peuvent, une fois la maîtrise des techniques acquise, prendre la dimension de véritables entreprises;
- ° le poisson d'élevage est le tilapia.

Par ailleurs, dans les trois cas, la pisciculture constitue le seul moyen d'augmenter à terme, une fois les ressources naturelles exploitées à leur niveau optimum, la production piscicole qui est actuellement soit stationnaire (R.C.I.), soit en diminution (Bénin, Niger).

Exemples d'opérations de recherche/développement de la pisciculture en Afrique

Les trois cas succinctement présentés ici permettent de montrer le type de problématique scientifique que peut engendrer la «pratique du développement». Ce sont trois projets dans lesquels le CTFT a oeuvré depuis une dizaine d'années, en Côte d'Ivoire, au Bénin et au Niger.

Pisciculture en étang intégrée à un aménagement hydro-agricole (région nord de la Côte d'Ivoire)

Environnement

- ° Pisciculture en étangs intégrée aux aménagements hydro-agricoles dans une région où il a été construit, dans les années 70, de nombreuses retenues collinaires pour l'irrigation gravitaire du riz.
- ° Présence dans la région de villes secondaires (Korhogo, Ferkessedougou, Boudiali) où existe une forte demande en poisson et, particulièrement, d'eau douce. Leur approvisionnement est actuellement essentiellement assuré en poissons de mer congelés (importés); la Côte d'Ivoire important, en 1987, environ la moitié des produits halieutiques nécessaires à sa consommation (100 000 sur 200 000 t).

- ° Adaptation rapide des agriculteurs du nord de la Côte d'Ivoire aux techniques de riziculture irriguée.
- ° Disponibilité en sous-produits agricoles et agro-industriels sur place (son de riz) ou dans le pays (tourteau de coton, farine de poisson, etc.).

Investissements/structure d'élevage

Il s'agit d'étangs classiques, alimentés en eau par gravité à partir d'un canal de dérivation sur un cours d'eau régularisé par une retenue de stockage.

Les investissements en matière de pisciculture semi-intensive en étang consistent essentiellement en terrassements et, en proportion beaucoup plus faible, en ouvrages. Ces terrassements peuvent être réalisés mécaniquement ou manuellement : le coût dans les deux cas est approximativement le même si la main-d'oeuvre est rémunérée à un taux normal. La construction manuelle des étangs par les paysans eux-mêmes, si elle est théoriquement satisfaisante, apparaît dans de nombreux cas peu réaliste : le travail correspondant, très pénible, aboutit à des étangs mal construits (profondeur insuffisante, digues peu solides) et nécessite un encadrement dispersé, important et de qualité. Une solution adaptée consiste à faire effectuer les gros terrassements au moyen d'engins, et les autres travaux (talutage, enherbement, canaux, ouvrages) manuellement par les pisciculteurs (dans ce cas, les coûts se répartissent en 2/3-1/3). En tout état de cause, la problématique de la construction manuelle/construction mécanique devra être résolue pour chaque environnement.

Lorsque les étangs sont construits, donc conçus, en même temps que les infrastructures de l'aménagement hydro-agricole, auxquelles ils s'intègrent, ils en ressortent à un «coût marginal». Les coûts totaux d'infrastructure retenus ici sont de 6 000 000 F CFA/ha, incluant les terrassements et les finitions, les ouvrages, et les canaux d'alimentation en eau et de vidange pour des étangs de 10 ares (production de poisson marchand) et de 4 ares (production d'alevins et de fingerlings).

Technique d'élevage (Lazard 1980, 1984)

Contrainte Nécessité d'économiser l'eau stockée dans la retenue amont qui sert également pour la riziculture, dont le débit admis dans les étangs correspond exactement aux pertes par évaporation et infiltration (pas de circulation d'eau).

Technique d'élevage Mise en charge des étangs (10 ares) avec des fingerlings de Tilapia nilotica, souche Bouaké (30 g), non sexés ou mâles (sexage manuel), produits sur une station d'alevinage ou par l'aquaculteur lui-même.

Dans ces deux cas, le prédateur, Hemichromis fasciatus, est associé à tilapia à un taux correspondant à 13 % de la biomasse de tilapia non sexés, et à 5-6 % de la biomasse de tilapia sexés

manuellement (environ 5 % d'erreur, c.-à-d. de femelles).

- ° Pas de contrainte quant à la période d'alevinage, les caractéristiques physico-chimiques de l'eau autorisant cette opération tout au long de l'année.
- ° Les densités de mise en charge varient de 1,2 à 2,2 poissons/m³.

Aliment Deux types d'aliments ont été testés en vraie grandeur : son de riz pur (aliment 1), et 75 % de riz + 25 % de tourteau de coton (aliment 2). Le taux de nourrissage appliqué est le suivant : pour le son de riz, 100 kg/ha par jour, tout au long de l'élevage; pour le second aliment, de 8 % de la biomasse en début d'élevage à 1,5 % en fin d'élevage.

Résultats techniques Les résultats de production de *T. nilotica* de taille marchande en étang (Côte d'Ivoire) sont résumés au Tableau 2.

Résultats économiques

On trouvera au Tableau 3 le compte d'exploitation d'un étang de 10 ares en Côte d'Ivoire.

Pisciculture en cage flottante dans un cours d'eau sahélien (fleuve Niger au Niger)

Environnement

Le Niger est un pays sahélien où la seule source d'eau permanente est constituée par le fleuve Niger, caractérisé par de fortes variations annuelles et interannuelles de débit. Le marnage au cours de l'année est de 4 m et, sauf exception, le fleuve coule en permanence; dans ces conditions, la structure d'élevage la mieux adaptée est la cage flottante. La production d'alevins et de fingerlings est, quant à elle, réalisée en étangs alimentés en eau de pompage à partir du fleuve (alimentation gravitaire impossible).

Avec la sécheresse des dernières années (depuis 1972) et l'endiguement du fleuve pour la création des aménagements hydro-agricoles, la production de la pêche dans le fleuve Niger est tombée de 6 000 à 2 000 t en 1984, et à 900 t en 1985.

La longueur du fleuve Niger est de 550 km, et il constitue la principale zone de pêche et de consommation de poissons du pays dont, en particulier, la capitale, Niamey, située approximativement au milieu du tronçon du fleuve.

Les pêcheurs appartiennent à deux catégories : les pêcheurs professionnels (en général, étrangers), et les pêcheurs occasionnels (riverains qui pratiquent l'agriculture et la pêche).

On note la présence de sous-produits agricoles et agro-industriels en provenance du Niger (son de riz et de blé, tourteau

Tableau 2. Résultats de production de *Tilapia nilotica* de taille marchande en étang (Côte d'Ivoire).

	Aliment 1 (mâles et femelles)	Aliment 2 (mâle) ^a
Densité d'élevage (individus/m ³)	1,2	2,2
Durée d'élevage (jours)	145	240
Poids moyen individuel initial (g)	30	31
Poids moyen individuel final (g)	215	270
Taux de survie (%)	92	90
Croissance journalière individuelle (g/jour)	1,3	1,0
Quotient nutritif (QN)	7,5	3,5
Rendement (t/ha par année)	5,2	7,1

^a Résultats techniques retenus pour l'analyse économique.

Tableau 3. Compte d'exploitation d'un étang de 10 ares (Côte d'Ivoire).

	Par étang de 10 ares (F CFA)	Par kg de poisson (F CFA)	Répartition des charges (%)
Charges			
Charges fixes			
Amortissement, étang (20 ans)	30 000	37,0	15
Amortissement, petit matériel (3 ans)	20,000	25,0	10
Entretien	—	—	—
Total	50 000	62,0	25
Charges variables			
Alevinage (2 200 x 2 x $\frac{365}{240}$ x 10 F)	67 000	82,5	33
Aliments (3,5 x 710 x 26 F)	65 000	80,0	32
Transport (alevins, aliments, poisson marchand)	20 000	24,5	10
Total	152 000	187,0	75
Total des charges	202 000	249,0	100
Recettes (810 kg x 400 F)	324 000	400,0	
Marge bénéficiaire	122 000	151,0	

Taux de rentabilité de l'investissement : 18,5 %
Valorisation de la journée de travail : 3 000 F

d'arachide), ou de la sous-région (farine de poisson du Sénégal ou de la Côte d'Ivoire).

Investissements/structures d'élevage

Chaque cage se compose d'une structure flottante supportant une poche grillagée et immergée contenant les poissons. La technologie employée est simple et utilise, au maximum, des matériaux disponibles localement :

- ° La structure flottante se compose d'un ponton en bois et de bidons de récupération en plastique de 30 L, qui assurent la flottabilité du système et permet d'effectuer les manipulations tout autour de la cage.
- ° La poche immergée est faite de grillage plastique Nortène (importé) de 2 types de maille, selon la taille des poissons : 7 mm pour les alevins de poids moyen supérieur à 4 g, et 14 mm pour des fingerlings de poids moyen supérieur à 20 g. La structure relativement légère des cages permet d'en effectuer le relevage aisément pour les manipulations et la récolte du poisson.

Deux types de cages sont utilisées (1,5 m de chute) :

- ° cages de 5 m³ (3,5 m³ «utiles» en eau) pour le prégrossissement d'alevins de 4 g jusqu'au stade fingerling (30 g);
- ° cages de 20 m³ (16 m³ «utiles» en eau) pour le grossissement de fingerlings jusqu'à la taille marchande (environ 250 g).

Les cages peuvent être reliées entre elles de façon à former un système modulable dont l'unité de base est constituée par un ponton flottant, supportant 2 cages de 20 m³ ou 8 cages de 5 m³.

Le coût des cages de 5 m³ est de 62 000 F CFA, et celui des cages de 20 m³ est de 196 000 F CFA.

Technique d'élevage (Parrel et al. 1986)

Contrainte Nécessité de s'adapter aux variations du milieu du fleuve Niger, à savoir crue/étiage et saison froide/saison chaude (15-24 °C/24-32 °C), et aux périodes de transition correspondantes (température, turbidité).

Technique d'élevage Mise en charge des cages (16 m³ utiles) avec des fingerlings de Tilapia nilotica, souche fleuve Niger (30 g) mâles (sexage manuel), produits sur une station d'alevinage.

La mise en charge doit être effectuée impérativement au cours de la saison chaude, lorsque la température est stabilisée et supérieure à 24 °C, c'est-à-dire entre les mois d'avril et de septembre.

Les densités de mise en charge varient de 85 à 135 poissons/

m³, avec une moyenne de 100 poissons/m³.

Aliment Composition : 45 % de tourteau d'arachide + 50 % de son de riz ou blé + 5 % de farine de poisson (31,5 % de protéines dont 10 % d'origine animale), sous forme de granulé 4 mm.

Des essais réalisés avec 10 % de farine de poisson et incorporation de C.M.V. (2,5 %) ne donnent pas de résultats significativement différents et ne justifient pas leur utilisation (sauf peut-être en saison froide pour l'augmentation du taux d'incorporation de farine de poisson).

Le taux de nourrissage est modulé :

- ° en fonction de la taille du poisson :

	p.m. < 150 g	: 3,0 % de la biomasse
150 g <	p.m. < 200 g	: 2,5 % de la biomasse
	p.m. < 200 g	: 2,0 % de la biomasse

- ° en fonction de la température ambiante :

	t > 24 °C	: 100 % ration alimentaire normale
24 °C >	t > 22 °C	: 70 % ration alimentaire normale
22 °C >	t > 20 °C	: 50 % ration alimentaire normale
20 °C >	t > 18 °C	: 25 % ration alimentaire normale
18 °C >	t > 16 °C	: 15 % ration alimentaire normale

- ° en fonction de l'hydrologie du fleuve : ration ajustée selon le comportement des poissons face à la crue (eau turbide, composition physico-chimique modifiée).

Résultats techniques Les résultats de production de T. nilotica de taille marchande en cages flottantes (Niger) sont résumés au Tableau 4.

Résultats économiques

On trouvera au Tableau 5 le compte d'exploitation d'une cage flottante de 20 m³ au Niger.

Pisciculture en enclos en milieu lagunaire (Lagunes du Bénin)

L'exemple présenté ici est celui d'une opération d'élevage de tilapia en enclos dans les lagunes du Bénin du sud-est (lac Nokoué et lagune de Porto Novo).

Environnement

Les principales collections d'eau continentales du Bénin du sud sont les lagunes, qui représentent une superficie totale de 320 km² avec, en particulier, le lac Nokoué et la lagune de Porto Novo où se développent les élevages piscicoles. Ces lagunes ont une profondeur uniforme d'environ 1 m. Le marnage entre hautes et

Tableau 4. Résultats de production de *Tilapia nilotica* de taille marchande en cage flottante (Niger).

	Élevage en SC + SF (2/3 + 1/3)		Élevage en SC ^a		Élevage en SF ^a
Densité d'élevage (individus/m ³)	85	135 ^b	85	135	85
Durée d'élevage (jours)	204	225	142	154	117
Poids moyen individuel initial (g)	35,5	35,7	55,2	52,6	31,0
Poids moyen individuel final (g)	218,5	217,9	229,9	249,4	67,4
Taux de survie (%)	95,4	90,7	89,6	92,0	90,2
Croissance journalière individuelle (g/jour)	0,9	0,81	1,23	1,28	0,31
Quotient nutritif (QN)	2,7	3,0	2,4	2,8	2,04
Rendement (kg/m ³ par cycle)	14,3	21,8	14,8	23,9	-

^a SC, saison chaude; SF, saison froide.

^b Résultats techniques retenus pour l'analyse économique.

Tableau 5. Compte d'exploitation d'une cage flottante de 20 m³ (Niger).

	Par cage de 20 m ³ (F CFA)	Par kg de poisson (F CFA)	Répartition des charges (%)
Charges			
Charges fixes			
Amortissement, cage (7 ans)	28 000	64,0	10,5
Amortissement, petit matériel	1 500	3,5	0,5
Entretien de la cage	5 000	11,5	2,0
Total	34 500	79,0	13,0
Charges variables			
Alevinage (2 200 x 45 F)	99 000	227,5	36,0
Aliments (363 x 3 x 100 F)	109 000	250,5	40,0
Transport (alevins, aliments, poisson marchand)	30 000	69,0	11,0
Total	238 000	547,0	87,0
Total des charges	272 500	626,0	100,0
Recettes (435 kg x 850 F)	369 750	850,0	
Marge bénéficiaire	97 250	224,0	

Taux de rentabilité de l'investissement : 48,5 %

Valorisation de la journée de travail : 4 900 F

basses eaux est faible (environ 0,50 m) et la circulation de l'eau est bonne. La structure d'élevage adaptée est l'enclos.

Des changements écologiques du milieu, liés à l'ouverture permanente du chenal de Cotonou, ont entraîné des perturbations au niveau de la faune vivant dans ces lagunes et une chute de la production de la pêche qui est passée, en quelques années, de 12 000 à 6 000-8 000 t.

Ces lagunes se situent à proximité des deux principaux centres urbains, donc de consommation de poissons, du Bénin : Cotonou et Porto Novo, et du Nigéria, grand importateur de produits vivriers.

Ces lagunes sont habitées par des populations palustres (maisons sur pilotis) avec des pêcheurs professionnels très performants, pratiquant une forme de pêche qui s'apparente à l'aquaculture (acadjas) par le fait qu'elle nécessite des investissements (branchages), une gestion du stock de poissons par des pêches périodiques et programmées, et une gestion financière des recettes pour le renouvellement des investissements et la répartition des bénéfices.

On note la présence de sous-produits agricoles et agro-industriels à Cotonou : son de blé et de riz, drèches de brasseries, tourteau d'arachide et de coton, farine de poisson.

Investissements/structures d'élevage

Les différents essais d'élevage en enclos ont permis la mise au point d'une technologie des structures d'élevage simple et bien adaptée :

- ° superficie individuelle de 500 m² (14 x 36 m) et enclos séparés les uns des autres (3 m environ) permettant un accès facile sur tout leur pourtour;
- ° usage de filets lourds (210/48, mailles de 14 mm, montage à 71 %, 160 mailles de chute);
- ° piquets de soutien en bambou, espacés de 2 m; ralingue supérieure fixée, 0,80 m au-dessus du niveau d'étiage du lac, à des rachis de palmier fixés horizontalement aux piquets de bambou; ralingue inférieure enterrée à 0,50 m de profondeur dans un sillon creusé dans la vase au moyen d'une motopompe;
- ° couverture de l'enclos par un filet léger et implantation de branchages (identiques à ceux des acadjas) dans les enclos pour favoriser le développement de plancton et de périphyton et réduire les vols (lancement de l'épervier impossible).

Le coût d'un enclos de 500 m² est de 350 000 F CFA.

Technique d'élevage (Morissens et al. 1986)

Contrainte Nécessité de s'adapter aux variations du milieu du lac Nokoué et de la lagune de Porto Novo, à savoir essentiellement la salinité (qui varie de 0 à 18-24 ‰, selon les sites et les années) et la crue/étiage du cours d'eau qui s'y jette (Ouémé).

Technique d'élevage (Morissens 1985, 1986; Morissens et al. 1986) Mise en charge des enclos avec des fingerlings de Tilapia nilotica, souche Bouaké (15 g), non sexés, produits en stations d'alevinage (étangs sur nappe phréatique). D'autres espèces ont été testées : T. mossambica a une vitesse de croissance faible, T. hornorum a une mauvaise survie, et l'hybride T. mossambica F x T. nilotica M donne des résultats encourageants en cours de testage.

La mise en charge doit être effectuée lorsque la salinité est inférieure à 10 ‰, c'est-à-dire entre août et janvier.

Les densités de mise en charge varient de 15 à 25 poissons/m³.

Aliment Composition : aliment 1, 30 % de tourteau d'arachide ou de coton + 23 % de son de blé + 20 % de drêche de brasserie + 15 % de farine de poisson + 10 % de fiente de poulet + 2 % de coquilles d'huîtres + 0,25 % de C.M.V. (35 % de protéines dont 25 % d'origine animale). Aliment 2, 20 % de tourteau d'arachide + 45 % de drêche de brasserie + 25 % de son de blé + 10 % de farine de poisson (36 % de protéines dont 20 % d'origine animale).

Résultats techniques Les résultats de production de T. nilotica de taille marchande en enclos (Bénin) sont résumés au Tableau 6.

Les densités les plus élevées fournissent les meilleurs rendements mais posent, dans certains cas, des problèmes pathologiques (bactérioses) et ont, de ce fait, été abandonnées au profit des plus faibles (15/m²) dans les zones à salinité élevée.

L'utilisation d'un aliment pulvérulent entraîne une augmentation du QN mais peut se justifier par sa simplicité d'utilisation (lorsqu'il n'y a pas de granulatrice, par exemple) et la différence de QN est compensée par le coût de la granulation.

Ce type d'élevage ne permet la réalisation que d'un cycle par an du fait des contraintes liées à la période de mise en charge (salinité).

Résultats économiques

On trouvera au Tableau 7 le compte d'exploitation d'un enclos de 500 m² au Bénin.

Tableau 6. Résultats de production de *Tilapia nilotica* de taille marchande en enclos (Bénin).

	Aliment 1			Aliment 2
	Granulé ^a	Granulé	Poudre	Granulé
Densité d'élevage (individus/m ²)	25	15	25	25
Durée d'élevage (jours)	226	225	225	282
Poids moyen individuel initial (g)	12,8	16,0	17,8	18
Poids moyen individuel final (g)	229,6	200,5	168,0	200
Taux de survie (%)	68,4	76,6	77,4	68
Croissance journalière individuelle (g/jour)	0,91	0,82	0,67	0,64
Quotient nutritif (QN)	4,0	4,1	4,6	2,9
Rendement (kg/m ² par cycle)	3,62	2,15	2,87	3,1

^a Résultats techniques retenus pour l'analyse économique.

Tableau 7. Compte d'exploitation d'un enclos de 500 m² (Bénin).

	Par enclos 500 m (F CFA)	Par kg de poisson (F CFA)	Répartition des charges (%)
Charges			
Charges fixes			
Amortissement, enclos (4 ans)	87 000	44	8
Amortissement, petit matériel	30 000	15	3
Entretien de l'enclos	20 000	10	2
Total	137 500	69	13
Charges variables			
Alevinage (12 800 x 15 F)	192 000	96	18
Aliments (1 900 x 4 x 90 F)	684 000	342	64
Transport (alevins, ali- ments, poisson marchand)	50 000	25	5
Total	926 000	463	87
Total des charges	1 063 500	532	100
Recettes (2 000 x 650 F)	1 300 000	650	
Marge bénéficiaire	236 500	118	

Taux de rentabilité de l'investissement : 53,5 %
Valorisation de la journée de travail : 4 300 F

Conclusions et perspectives en matière de développement de l'aquaculture en Afrique

Sur le plan de l'espèce d'élevage, Tilapia nilotica apparaît comme étant parfaitement adapté aux élevages en eau douce, mais des travaux restent à faire concernant la recherche d'une espèce (ou souche, hybride, etc.) résistante au milieu saumâtre lorsque la salinité excède 15 ‰.

Sur le plan de l'investissement (infrastructures d'élevage), l'étang est la structure qui présente le moins de souplesse pour différentes raisons : nombre de sites favorables limité en zone subtropicale (dont le principal facteur limitant est l'eau); infrastructures relativement lourdes de mise en oeuvre et coûteuses si elles sont comptabilisées en totalité; amortissement sur une longue durée qui pose le problème du financement de l'investissement et donc du crédit, aucun frais financier n'ayant été pris en compte dans les calculs économiques. L'étang est la structure d'élevage qui fournit le taux de rentabilité de l'investissement le plus faible (18 % contre 48 et 53 % pour les cages et enclos), et où la proportion de charges fixes est la plus élevée. Cependant, l'étang convient très bien à de nombreuses situations dans lesquelles il peut s'intégrer : aménagements hydro-agricoles, élevages associés (dans ce cas, les coûts d'alimentation sont nuls) et, bien sûr, partout où l'eau est disponible en quantité (avec une topographie acceptable).

Par ailleurs, les étangs sont des structures mieux adaptées pour la production d'alevins et de fingerlings que des bassins en béton par exemple (possibilité d'y stimuler l'alimentation naturelle des poissons).

Sur le plan de la gestion de l'élevage, l'étang est la structure qui offre le plus de sécurité, de souplesse et de simplicité dans la mise en oeuvre des techniques d'élevage du fait, entre autres, qu'une partie de l'alimentation des poissons (plancton, benthos) est produite in situ par stimulation de la chaîne alimentaire (fertilisation volontaire ou recyclage des aliments non consommés et fèces des poissons). Les élevages en enclos et en cages sont plus rigides quant aux techniques mises en oeuvre, plus délicats à mener, plus rigoureux à gérer (aliments, principalement) et plus risqués : risque d'ordre pathologique, vols plus faciles, dérive du QN (perte d'aliment hors de l'enceinte d'élevage, etc.).

Sur le plan logistique, outre l'encadrement qui, pour une activité nouvelle comme la pisciculture sur le continent africain, est indispensable quelle que soit la technique développée, les cages et les enclos sont entièrement dépendants des structures d'appui extérieures pour l'approvisionnement en alevins/fingerlings et en aliments composés granulés (problème de la disponibilité en sous-produits agricoles, en quantité et en qualité). Les étangs, quant à eux, peuvent s'accommoder d'un aliment simple distribué en vrac et peuvent produire des alevins et des fingerlings. Les

calculs économiques montrent la prépondérance des coûts liés à l'alimentation dans les enclos et dans les cages et, dans une moindre mesure, dans les étangs.

Sur le plan du développement, l'expérience des différents projets fait apparaître clairement une attirance spontanée des aquaculteurs potentiels plus marquée pour les structures d'élevage de type enclos/cage que pour les étangs. Outre la notion de rentabilité de l'investissement et de valorisation du temps de travail, s'ajoute le fait que les enclos et les cages concernent généralement des populations de pêcheurs (Bénin, Niger) traditionnellement plus dynamiques que les populations strictement paysannes qui nécessitent un travail de sensibilisation et de suivi plus important. Il apparaît également et ce, dans tous les systèmes d'élevage, que le rendement (donc la technicité de l'aquaculteur) doit être supérieur à un minimum, à fixer dans chaque situation, pour garantir la rentabilité de l'activité; cette notion est particulièrement importante pour les étangs où un faible rendement, même s'il ne conduit pas à une perte financière, risque de décourager, à terme, l'aquaculteur.

Sur le plan économique, l'étang fournit (hors les frais financiers et toutes choses égales par ailleurs) le poisson au plus faible prix de revient et, à ce titre, convient parfaitement aux populations rurales, moins riches que les populations urbaines auxquelles s'adressent, jusqu'à présent, les produits des élevages hors-sol.

Sur le plan de la stratégie pour l'avenir, il apparaît que :

- ° à chaque environnement, au sens large, doit correspondre une (ou des) technique d'élevage adaptée;
- ° il convient d'être vigilant sur les conditions de transfert d'une technique d'une région à une autre;
- ° l'aquaculture doit être une spéculation et, à ce titre, présenter une rentabilité dont le niveau minimum est à fixer dans chaque situation;
- ° dans un premier temps, il n'est pas systématiquement nécessaire que l'aquaculture constitue la seule activité (donc la seule source de revenu) pour celui qui la pratique à la dimension artisanale étudiée ici. La place de l'aquaculture dans l'emploi du temps de l'opérateur (paysan, pêcheur, etc.) devra être bien adaptée à chaque population-cible.

Formulations de thèmes de recherche

Les résultats de la recherche menée jusqu'à présent sur les tilapias ainsi que l'expérience de nombreuses opérations de recherche/développement de l'aquaculture du tilapia dans les pays

tropicaux (dont ceux exposés ci-dessus n'en sont que des exemples tout à fait ponctuels, récents, ou en cours de réalisation) amènent à formuler un certain nombre d'interrogations qui sont autant de freins au développement de l'aquaculture du tilapia dans les PVD et des thèmes de recherche pour l'avenir.

On se limitera ici aux disciplines biologiques sans viser, bien entendu, l'exhaustivité.

Génétique

Caractérisation

Un premier problème à résoudre semble être la caractérisation des souches de tilapia utilisées en pisciculture. Depuis une vingtaine d'années, on a démontré une grande diversité de réponses des différentes populations d'une même espèce vis-à-vis d'un certain nombre de caractéristiques biologiques fondamentales en aquaculture : prolificité, vitesse de croissance, QN, aptitude à l'hybridation, etc. En d'autres termes, l'animal sur lequel le pisciculteur travaille a-t-il des caractéristiques génétiques telles que leur variabilité risque de mettre en cause ou d'altérer la fiabilité des systèmes d'élevage mis au point ?

Une illustration de cette interrogation est fournie par la disparité des performances d'élevage enregistrées dans deux structures d'élevage identiques placées rigoureusement dans les mêmes conditions, à partir d'un stock homogène de fingerlings prélevés dans le même étang de prégrossissement divisé en deux.

Gestion des géniteurs

Les questions qui se posent à ce niveau sont les suivantes :

- ° Sur quelles bases doit-on effectuer le renouvellement du stock de géniteurs ?
- ° Quels sont les risques de dégénérescence (et les critères d'évaluation de cette dégénérescence) des descendances issues des géniteurs, en particulier, si celles-ci sont destinées à des systèmes d'élevage différents ?

Amélioration

Quelles sont les voies «réalistes» pour améliorer les espèces de tilapia utilisées en pisciculture ? L'amélioration devrait, semble-t-il, viser :

- ° le contrôle du sexe (élevages monosexes, poissons stériles, etc.);
- ° une meilleure résistance aux maladies;
- ° des capacités d'adaptation à certains milieux marginaux (salinité, température, turbidité, etc.);

- ° des performances de croissance améliorées à la fois pour des systèmes d'élevage performants (alimentation équilibrée, conditions de milieu optimales, etc.) et des systèmes plus marginaux et rustiques.

Physiologie et éthologie de la reproduction

Dans ce domaine, les voies à explorer semblent être les suivantes :

- ° étude des comportements reproducteurs (nidification, incubation buccale, agressivité, etc.), afin de pouvoir considérer leur modification;
- ° étude de la variation des comportements reproducteurs selon les différentes structures d'élevage;
- ° étude du déterminisme de la puberté;
- ° étude des facteurs agissant sur le déterminisme du sexe : physiologiques, génétiques, environnementaux (température, salinité, mortalités différentielles, etc.);
- ° étude de la variabilité de la prolificité selon certains croisements inter ou intraspécifiques.

Physiologie de la croissance

Dans ce domaine, les mécanismes intimes restent encore mal connus. Parmi les questions non ou mal résolues, et d'importance capitale pour l'aquaculture, figure la compréhension des mécanismes induisant les différences de croissance entre mâles et femelles (selon les genres et les espèces) et l'âge à partir duquel elles se manifestent.

Physiologie de l'adaptation

La compréhension des mécanismes de l'adaptation des tilapias à différents milieux et surtout aux variations des caractéristiques du milieu permettrait de progresser dans la maîtrise des techniques d'élevage en structures placées en milieu ouvert et subissant des variations de température, de salinité, de turbidité, ou autre.

Nutrition

Les applications aquacoles des recherches menées dans ce domaine sont, bien entendu, considérables. Parmi les thèmes de recherche à envisager, on peut citer les suivants :

- ° Étude de la valeur alimentaire des différents sous-produits agricoles et agro-industriels disponibles localement, impliquant une étude aussi exhaustive que possible de leur digestibilité, par les différentes espèces de tilapia d'élevage.

- ° Rôle des vitamines et évaluation de la nécessité de les incorporer dans les aliments pour tilapia (compte tenu notamment de leur durée de vie limitée sous les tropiques et de la nécessité de les importer).
- ° Étude du rôle de la présentation de l'aliment sur les performances (poudre, granulé, pâte, etc.) et dimension des particules alimentaires.
- ° Rationnement des poissons : en particulier, au niveau de la précision des rations alimentaires pour lesquelles des normes générales sont utilisées; et la précision des besoins de croissance et d'entretien en fonction des paramètres du poisson lui-même et des facteurs de l'environnement.
- ° Simulations en vue de l'optimisation des facteurs coût/performances de l'aliment.
- ° Un problème essentiel qui se pose en zone tropicale concerne la conservation des sous-produits agricoles destinés à la fabrication d'aliments pour poissons et la détermination des seuils de toxicité (aflatoxine, rancissement des matières grasses, etc.).

L'approche du travail concernant la nutrition sera différente selon qu'il s'agit d'élevages hors sol (cages, enclos, raceways) ou d'élevages en étangs. Dans ce dernier cas, les problèmes concernent les réseaux trophiques, l'effet secondaire des aliments non consommés directement par les poissons d'élevage et le rôle des fèces, l'importance de l'interface vase/eau, et le rôle fertilisant de différents composts.

Pathologie

Les problèmes dans ce domaine se posent surtout en élevage intensif et, à l'heure actuelle, essentiellement en milieu lagunaire et en milieu ouvert, qui correspondent, par ailleurs, aux systèmes d'élevage qui rencontrent le plus de succès auprès des opérateurs privés.

La solution préventive par une bonne gestion écosanitaire des élevages est, bien entendu, privilégiée. Il n'en reste pas moins que le problème crucial du diagnostic, en cas d'apparition de maladies, demeure le suivant : À quoi imputer les dégâts observés ? À l'environnement ? À la gestion de l'élevage ?

Références

Lazard, J. 1980. Le développement de la pisciculture intensive en Côte d'Ivoire. Exemple de la ferme piscicole pilote de Natio-Kobadara (Korhogo). Notes et documents sur la pêche et la pisciculture, 21, 1-44. Bois et forêts des tropiques, 190, 45-66.

- 1984. L'élevage du tilapia en Afrique. Données techniques sur sa pisciculture en étangs. Bois et forêts des tropiques, 206, 33-50.
- 1986. La pisciculture, outil de développement. Exemple de la Côte d'Ivoire. Dynamique des systèmes agraires, Colloques et séminaires ORSTOM, p. 109-139.
- Morissens, P. 1985. Projet de développement de la pisciculture au Bénin. Rapport annuel 1984. Doc. roneo., CTFT, Nogent-sur-Marne. 17 p.
- 1986. Projet de développement de la pisciculture au Bénin. Rapport annuel 1985. Doc. roneo., CTFT, Nogent-sur-Marne. 23 p.
- Morissens, P., Roche, P., Aglinglo, C. 1986. La pisciculture intensive en enclos dans les grandes lagunes du Sud-Est Bénin. Bois et forêts des tropiques, 213.
- Nash, C. 1987. Future economic outlook for aquaculture and related assistance needs. FAO, ADCP/REP/87/25, Rome. 14 p.
- Parrel, P., Ali, I., Lazard, J. 1986. Le développement de l'aquaculture au Niger : un exemple d'élevage de Tilapia en zone sahélienne. Bois et forêts des tropiques, 212, 71-94.
- Satia, B. 1988. Doc. FAO/ADCP. (En cours de publication)