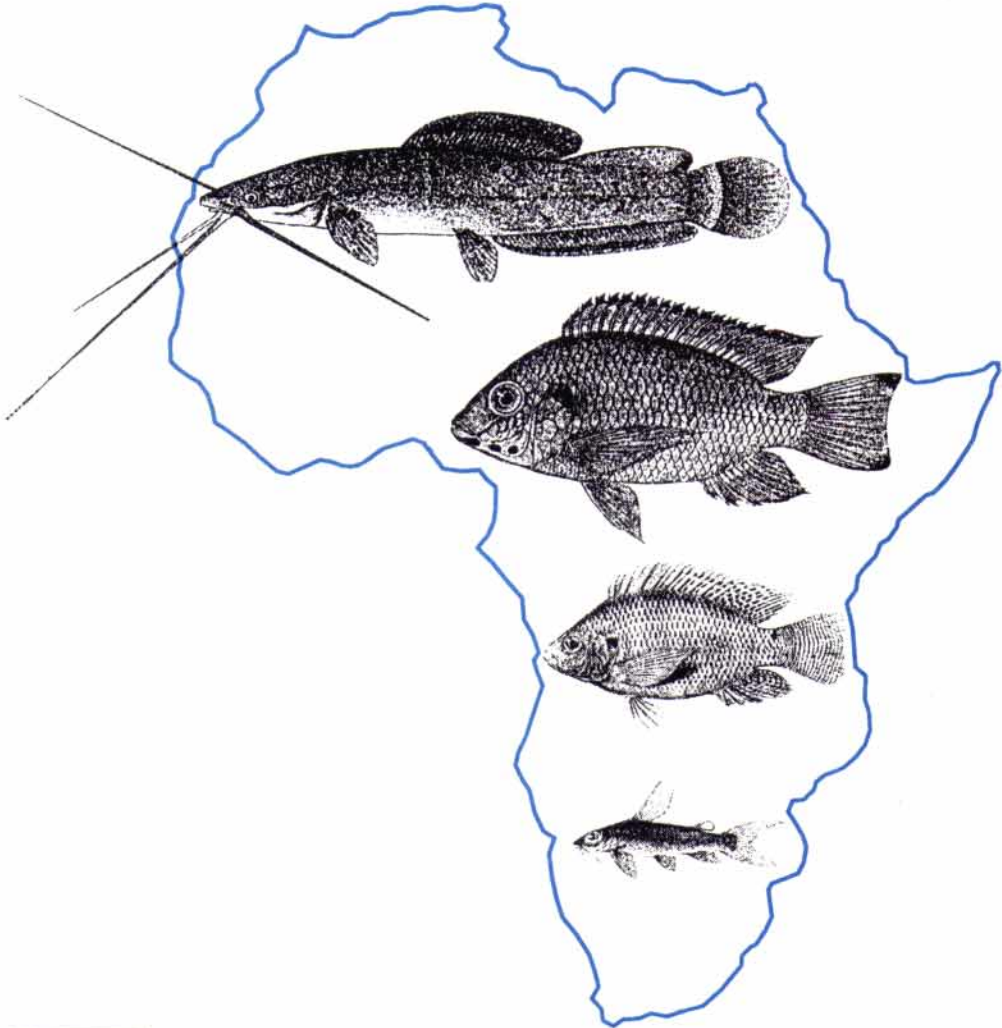


ATELIER

BIODIVERSITÉ ET AQUACULTURE EN AFRIQUE

ABIDJAN 21/25 NOVEMBRE 1994



CRO
CENTRE DE RECHERCHES
OCÉANOGRAPHIQUES
ABIDJAN



UNION EUROPÉENNE

ORSTOM

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

COMPTES RENDUS
de l'atelier
BIODIVERSITE ET AQUACULTURE

Abidjan 21/25 novembre 1994

Editeur Scientifique

Jean François Agnès

Sommaire

Introduction. Agnès J. F. (pp: 3-4).

L'aquaculture du Silure *Heterobranchus longifilis* Valenciennes, 1840, en Côte d'Ivoire : bilan et perspectives. Otémé J. Z (pp: 5-11)

Acadja comme système d'amélioration de productivité aquatique. Hem S et J. B. L. F. Avit (pp: 12-20)

L'aquaculture du Mâchoiron (*Chrysichthys nigrodigitatus*, (Lacépède, 1803)) en Côte d'Ivoire : Un exemple de recherche pour le développement. Hem S. et J. Nunez-Rodriguez (pp: 21-23)

La pisciculture du tilapia en Côte d'Ivoire. Cisse A. et S.K. Da Costa (pp: 24-33)

Induction de la maturation ovocytaire et de la ponte en Aquaculture. Nunez. Rodriguez J. (pp: 34-38)

Les problèmes de pathologie liés aux importations et aux transferts d'espèces. Poirier A. (pp: 39-43)

Etude des parasites de Cichlidae d'Afrique de l'Ouest. Pariselle A. (pp: 44-52)

Principes et analyse des données de l'électrophorèse des protéines enzymatiques. Agnès J. F. (pp: 53-59)

Différenciation génétique des populations de *Chrysichthys nigrodigitatus* (Lacépède, 1803). Gourène B., et J. F. Agnès (pp: 60-65)

Différenciation génétique des populations de *Sarotherodon melanotheron*, Rüppell, 1853. Pouyaud L., et J. F. Agnès (pp: 66-72)

Comparaisons des performances de croissance en milieu lagunaire de trois populations génétiquement différenciées de *Sarotherodon melanotheron*, originaires du Sénégal, de la Côte d'Ivoire et du Congo. Gilles S. (pp: 73-79)

Différenciation morphologique et méristique des populations de *Chrysichthys nigrodigitatus* (Lacépède, 1803). Hanssens M. M. et G. G. Teugels (pp:80-83)

Différenciation morphométrique de 8 populations de *Sarotherodon melanotheron* Rüppell, 1852 (Cichlidae) Teugels G. G. et M. M. Hanssens (pp: 84-90).

Différenciation génétique de vingt populations d'*Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). B. Gourène et J. F. Agnèse (pp:91-96)

Différenciation génétique des populations de *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) et *Clarias anguillaris* (Linnaeus, 1758). Volckaert F., Peter Galbusera et René Guyomard (pp: 97-100)

Références citées (pp:101-112)

Liste des participants. (pp: 113-115)

INTRODUCTION

Cet atelier a pour origine une réunion à mi-parcours du programme GENETICS. Le programme GENETICS (pour GENETic Investigations on Cichlids and Siluriforms) est financé par la Communauté Européenne (n° ERBTS3*CT920079).

Les recherches menées lors de ce programme concernent les espèces de poissons les plus utilisées (ou les plus prometteuses) en pisciculture ouest-africaine : les tilapias (*Sarotherodon melanotheron*, *Oreochromis niloticus*), et les Siluriformes (*Clarias gariepinus*, *Heterobranchus longifilis*, *Chrysichthys nigrodigitatus*).

Les travaux de recherches peuvent être répartis en trois groupes :

-1- les travaux de génétique moléculaire; étude du polymorphisme des protéines enzymatiques par électrophorèse (travaux confiés au Dr. Guyomard de l'INRA à Jouy en Josas en France sur les Clarias, et au CRO d'Abidjan pour les autres espèces), étude des variations de certaines régions de l'ADN mitochondrial (même répartition que précédemment entre l'INRA et le CRO), recherche au sein du génome nucléaire de régions hypervariables (microsatellites) (travaux confiés au laboratoire du Dr. Bonhomme à Montpellier, pour les Cichlidae et au laboratoire du Dr. Zouros à Iraklion en Crète pour les Siluriformes);

-2- l'analyse morphométrique et méristique de toutes les espèces, effectuée par le Dr. Teugels du MRAC de Tervuren en Belgique;

-3- la comparaison des performances en élevage des échantillons des populations les plus différenciées sur le plan génétique, morphologique, confiée à l'équipe aquaculture du CRO d'Abidjan et à la station piscicole de l'IDESSA de Bouaké.

Les objectifs du programme GENETICS sont d'apporter des connaissances sur la diversité et les ressources génétiques des espèces de poissons intéressant la pisciculture en Afrique de l'Ouest, de contribuer, par une connaissance approfondie, à la préservation de ces ressources et enfin de les utiliser pour améliorer la production piscicole. Il est également du ressort de ce programme de transférer les connaissances acquises aux chercheurs africains et aux différents acteurs du développement.

Cette réunion ne devait donc durer qu'une seule journée, le temps à chaque représentant des équipes engagées de faire son rapport sur l'avancement du travail. Cependant, il m'est apparu important que chacun des participants, dont pour certains c'était le premier voyage en Afrique, ait une idée précise de ce qu'est l'aquaculture sur ce continent (historique, état d'avancement, problèmes spécifiques, perspectives). Pour cette raison, j'ai demandé à mes collègues ivoiriens de venir nous présenter divers aspects de cette aquaculture africaine, sans la prétention bien sûr d'en faire le tour.

Enfin, ce programme, comme vous le verrez, s'est largement servi des ressources naturelles d'un assez grand nombre de pays d'Afrique (Sénégal, Mali, Guinée, Niger, Côte d'Ivoire, Ghana, Bénin, Cameroun, Congo, Tchad, Egypte, Kenya, Ouganda, Ethiopie). Il est normal que l'information reparte dans ces pays. C'est la raison pour laquelle j'ai tenu à ce que des chercheurs africains autres que ceux de Côte d'Ivoire soient associés à cet atelier.

Sans vouloir anticiper sur les exposés ou les discussions qui viendront, je voudrais souligner plusieurs points. Certes, il semble que l'avenir de la pisciculture en Afrique ne soit pas dépendante uniquement de nos connaissances biologiques sur les

espèces. Par exemple, l'Afrique accuse un retard certain par rapport aux pays d'Asie en ce qui concerne l'élevage des tilapias pourtant originaires du continent africain. Les problèmes sont plus liés à des facteurs humains au sens très large, qu'à des facteurs biologiques. Dans ces conditions, quelle peut être la place de ce programme? Tout d'abord, lorsque les problèmes sociaux-économiques seront résolus ou en passe de l'être, on aura alors besoin d'accroître nos connaissances fondamentales sur ces espèces pour progresser. Par exemple, un vaste programme de comparaison de souches est en train d'être effectué par l'ICLARM aux Philippines sur des populations d'*O. niloticus* d'origines différentes (programme GIFT, Genetic Improvement of Farmed Tilapias). Mais, si l'on attend ce moment là, c'est-à-dire dans plusieurs dizaines d'années peut-être, il sera alors trop tard. Les réseaux hydrographiques africains sont en pleine transformation : barrages, assèchement, pollution, introduction intempestive d'espèces, surpêche, etc. Tous ces phénomènes altèrent profondément l'état des ressources biologiques de l'Afrique. Pour chaque espèce intéressant l'aquaculture, on trouve aujourd'hui des populations naturelles peu ou pas affectées par l'homme. Mais pour combien de temps encore? Il est donc urgent de concentrer dès maintenant nos efforts sur cette diversité biologique, cette biodiversité, afin non seulement d'être en mesure de l'utiliser mais aussi de la protéger c'est-à-dire de la gérer.

C'est la raison pour laquelle j'ai intitulé cet atelier Biodiversité et Aquaculture. La biodiversité étant considérée ici comme l'ensemble des ressources biologiques et génétiques que nous pouvons domestiquer. C'est un capital qu'il nous revient de gérer au mieux, dès maintenant.

Jean François Agnèse
Coordinateur du programme GENETICS

L'aquaculture du Silure *Heterobranchus longifilis* Valenciennes, 1840, en Côte d'Ivoire : bilan et perspectives.

Josué Ziriga OTEME

Centre de Recherches Océanologique d'Abidjan, BP V 18, Côte d'Ivoire.

1. Introduction

D'une manière générale, l'aquaculture des Siluriformes et plus particulièrement des Clariidés se limite à leur utilisation en polyculture comme prédateurs dans les étangs de tilapias pour le contrôle de la population (Clay, 1977). A part quelques pays tels que le Nigéria et l'Afrique du Sud où la production aquacole des siluriformes est relativement importante, l'élevage de ces espèces reste encore à un stade embryonnaire. Outre *Clarias gariepinus* élevé depuis le début des années 70, d'autres espèces de Clariidés, principalement celles du genre *Heterobranchus*, sont apparues comme de bons candidats pour la pisciculture. Le démarrage récent de l'élevage de *Heterobranchus longifilis* a été permis par les recherches conduites en Côte d'Ivoire par le Centre de Recherches Océanologiques (CRO), recherches ayant abouti à la maîtrise de son cycle biologique en captivité au début des années 80. A partir des données relatives à l'ichtyofaune des lagunes ivoiriennes (Albaret, 1991), des espèces autochtones présentant un intérêt potentiel pour l'aquaculture ont été identifiées (Legendre et Albaret, 1984; Dia *et al.*, 1985). Sur la base des données biologiques et en tenant compte de la composante socio-économique, le Clariidé *Heterobranchus longifilis*, de même que le Clariidé *Chrysichthys nigrodigitatus* ont été sélectionnés pour faire l'objet d'études plus approfondies en vue de la maîtrise et l'optimisation de leur filière d'élevage (Hem *et al.*, 1991). Ainsi, on assiste depuis quelques années au développement de l'élevage de *Heterobranchus longifilis* en enclos lagunaires, et plus récemment en étangs.

Heterobranchus longifilis présente un grand potentiel pour la pisciculture du fait de sa forte croissance, de sa robustesse et de sa grande capacité à résister aux conditions hypoxiques. Ce poisson apprécié par les populations (Legendre, 1989), suscite un grand intérêt auprès des autorités de développement du fait de ses performances en élevage intensif (Legendre, 1983, 1986; Hem *et al.*, 1991; Legendre *et al.*, 1992; Lazard et Legendre, 1994; Otémé et Luquet, 1994). Le cycle d'élevage de *H. longifilis* a été maîtrisé au CRO en Côte d'Ivoire et une première évaluation des performances des hybrides *Heterobranchus longifilis* x *Clarias gariepinus* a été effectuée (Legendre, 1991).

L'aquaculture de cette espèce est encore au stade expérimental ou de validation en vraie grandeur. Son élevage en étangs continentaux, bien que présentement à un stade embryonnaire, connaît des résultats très encourageants avec des rendements de 60 à 80 t/ha/an pour des indices de consommation de 1,5 à 2.0 et une croissance de 6 à 10 g/j.

2. Elements de la biologie de *Heterobranchus longifilis*

PRESENTATION DE L'ESPECE

D'une manière générale, la biologie de *Heterobranchus longifilis* en milieu naturel reste mal connue. Quelques observations ont été effectuées dans les rivières Oubangui et Benoue (Micha, 1973) qui ont constitué les premiers points de repère.

L'étude de la biologie de cette espèce s'appuie sur les connaissances acquises chez un autre Clariidae, *Clarias gariepinus* beaucoup mieux connu et dont l'intérêt aquacole n'est plus à démontrer (Huisman et Richter, 1987). En effet, de nombreux arguments, morphologie, caryologie, polymorphisme enzymatique, ontogenie, fécondité et taille des oeufs, montrent la proximité de ces deux espèces et la similitude des grands traits de leur biologie (Teugels *et al.*, 1990 ; Teugels *et al.*, 1992a et 1992b ; Legendre et Teugels, 1991; Legendre *et al.*, 1992).

Teugels *et al.* (1990), en établissant la différence entre les genres *Clarias* et *Heterobranchus* ont identifié quatre espèces appartenant au genre *Heterobranchus*. Ce sont: *Heterobranchus bidorsalis* Geoffroy-Saint Hilaire, 1809; *Heterobranchus longifilis* Valenciennes, 1840; *Heterobranchus isopterus* Bleeker, 1863; *Heterobranchus boulengeri* pellegrin, 1922.

Heterobranchus longifilis se distingue des autres espèces du genre par la largeur des plaques dentaires vomériennes, par le pré-maxillaire, la tâche postérieure noirâtre de la nageoire adipeuse et la bande claire située à la base de la nageoire caudale (Teugels *et al.*, 1990).

Parmi les Clariidae, *Heterobranchus longifilis* atteint une taille maximale particulièrement élevée. Le plus gros spécimen capturé dans l'Oubangui mesure 1.500 mm pour un poids approximatif de 30 kg (Micha, 1973). D'après Daget et Iltis (1965), la taille maximale observée dans le bassin du Niger est de 930 mm pour un poids de 6,4 Kg. Au lac Kariba, Frank (1974) signale la capture d'un spécimen de 1.170 mm. L'espèce pourrait même atteindre jusqu'à 60 kg (Bell-Cross, 1976).

BIOGEOGRAPHIE

H. longifilis présente une aire de répartition très vaste qui couvre la quasi-totalité des fleuves et bassins fluviaux de l'Afrique inter-tropicale (Teugels *et al.*, 1990). En Côte d'Ivoire, cette espèce a été identifiée dans la plupart des bassins, ainsi qu'en lagune Ebrié où sa capture reste toutefois rare. Il s'agit d'une forme continentale qui ne colonise les eaux mixohaline que de façon occasionnelle (Daget et Iltis, 1965).

ALIMENTATION

H. longifilis est une espèce à régime omnivore (Bard *et al.*, 1976), qui semble toutefois montrer une préférence marquée pour les vertébrés et les insectes aussi bien terrestres que aquatiques (Micha, 1973). L'importance des vertébrés dans l'alimentation

de *H. longifilis* en milieu naturel, indique que cette espèce bien que poisson omnivore, présente une nette tendance carnassière. Les travaux de Kerdchuen (1992) ont permis de déterminer, en milieu d'élevage, les besoins et le comportement alimentaires de cette espèce à différents stades de son cycle de développement. Ce poisson accepte parfaitement l'aliment composé.

REPRODUCTION EN MILIEU NATUREL

Chez certaines populations naturelles de *H. longifilis*, la première maturité sexuelle apparaît plus tardivement. Elle intervient à l'âge de 2 ans dans le Niger moyen (Motwani, 1970) et pas avant 3 à 4 ans dans l'Oubangui (Micha, 1973). Une fois à maturité sexuelle, les femelles de *H. longifilis* sont toute l'année en état de se reproduire et les mâles sont également spermiant tout le long de l'année (Legendre, 1991). Toutefois, la saison des pluies correspond à la période de reproduction privilégiée de l'espèce en milieu naturel (Micha, 1973, Legendre, 1986).

CONTROLE DE LA REPRODUCTION EN CAPTIVITE

L'approvisionnement des élevages en alevins et en juvéniles de *Heterobranchus longifilis* constitue encore un goulot d'étranglement, étant donné que cette espèce ne se reproduit pas spontanément en captivité. En effet, en conditions d'élevage, le développement des ovaires chez les femelles se réalise complètement. Dès l'âge de la maturité sexuelle (12 mois), ces femelles présentent en permanence des ovaires développés et la distribution de fréquence en taille des ovocytes est toujours plus ou moins la même. On observe des ovocytes à tous les stades de développement et une importante accumulation d'ovocytes en fin de vitellogénèse. Toutefois, ni la maturation finale des ovocytes, ni l'ovulation n'interviennent spontanément. En l'absence donc de stimuli naturels, on utilise la gonadotropine chorionique humaine (HCG). Cette hormone, utilisée à la dose de 1,5 UI par kg de femelle permet d'induire la maturation ovocytaire et l'ovulation. Le choix de cette hormone est dictée par sa conservation facile et sa grande accessibilité.

La reproduction de *H. longifilis* peut être obtenue en conditions semi-naturelles avec des couples isolés en bassin de grand volume contenant des îlots de végétation aquatique (Séka, 1984), mais les résultats paraissent aléatoires et conduisent à de grandes pertes d'oeufs. La reproduction induite et la fécondation artificielle sont donc préférables afin d'exercer un meilleur contrôle sur toutes les phases de la production des larves. Ces techniques sont à présent bien maîtrisées (Legendre, 1986; Slembrouck et Legendre, 1988).

L'absence de reproduction spontanée de cette espèce en captivité peut donc être surmontée par un recours aux méthodes d'induction de l'ovulation et à la fécondation artificielle. Dans ce contexte, la forte fécondité de l'espèce (par ponte, en moyenne 28.000 ovocytes par kg de femelle de décembre à février et 68.000 ovocytes par kg de femelle de mai à juillet) est indéniablement une caractéristique très favorable pour

pouvoir disposer de larves en quantité importante à partir d'un stock de géniteurs d'effectif restreint (Legendre 1991).

Des résultats indiquent par ailleurs qu'après le traitement hormonal, une reprise rapide de l'ovogenèse s'effectue chez les femelles en captivité. Une étude portant sur la fréquence minimale d'induction répétée de l'ovulation chez une femelle donnée, permettant de conserver un bon niveau de fécondité et de qualité des ovules a montré que la reconstitution complète du stock des ovocytes postvitellogéniques s'effectue au bout de 2 à 3 semaines (Otémé, non publié).

Il est donc possible de programmer et cela tout au long de l'année, la production simultanée de plusieurs centaines de milliers de larves à partir d'un nombre restreint de géniteurs. Toutefois, les techniques d'induction hormonale et de fécondation artificielle requièrent, pour être optimales, de disposer d'écloseries bien équipées et d'un personnel compétent.

3. Cycle d'élevage de *Heterobranchus longifilis*

Les premières observations sur *H. longifilis*, ont été conduites en élevage mixte avec des tilapias en étang (Micha, 1973). Ces observations en eau douce ont montré que la croissance de cette espèce est très rapide. Cependant, en raison de la non disponibilité d'alevins, des essais d'élevage en monoculture n'ont pas pu être réalisés.

En Côte d'Ivoire, les premiers essais d'élevage de *H. longifilis* ont été aussi menés en association avec des tilapias en enclos lagunaires (Legendre, 1983). Les résultats de ces essais ont montré que ce poisson, malgré son origine continentale, s'adapte bien au milieu oligo-mésohalin. Des essais d'élevage de ce poisson en monoculture ont été effectués et ses performances de croissance en lagune ont été évaluées (Legendre, 1987; 1991).

La filière d'élevage de *H. longifilis* telle que proposée par le Centre de Recherches Océanologiques se décompose en trois phases classiques qui sont l'alevinage avec élevage larvaire, le prégrossissement et le grossissement.

ELEVAGE LARVAIRE ET ALEVINAGE

Bien que le cycle complet du silure ait été réalisé intégralement à plusieurs reprises à la station de Layo, les taux de survie obtenus à l'issue des différentes tentatives d'élevage des larves et des alevins sont variables et généralement peu élevés (Legendre *et al.*, 1991). La phase cruciale se limite aux 3 premières semaines durant lesquelles le problème est de disposer d'une quantité suffisante de proies planctoniques adéquates tout en maintenant les alevins à l'abri de leurs prédateurs. Deux options d'élevage ont été testées à plus grande échelle :

- l'option intensive en écloserie. Cette option est celle qui répond probablement le mieux aux impératifs d'une production à grande échelle. Elle garantit une bonne survie larvaire allant de 60 à plus de 90 % (Legendre, 1991; Kerdchuen, 1992; Otémé et Gilles, 1994), mais son succès dépend avant tout d'un approvisionnement en proies adéquates

(*Artemia salina*) dont les oeufs sont importés (à des coûts très élevés) et d'une eau de bonne qualité. Elle nécessite par ailleurs un très bon niveau de technicité.

- l'option semi-intensive en étang, en bassin en béton ou en cages implantées en étangs. Le succès de cette méthode repose avant tout sur la possibilité de maintenir de fortes biomasses planctoniques dans les structures d'élevage. Elle constituera à terme une alternative moins onéreuse pour la production du silure mais son utilisation est conditionnée par une amélioration du taux de survie. Ce taux varie actuellement de 0 à 7 % pour les étangs et de 30 à 33 % pour les bassins en béton protégés par des filets pour prévenir la prédation par les larves d'odonates et les têtards, avec des larves de *H. longifilis* de 2 mg de poids moyen initial, après 3 semaines de suivi (Assouhan, 1992; Otémé, non publié).

PREGROSSISSEMENT

Le prégrossissement se réalise en étang comme en bassin en béton à une densité de mise en charge de 10 à 15 alevins par m². En complément des productions naturelles, un aliment composé titrant 40 % de protéines brutes sous forme de granulés est distribué à la ration journalière de 7 % de la biomasse. La durée de l'élevage est de 2 à 3 mois.

En fonction de la densité initiale, *H. longifilis* atteint en étang un poids moyen de 50 g à partir d'alevins de 0,1 g (Legendre, 1991). Les taux de survie sont généralement supérieurs à 60 % lorsque l'on peut maîtriser les facteurs de la mortalité que sont le cannibalisme et la prédation.

GROSSISSEMENT

Les premiers essais de grossissement réalisés à Layo sur *Heterobranchus longifilis* ont été menés simultanément en enclos, cage-enclos et en bassins. La densité de stockage pour le grossissement en enclos est de 20 poissons par m². Les poissons sont nourris avec des granulés contenant 35 % de protéines brutes et à raison de 5 % de la biomasse en début d'élevage puis à 3 % et 1 % de la biomasse dès que les poissons ont atteint les poids moyens de 100 et 500 g respectivement.

La croissance de *H. longifilis* en grossissement est très rapide et peu influencée par le type de structure d'élevage (Legendre, 1991). La durée du grossissement est de six mois et les poissons atteignent 600 g de poids moyen. Les besoins alimentaires notamment les besoins en protéines (Kerdchuen, 1992), de même que les stratégies d'alimentation (kerdchuen, 1992; Luquet *et al.*, 1994) ont été déterminées.

Des essais de grossissement ont été réalisés récemment en étangs d'eau douce. Les poissons ont atteint en moyenne 900 g en six mois à partir d'un poids moyen de 25 g. Ces résultats de croissance laissent entrevoir un vaste champ d'utilisation de *H. longifilis* pour la pisciculture ivoirienne, voire africaine.

4. Conclusions et perspectives

INTERET POUR L'ELEVAGE DE *H. longifilis*

Le potentiel aquacole de *Heterobranchus longifilis* est bien établi. De nombreuses caractéristiques favorables à une exploitation piscicole confèrent à cette espèce un avenir des plus prometteurs en tant que poisson d'élevage : potentiel de croissance remarquable (10 g.j^{-1}), grande robustesse, capacité à supporter des conditions hypoxiques grâce à son organe de respiration aérienne suprabranchial, régime alimentaire omnivore et bonne acceptation des aliments composés, reproduction quasi-continue, fécondité très élevée, bonne adaptabilité aux milieux saumâtres (Micha, 1973; Bard *et al.*, 1976; Legendre, 1983).

Heterobranchus longifilis est un poisson globalement bien apprécié du consommateur ivoirien, bien que faisant l'objet d'un interdit alimentaire chez une partie de la population (Legendre, 1989). Une demande spécifique formulée par les consommateurs, notamment des régions Nord et Ouest de la Côte d'Ivoire, a d'ailleurs conduit les pisciculteurs ruraux à exprimer le besoin de diversifier leur production actuellement limitée aux tilapias, en intégrant *H. longifilis* dans leurs élevages. Par ailleurs une station d'alevinage spécialisée dans la production d'alevins de *H. longifilis* est en création dans l'Ouest forestier. Dans le Sud-Est où le poisson paraît être légèrement moins apprécié, la proximité des grandes zones urbaines à population cosmopolite offre des possibilités commerciales importantes.

ELEVAGE LARVAIRE ET ALEVINAGE

Les techniques de reproduction contrôlées ainsi que la filière d'élevage de *H. longifilis* sont dans l'ensemble bien maîtrisées. Cependant, dans l'optique d'un transfert vers l'entreprise privée et particulièrement vers la paysannerie, les recherches doivent être poursuivies en vue d'améliorer les taux de survie larvaire qui constituent à l'heure actuelle la préoccupation majeure, particulièrement en étang, structure plus accessible en contexte paysan.

Les différents travaux en cours de réalisation ont pour objectif d'identifier les conditions environnementales optimales pour assurer un meilleur taux de survie des larves et des alevins avec une croissance satisfaisante; le but visé étant la mise au point d'une technique simple et fiable de production massive d'alevins de silure à moindre coût.

SPERMATOGENESE, INDUCTION DE LA SPERMATION ET CRYO-CONSERVATION DU SPERME

Chez les femelles de *H. longifilis*, les méthodes d'induction de l'ovulation et d'insémination artificielle des ovules sont à l'heure actuelle bien maîtrisées. Des gamètes peuvent être récoltés à la "demande" par massage abdominal après induction hormonale de l'ovulation. Cependant, l'impossibilité d'obtenir du sperme sans sacrifier le mâle

constitue une des limites pour l'optimisation de la filière d'élevage de l'espèce. Par ailleurs, aucun critère fiable pour le choix des individus à sacrifier n'a encore été défini. D'une manière générale, un mâle sur deux ou un mâle sur trois donne de la semence en quantité suffisante après sacrifice et dissection des testicules.

Il apparaît donc important de procéder au contrôle endocrinien de la spermiation afin d'obtenir du sperme par massage abdominal ou au mieux de réduire le nombre d'individus sacrifiés à chaque reproduction. Cette stimulation de la spermiation doit être accompagnée d'études histologiques et cytologiques afin de mieux connaître la physiologie de la reproduction chez ces mâles.

La mise au point, récemment au Centre de Recherches Océanologiques, de la technique de cryoconservation du sperme de *H. longifilis* offre de nouvelles perspectives dans le développement des recherches sur cette espèce. En effet, le pouvoir fécondant du sperme de *H. longifilis* n'est pas affecté par la cryoconservation. Ceci offre la possibilité non seulement de limiter le nombre de reproducteurs mâles sacrifiés à chaque reproduction, mais aussi de constituer une banque de gènes dans le but de limiter la consanguinité, de maintenir et si nécessaire d'améliorer la qualité des populations de cette espèce à travers des programmes de sélection génétiques.

Acadja comme système d'amélioration de productivité aquatique

Saurin Hem (1) et Jean. Baptiste L. F. Avit (2)

(1) ORSTOM, Centre de Recherches Océanologiques, BP V18, Abidjan, Côte d'Ivoire.

(2) Centre de Recherches Océanologiques, BP V18, Abidjan, Côte d'Ivoire.

Résumé

L'Acadja est une pratique de pêche traditionnelle au Bénin (une sorte de récif artificiel fait d'amas de fagots de branchages) capable de produire de 4 à 20 tonnes de poissons par hectare et par an. L'acadja est classé parmi les pêcheries les plus productives. Mais le besoin excessif des fagots de branchages incite à des défrichements abusifs des forêts environnantes, provoquant ainsi un impact écologique néfaste. De ce fait, le développement de l'acadja de cette manière, reste difficilement proposable pour des régions déjà touchées par les défrichements ou dépourvues de forêt. Le principe de l'acadja est incontestablement intéressant. Nos recherches contribuent donc à trouver de nouveaux substrats adéquats, le bambou en fait partie. Cette publication présente les premiers résultats comparés de productions entre les récifs en branchages et ceux faits de bambou. Tout b'abord il s'agit des expériences menées en lagunes côtières. Elles ont montré que les acadjas en bambous donnent aussi une forte productivité (4 à 8 tonnes/ha/an) en lagune. *Sarotherodon melanotheron* une espèce de Cichlidae, très prisée localement, représente 80% de la biomasse récoltée. Un recensement des autres espèces colonisant ce biotope a été fait. La forte production en lagune nous a amené à poursuivre les tests d'acadja en bambous en étang d'eau douce. Les résultats sont aussi convaincants que séduisants : une moyenne de production de 3,6 tonnes/ha/an a été obtenue sans avoir recours à la nourriture artificielle. L'espèce utilisée dans l'expérience est *Oreochromis niloticus*. La dynamique des populations des autres espèces telles que *Tilapia zillii*, *Parophiocephalus obscurus*, est analysée. Les résultats des autres expériences menées dans plusieurs sites ont permis de confirmer l'intérêt de la présence des substrats en bambous. Une moyenne de production de 2,5 à 3 tonnes/ha/an peut être encore améliorée. Si l'existence des bambous pose problème pour certaines régions, cela peut se résoudre par des créations des bambouseraies. Le bambou longtemps connu en Asie comme "bois des pauvres" doit faire l'objet à cette occasion d'une plus grande introduction en Afrique et il devrait être davantage utilisé à d'autres fins. Les propositions pour les recherches futures portées sur les suivis et la gestion de la qualité de l'eau devraient aider à mieux comprendre le mécanisme et les interactions du système (sédiment, sels nutritifs, récifs, production primaire,...). Les avantages et inconvénients sont largement discutés. Les recherches devraient aboutir à des procédés simples et faisables dans les brousses africaines. Il est évident qu'on ne peut pas développer des programmes visant à l'autosuffisance alimentaire sans passer par une autosuffisance technologique.

Introduction

L'aquaculture n'existe pas dans la tradition du continent africain. La tentative de son introduction, vers le milieu de l'époque coloniale (vers 1940 à 1950) s'inscrivait dans le cadre de recherches pour diversifier les sources de protéines animales destinées à l'autosuffisance alimentaire de la population rurale. Elle est liée à la découverte des performances aquacoles du groupe "Tilapia". De nombreux centres de recherche et de formation ont été créés (Satia, 1988). Des programmes de développement visant à promouvoir la pisciculture en milieu rural ont été élaborés. L'époque est aussi marquée par les mouvements de diffusion et de transfert de ce "poisson miracle" vers d'autres continents. L'élevage du "Tilapia" a connu très vite un progrès spectaculaire à travers le monde, la recherche ayant fortement contribué à ce développement. De nos jours, l'élevage des "tilapias" est devenu une véritable industrie pour certains pays asiatiques tels que Taïwan, les Philippines, Thaïlande, mais aussi dans d'autres pays comme Israël (Pullin, 1988).

Concernant l'Afrique, après 40 ans de tentatives, le bilan du développement sur l'ensemble du continent est peu satisfaisant : la pisciculture des "tilapia" reste bien marginale (Anonyme, 1976). Il s'agit de la pisciculture en étang d'eau douce donc en milieu fermé. Le mode d'élevage est de type semi-intensif avec l'alimentation pour poisson comme intrant principal de la production. Les démonstrations dans des stations de recherches et de production d'alevins en ont confirmé la faisabilité. Mais, transférée plus tard en milieu rural, cette pratique s'est heurtée à un certain nombre de contraintes (Lazard, 1986) : prolificité du tilapia entraînant l'apparition de nombreux poissons de petite taille, rendement faible par suite de la rupture ou l'abandon du nourrissage. Contrairement à la logique paysane africaine, la nécessité de nourrir les poissons reste toujours mal perçue et inadaptée dans un contexte rural où l'agriculture et l'élevage se pratiquent, pour la plupart, encore de manière extensive (agriculture sans apport de fertilisant, élevage en liberté, etc...). De cette inadaptation résultent des nombreux cas d'abandons notés en 1966 (Lazard, 1990 ; Hem et al., 1994).

Ces difficultés nous ont amené à choisir l'acadja au cours de nos recherches des sources potentielles de nourriture pour les poissons. Les travaux ont été menés depuis 1986 par le Centre de Recherches Océanologiques d'Abidjan. Les premiers résultats ont permis d'abord de mieux comprendre le principe de fonctionnement du système. Ils ont permis de prouver l'enrichissement de ce biotope (Hem et Avit, 1994). L'acadja est, sans doute, une source potentielle de nourriture pour les poissons. Les substrats en bambous identifiés dans le cadre de cette étude, sont plus séduisants que les branchages. Après l'avoir expérimenté en lagune, l'acadja en bambou a été récemment testé en étang d'eau douce. Les résultats, obtenus depuis 1990, provenant de plusieurs tests successifs, sont très encourageants et prometteurs. Ils seront présentés et discutés dans cet article.

Acadja du Bénin – bref rappel :

L'acadja est une appellation béninoise attribuée à une pêcherie collective traditionnelle pratiquée d'une manière intensive dans le Lac Nokoué (Bénin). C'est une

sorte de vaste récif artificiel, formé d'amas de branchages implanté en lagune dans des zones peu profondes. Cette installation favorise la concentration et la multiplication des poissons dans l'acadja. L'effet attractif s'explique, d'une part, par un développement de microfaune et de périphyton sur les récifs, source de nourriture substantielle pour les poissons, et d'autre part, par le rôle de refuge et d'abri de l'acadja. L'acadja crée un biotope favorable pour la biologie et l'éthologie d'une espèce colonisatrice : *Sarotherodon melanotheron*. Les observations de Gras (1958) suivies des études de Welcomme (1972) ont montré la forte capacité de production de ce système de pêche. Des productions variant de 4 à 20 tonnes/ha/an ont été rapportées. *Sarotherodon melanotheron* représente à chaque récolte plus de 75% de la biomasse récoltée. Cependant cette pêche enrichissante n'a pas que des avantages. L'exploitation excessive des espaces lagunaires par l'acadja a entraîné des effets néfastes sur l'environnement (défrichement des forêts, érosion des berges, pollution organique de la lagune). Le développement anarchique des acadjas a provoqué par ailleurs une dualité avec d'autres types d'exploitations tels que la navigation ou la pêche individuelle. Ce conflit social a entraîné l'interdiction de cette pratique en 1981 dans la région du Lac Ayémé, par les autorités locales béninoises (Pliya, 1980).

Acadja-enclos - expériences en Lagune de Côte d'Ivoire

Deux processus successifs expliqueraient l'enrichissement de l'acadja : il s'agit d'abord d'une migration des poissons du milieu naturel vers l'acadja suivie de l'accroissement de la production dans l'acadja où abonde la nourriture. L'objectif de cette première approche est d'estimer la part de la production *in situ* propre du système.

Pour cela, la première modification apportée à l'acadja traditionnel a été de l'entourer avec des filets de maille 14 mm d'où l'appellation distinctive de l'acadja-enclos. La structure enclos initialement installée pour l'aquaculture de *Chrysichthys nigrodigitatus* (Hem, 1982) s'est rapidement révélée comme une technique potentielle d'aquaculture extensive des tilapias en lagune. Deux expériences successives ont été menées entre 1984 et 1987 (Hem et Avit, 1994). Pour la première, les résultats des pêches, effectuées après 12 mois, montrent que l'enclos muni d'acadja en branchage conduit à une production de 80,5 kg de biomasse en poisson. L'expérience a montré aussi l'inconvénient de l'utilisation des branchages. Environ 70% des fagots de branchages utilisés ont été attaqués par des tarets, engendrant un important dépôt de débris organiques sur le fond. Cette expérience permet d'imaginer l'ampleur d'une pollution organique éventuelle dans le cas d'une pratique de grande envergure telle qu'au Bénin.

L'expérience suivante, menée de 1988 à 1991, avait pour but de trouver un autre type de substrat qui pourrait remplacer l'utilisation des fagots de branchages. L'acadja en bambou est ainsi né. Sous forme de cannes d'environ 1,50 m, les tiges de bambous sont piquées verticalement dans le sédiment. Les bambous, poussant sur les berges, ont une vitesse de renouvellement rapide et une durée de vie plus longue dans l'eau. Les essais ont été réalisés dans trois acadjas de 800 m² et un de 2500 m². Les tiges de bambous sont implantés avec une densité de 5 par m². Après douze mois, on a procédé à des récoltes totales : une production moyenne de 8,3 t/ha/an de poissons a été notée soit un rendement comparable à celui initialement observé lors de la première expérience. *S. melanotheron* occupe 80% de la biomasse. Cette espèce, s'avérant peu intéressante sur plan croissance

en élevage intensif en cage, a montré beaucoup d'intérêt en acadja-enclos (Legendre et al., 1989).

Les résultats des expériences sur les acadja menés en lagunes ont été exploités et présentés par Hem et Avit (1994). L'analyse des données et les discussions sur les recherches futures ont été abordées. La recherche sur les techniques de pêche dans l'acadja est sans doute un point prioritaire : les pêches sélectives successives par écrémage semblent a priori la technique la plus adaptée au cycle de reproduction de l'espèce *S. melanotheron*. Par le biais d'un tel mode d'exploitation, l'acadja s'identifie à une forme d'aménagement rationnel plutôt qu'à une forme de pêche de cueillette.

L'acadja-enclos en lagune se développe doucement mais prudemment en Côte d'Ivoire. En Lagune Aby (village Tiapoum) un demi hectare est en cours d'exploitation sous l'égide du projet FIDA (Fonds International pour le Développement Agricole). Une installation d'un acadja-enclos, à l'initiative d'un groupement de jeunes, est signalé en lagune Ebrié (village Abraco) et deux autres projets de réalisation sont enregistrés à Pass et à Grand Bassam,...C'est sur ces initiatives collectives et spontanées que doit se reposer un Développement durable de l'acadja-enclos en lagune.

Acadja en étang d'eau douce :

L'acadja-enclos, à mi-chemin entre l'aquaculture extensive et l'aménagement, semble très adapté au contexte socio-économique lagunaire. Les tests sur les acadjas en lagune ont fourni des résultats concluants. Il est donc jugé opportun d'entreprendre les mêmes expériences en étang de pisciculture rurale où l'approvisionnement en aliment artificiel est une difficulté réelle pour son développement.

L'étude a été réalisée d'abord dans des étangs du centre piscicole de la forêt du Banco, à proximité d'Abidjan. La manipulation expérimentale vise à comparer des biomasses provenant d'une part des étangs naturels sans structure et d'autre part des étangs munis d'acadja en bambous. Dans l'idée de mobiliser toutes les ressources disponibles sur place, une fertilisation supplémentaire à base de fientes de poulet a été ajoutée aux acadjas (Fig 1).

L'expérience a eu lieu dans 4 étangs de profondeur moyenne de 60 cm. Ces quatre étangs sont répartis en deux groupes : un premier groupe de deux étangs (392 m² et 288 m²), servant de témoins, fonctionnant de manière naturelle sans aménagement particulier et mêmes conditions qu'en pisciculture rurale. Un deuxième groupe de deux autres étangs (superficie 227 m² et 320 m²) servant de structures cibles. Ils sont munis de substrat en bambous à raison d'une densité de 6 bambous par m². Les bambous, environ 1,2 m de hauteur, sont fichés verticalement sur le fond. Ces étangs d'acadja recevaient en plus une fertilisation organique (fientes de poulet), à raison de 1 kg par m². Le mode de fertilisation, au lieu d'être fait selon la forme habituelle (de composte installé dans un coin de l'étang), elle est faite à partir des récifs : les fientes sont placées à l'intérieur des piquets de bambou au niveau des cloisons supérieures (Fig. 1). Ainsi on espère une meilleure diffusion des éléments nutritifs directement dans la zone photosynthétique.

Les étangs sont empoissonnés avec les alevins de *Oreochromis niloticus* d'un poids moyen de 5 grammes, sans sexage préalable. La densité de l'empoissonnement est de 2,5 poissons par m². Les poissons sont nourris en début d'expérience juste pendant la

période d'adaptation de trois mois. Pour le reste de l'expérience, soit pendant 9 mois, les poissons ont été livrés à eux-mêmes dans les étangs.

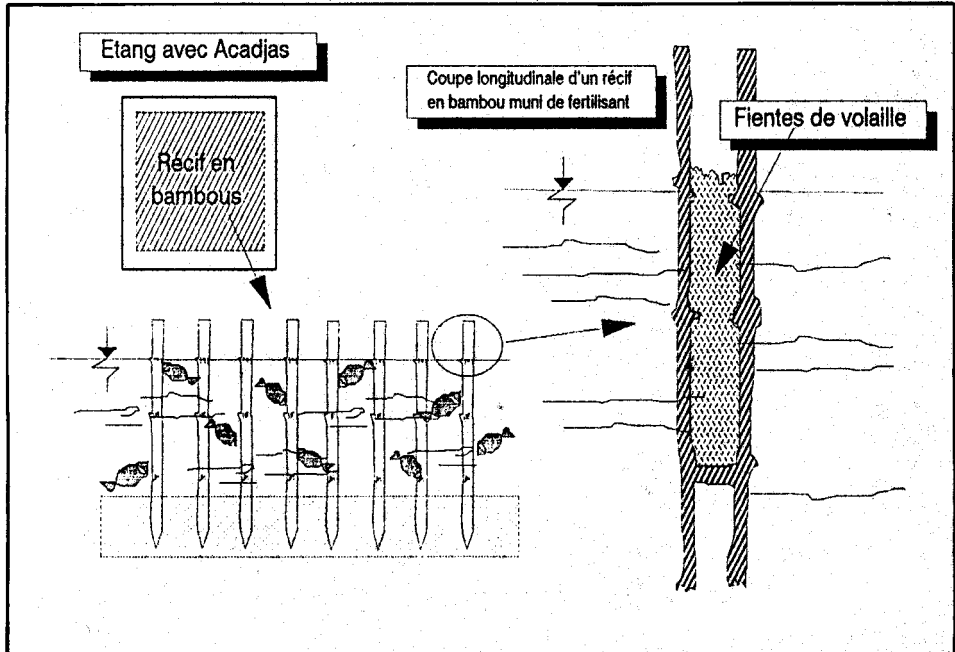


figure 1. Schéma d'un étang d'acanja avec fertilisation supplémentaire. Les fientes sont placés à l'intérieur des piquets de bambou au niveau des cloisons supérieures.

Après un cycle de 12 mois d'expérimentation, nous évaluons les biomasses de poissons produites dans ces quatre structures. Pour cela, nous avons pêché en utilisant une senne à poche de maillage 14 mm. Des pêches totales (par 4 coups de senne systématiques) ont été appliquées à chaque étang. Pour pouvoir pêcher dans les étangs à acadja, nous avons procédé à l'enlèvement de tous les piquets des étangs. Tous les poissons sont ainsi collectés et répertoriés. Les résultats sont présentés dans le tableau (Tab. I). Les caractéristiques liées à chaque étang (superficie, densité de bambous, mode de traitement) sont indiquées dans la partie supérieure du tableau. Les biomasses réellement récoltées sont présentées d'abord par espèces (*Oreochromis niloticus*, *Tilapia zillii*, *Paraphiocephalus obscurus* et les espèces diverses) puis en biomasses globales en additionnant toutes les espèces confondues. La différence des superficies des étangs ne permet pas de faire la comparaison de leur production brute.

tableau I. Comparaison des biomasses récoltées

Caractéristiques	Etangs témoins				Etangs à acadjas			
	Etang témoin		Replicat		Acadja		Replicat	
Superficie réelle des étangs (m ²)	392		288		227		320	
Densité de bambous par m ²	0		0		6		6	
Quantité de bambous par étang	0		0		1362		1920	
Quantité de fertilisant organique : (fientes de volailles)	0		0		200 Kg		300 kg	
Récoltes réelles par étang	Etang témoin		Replicat		Acadja		Replicat	
Biomasse par espèce :								
* <i>Oreochromis niloticus</i>	71.608		38.259		55.008		55.663	
* <i>Tilapia zillii</i>	1.145		1.600		34.849		30.424	
* <i>Ophiocephalus obscurus</i>	3.712		1.036		4.338		5.756	
* Divers					4.027		5.143	
Biomasse globale en kg par étang :	76.465		40.895		98.222		96.986	
Extrapolation sur 300 m²	Comparaison des biomasses							
Biomasse par espèce :								
* <i>Oreochromis niloticus</i>	54,802	94%	39,853	94%	72,698	56%	52,184	57%
* <i>Tilapia zillii</i>	0,876	1%	1,667	4%	46,056	35%	28,523	31%
* <i>Ophiocephalus obscurus</i>	2,841	5%	1,079	3%	5,733	4%	5,396	6%
* Divers					5,322	4%	4,822	5%
Biomasse comparée, extrapolée en kg par 300 m² et par an :	58,52		42,60		129,81		90,92	
	Témoin				Acadja			
Biomasse moyenne t./ha/an	1,68 tonnes				3,68 tonnes			

Pour que la comparaison soit possible nous avons procédé à une extrapolation de ces résultats pour une même superficie. Nous avons choisi la superficie de 300 m² comme base de comparaison car elle représente la moyenne des 4 surfaces d'étang. Les résultats sont par ailleurs illustrés par des diagrammes (Fig. 4) Nous pouvons remarquer que la production provenant des étangs à acadja est deux fois plus forte que celle collectée des étangs témoins (129,8 et 90,9 kg contre 58,5 kg et 42,6 kg).

L'examen de la composition des espèces a permis de mieux comprendre les effets des substrats sur la dynamique et les inter-relations entre les populations de poissons. Dans les étangs témoins on observe la prolifération de *Oreochromis niloticus* suivi de nanisme de plusieurs classes d'âge, phénomène classiquement observé dans les étangs ruraux. *O. niloticus* est l'espèce dominante qui représente 94% de la biomasse. Le *Tilapia zillii* et *Parophiocephalus obscurus*, rentrés naturellement par des canaux d'irrigation, sont présents mais n'excèdent pas 4%.

Dans les étangs à acadja, la physionomie des populations est très différente. on observe aussi la prolifération de *O. niloticus*, mais elle est limitée par la prédation. La présence des piquets de bambous semble avoir favorisé la prédation (à l'affût) de *P. obscurus* que l'on trouve plus important en terme de biomasse et en taille individuelle.

Tilapia zillii, introduit naturellement, présent de manière sporadique dans les témoins, se développe et occupe une place importante dans le biotope acadja (34% de biomasse contre 3% dans des étangs témoins). Ce développement de population s'explique par la présence des récifs en bambous qui sont particulièrement favorables au comportement de reproduction de ce cichlidé d'eau douce, qui pond et colle les oeufs sur substrat. Comme *O. niloticus*, la prolifération de *T. zillii*, semble limitée par la prédation de *P. obscurus*.

Ce premier essai sur l'acadja en étang présente un intérêt direct pour la pisciculture continentale. La pisciculture en milieu rural dont le développement a connu de nombreuses difficultés, cherche à s'orienter vers une forme nouvelle basée sur une technique de production simple et autonome. L'acadja semble être une des solutions possibles à ce problème. Grâce aux collaborations avec l' AFVP (Association Française des Volontaires du Progrès), deux acadjas en étang ont pu être testés et développés dans la région forestière du Centre Ouest de la Côte d'Ivoire (Gagnoa, Daloa). Les résultats sont très prometteurs. Ils ont une fois de plus montré le rôle de l'acadja dans l'amélioration de la productivité de l'étang. La simplicité de la technique et l'autonomie du fonctionnement du système acadja ont beaucoup de succès auprès des fermiers volontaires.

Des innovations ont été apportées à travers ce projet. Le modèle intégré, faisant associer acadja, son de riz et élevage du lapin, a donné un rendement en polyculture jusqu'à 8t/ha/an (Morissens *et al.*, 1991 et Anonyme, 1993). Contrairement à l'acadja-enclos en lagune, la possibilité de vidanger totalement les étangs facilite la pêche finale et par conséquent l'estimation de la production (Fig. 2).

Parallèlement à ces deux démonstrations qui sont directement menées chez les pisciculteurs, un programme de recherche a été mis en place à Bouaké (Centre de la Côte d'Ivoire) dans le cadre d'une collaboration entre le CRO, l'IDESSA et l'AFVP. Le but de l'expérience est d'examiner l'effet de l'acadja en comparant deux modèles : étang sans acadja fonctionnant uniquement avec nourrissage au son de riz et étangs à acadja associé au nourrissage au son de riz. Les résultats (avec repliquat) confirment la performance du modèle acadja associé au son de riz. On note sur ce modèle un rendement moyen de 2,7 à

2,8 t/ha/an, soit un rendement bien meilleur que celui fonctionnant uniquement au son de riz sans acadja (2,0 t/ha/an) et largement supérieur au rendement du modèle d'acadja seul sans nourrissage additionnel (0,55 t/ha/an).

A travers ces essais comparatifs, on peut confirmer le rôle favorable de l'acadja dans l'amélioration de la production des étangs. Autrement dit, l'acadja pourrait rendre la pisciculture en milieu rural plus productive et donc attractive et intéressante.

Cependant il faut noter que l'amélioration de la productivité de l'étang n'est pas due à l'acadja tout seul mais à des actions combinées avec des fertilisants.

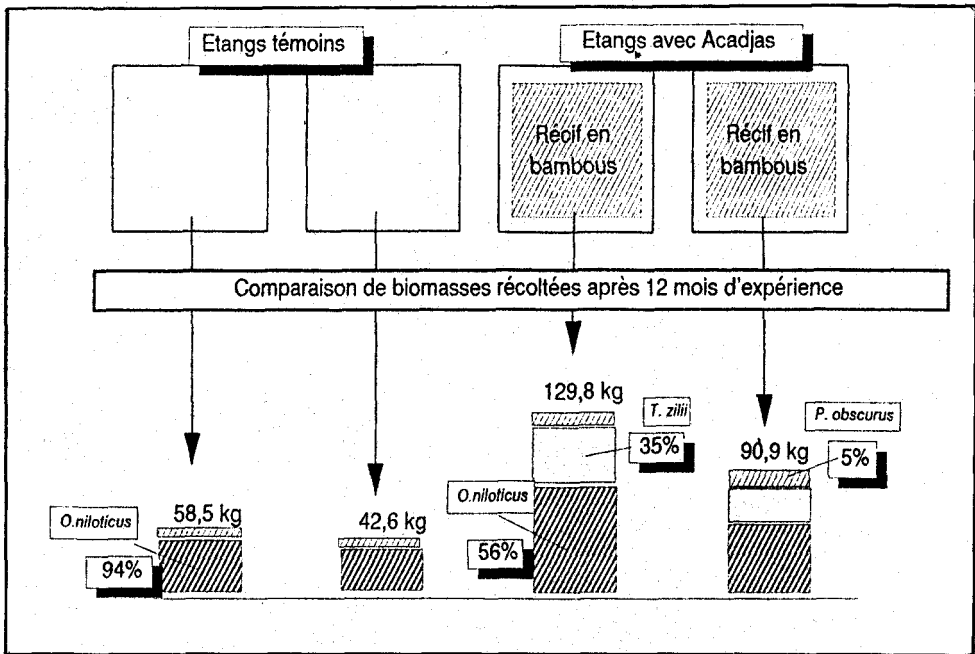


Figure 2. Diagrammes des productions provenant des deux groupes d'étangs, les témoins (sans acadja) et les étangs d'acadja (récif en bambous).

L'enrichissement résulte de la photosynthèse qui ne peut avoir lieu qu'en présence de sels nutritifs. La gestion de l'eau de l'étang est, par conséquent, étroitement liée à la production de l'acajou. Les pertes en eau par infiltration ou par surverse (par suite d'un étang mal construit ou d'une mauvaise gestion de l'eau) se traduisent par des pertes en fertilisants nutritifs, dont dépend la richesse de l'étang. Les recherches futures doivent donc se pencher sur la dynamique de l'étang et la gestion de l'eau.

La pénurie de bambous pose, peut être pour certains sites, le problème de réalisation d'acajous à l'heure actuelle. Mais elle ne doit pas être considérée comme un point de blocage. Cette pénurie pourrait être résolue par la création des bambouseraies à proximité de l'exploitation.

Conclusion

Comme dans tout secteur de production, que ce soit en agriculture ou en élevage, le degré d'autonomie du fonctionnement du système est l'un des critères clés qui contribuent au développement du secteur. L'autonomie du processus de production est, à notre sens, la capacité permettant d'assurer la production tout en restant dans la limite de ses propres moyens. En pays en voie de développement plus particulièrement en milieu rural, où la pauvreté est à la limite de la misère, le modèle de l'entreprise conventionnelle demeure encore pour longtemps inadapté. La force du travail (main d'oeuvre rurale) et les matières premières existantes sur place (bambous, son de riz, graminées pour lapins,...) restent le capital incontournable pour assurer un développement durable de la pisciculture rurale africaine.

L'aquaculture du Mâchoiron (*Chrysichthys nigrodigitatus*, (Lacépède, 1803)) en Côte d'Ivoire : Un exemple de recherche pour le développement

Saurin Hem, Jésus Nunez

ORSTOM, Centre de recherches océanologiques, BP V18, Abidjan, Côte d'Ivoire.

Introduction

L'aquaculture qui était une activité négligeable dans les années 50 atteint aujourd'hui une productivité significative d'environ 15% du total de la pêche mondiale. L'Afrique de l'Ouest est encore entièrement dépendante de la pêche pour son approvisionnement en poisson : delta du Niger, barrages, et surtout des ressources maritimes de la côte Mauritanienne et du golfe de Guinée. La croissance démographique d'une part et l'appauvrissement des ressources naturelles d'autre part pousse de plus en plus à la recherche de nouvelles sources renouvelables de nourriture. Il faut donc orienter l'activité de cueillette qu'est la pêche vers une forme d'aquaculture qui permette de réduire progressivement la dépendance des populations vis à vis du poisson d'origine marine ou continentale.

Le sud de la Côte d'Ivoire dispose de vastes zones lagunaires très exploitées par la pêche artisanale dont le rendement diminue sensiblement d'année en année. Quelques espèces de grande valeur économique ont été largement surexploitées au cours des dernières décennies. Parmi ces espèces le mâchoiron est devenu rare. De ce fait les recherches sur sa biologie en vue de développer son élevage se sont avérées indispensables. Les premiers travaux ont rapidement abouti à l'acclimatation de souches sauvages en milieu d'élevage lagunaire et aux premières reproductions artificielles au début des années 80. A l'heure actuelle, nos recherches ont abouti à la maîtrise d'un système d'élevage fiable qui a pu être transféré vers le secteur du développement. Une production annuelle de 300 tonnes a fait passer du mythe à la réalité l'aquaculture du mâchoiron. Désormais l'élevage de cette espèce constitue une activité économique nouvelle qui permet la valorisation de sous-produits agro-industriels locaux comme la farine de poisson ou les tourteaux de coton.

Le Mâchoiron, un poisson très prisé.

Chrysichthys nigrodigitatus plus connu sous le nom local de mâchoiron, est un poisson très apprécié en Côte d'Ivoire et en Afrique de l'Ouest en général. Son prix de vente élevé (1500 F CFA par kilo) témoigne d'une forte demande non satisfaite. Les nombreuses recettes traditionnelles à base de mâchoiron dans la restauration locale (maquis) illustrent l'attachement des ivoiriens au caractère festif du mâchoiron. Il est d'ailleurs facile d'observer que les plus grosses ventes ont lieu à la veille de grandes fêtes.

Considérant ce contexte, l'idée de produire du mâchoiron par l'aquaculture a rapidement fait son chemin depuis les années 80. Des tests favorables d'acceptabilité du poisson d'élevage nous ont conduits à poursuivre les recherches pour optimiser son cycle d'élevage en aquaculture.

La station expérimentale d'aquaculture de Layo : un outil de recherche.

Cette station dont la création remonte à 1979, est avant tout destinée à l'expérimentation, tout en se rapprochant des conditions d'élevage en aquaculture. Sa situation en bordure de la Lagune Ebrié permet de disposer d'une vaste zone lagunaire d'enclos de 10000 m² qui servent essentiellement au grossissement et au stockage des géniteurs pour les expériences. Des étangs bordiers de 400 à 800 m² alimentés par la nappe phréatique permettent de travailler sur le pré-grossissement. Par ailleurs la station comporte deux unités d'expérimentation de 48 bacs circulaires de 1 m³ servant au stockage des receptacles de ponte des couples de géniteurs de mâchoiron et à l'alevinage. De plus une unité de 30 bacs cubiques de 4 m³ permet de réaliser divers tests de croissance. La station abrite également deux laboratoires de terrain permettant d'effectuer des prélèvements et des manipulations dans de bonnes conditions. Deux locaux thermostatés contenant deux bassins circulaires de 12 m³ permettent de faire varier la température pendant la phase de reproduction. Enfin une unité de fabrication de granulés permet de réaliser des formules alimentaires expérimentales.

La maîtrise de la reproduction : la clé du développement.

Une des premières étapes décisives a été l'obtention de la reproduction en captivité. Les premières recherches sur la reproduction ont été initiées au Centre de Recherches Océanographiques (C.R.O.) et plus particulièrement à la station expérimentale de Layo. Les premières pontes ont été obtenues en 1980 à partir de mâchoirons sauvages provenant de la région de Tiegba. Leur descendance a permis de constituer un stock de géniteurs qui est à l'origine d'une première production significative d'alevins (environ 450 000) en 1984. La majeure partie de ces alevins ont permis à l'écloserie de Jacquville (cellule de développement du Projet Aquaculture Lagunaire, PAL) de constituer à son tour un stock de géniteurs et d'expérimenter la faisabilité de l'élevage du mâchoiron à une échelle commerciale. Par la suite depuis les années 90 on a observé une production annuelle de 200 à 300 tonnes par la Ferme de Jacquville devenue société privée (SIAL, Société Ivoirienne d'Aquaculture Lagunaire) et 30 à 50 tonnes par des producteurs indépendants.

Cycle d'élevage en Lagune Ebrié.

L'observation du comportement reproducteur en milieu naturel d'une espèce proche (*Chrysichthys maurus*) nous a permis de simuler expérimentalement la reproduction de couples de *Chrysichthys nigrodigitatus* en utilisant le confinement dans

des réceptacles de ponte en tube PVC. Cette méthode a été affinée progressivement pour parvenir actuellement à un taux de reproduction de 80 %. La sélection des géniteurs est effectuée en Août-Septembre et après une période variable de 15 à 45 jours on obtient en confinement la ponte et la fécondation spontanées. La masse d'oeufs récoltés peut aller jusqu'à 30% du poids de la femelle, soit une fécondité maximale de 15000 oeufs par Kg de femelle.

L'incubation des oeufs peut avoir lieu dans le réceptacle lui-même en présence de la femelle ou dans des incubateurs à paniers mobiles.

L'éclosion intervient 4 à 5 jours après à la température de 29-30°C en donnant des larves de 25 à 30 mg dotées d'un important sac vitellin qui se résorbe progressivement en une dizaine de jours. Une alimentation artificielle doit être fournie à partir du onzième jour. Après une période d'élevage de 20 jours en bacs circulaires les alevins atteignent 100 à 150 mg et peuvent-être alors déversés en étang. Pendant cette période ils reçoivent en plus de la nourriture naturelle disponible dans l'étang, un complément sous forme de microgranulés contenant 30% de protéines. Dans ces conditions les alevins atteignent un poids de 5 à 7 g en 3 mois. Le prégrossissement en cages-enclos en lagune permet l'obtention de "fingerlings" de 20 g en 4 mois. C'est à cette taille qu'ils peuvent-être transférés en enclos lagunaire où ils seront élevés jusqu'à la taille commerciale de 350-400 g en 8 à 10 mois. C'est également au stade "fingerlings" qu'ils sont vendus aux pisciculteurs indépendants qui n'assurent que le grossissement.

L'aquaculture du mâchoiron en lagune : quel avenir?

Dès le départ, le développement de l'aquaculture du mâchoiron n'avait pas pour ambition de combler le déficit national ivoirien en poisson. Le choix de l'espèce a été avant tout lié à la forte diminution du stock naturel et de la raréfaction de cette espèce noble sur les marchés. Il faut également distinguer cette forme d'aquaculture de celle de la pisciculture du tilapia qui est davantage destinée à une consommation courante. L'objectif de l'élevage du mâchoiron en lagune vise essentiellement à satisfaire une demande locale spécifique qui, tout en valorisant l'espace lagunaire, les sous-produits agro-industriels permet de contribuer à la création d'une activité économique lagunaire autre que la pêche. Le développement de cette activité a connu des difficultés (coûts de production élevés, commercialisation non maîtrisée) qui ont engendré des critiques sur le choix de l'espèce et l'investissement consenti sur cette filière. Néanmoins au stade actuel, l'expérience acquise et les améliorations apportées tant dans le secteur de l'alevinage que dans celui de la gestion et la diversification des circuits de commercialisation, permettent de produire et d'écouler une production annuelle de 300 tonnes sur la région d'Abidjan. La poursuite de cette production repose davantage sur la rentabilité économique et sur le dynamisme des opérateurs de la filière que sur la pratique du mécanisme des subventions.

La pisciculture du Tilapia en Côte d'Ivoire

Adou Cissé (1) et Sebastiano Kouassi Da Costa (2)

(1) Centre de Recherches Océanologiques B.P. V 18 Abidjan, Côte d'Ivoire

(2) Institut des Savanes (IDESSA) 01 BP 633 Bouaké 01, Côte d'Ivoire

Résumé

La pisciculture du tilapia a été initiée en Côte d'Ivoire à partir de 1955. Les premiers résultats obtenus n'ont pas été à la hauteur des espérances placées dans cette activité. Après une période de mise au point technique et de démonstration concluante en station de recherche, différents projets de développement ont été mis en oeuvre. Ces projets ont permis de promouvoir la pisciculture auprès du monde rural, mais son développement et sa crédibilité restent très limités. Ce document présente brièvement les travaux de recherches effectués dans le domaine de la pisciculture du tilapia par les stations d'état avec quelques applications au développement.

Introduction

En Côte d'Ivoire, le déficit des productions et des importations de poisson se situent aux environs de 100.000 tonnes par an. Soit près de 50% de la consommation nationale. Pour améliorer le taux de couverture des besoins nationaux en protéines animales d'origine aquatique et assurer une situation stable à long terme, la Côte d'Ivoire a décidé de mettre un accent particulier sur le développement de la pisciculture en eaux continentales et saumâtres.

Pour mener à bien ce vaste programme, le choix s'est particulièrement porté sur les tilapias pour lesquels les débouchés commerciaux sont les plus importants. Toutefois, cette activité a mal répondu aux préoccupations du paysan-pisciculteur qui en attendait non seulement une amélioration de son alimentation, mais surtout un revenu financier.

Aujourd'hui, la pisciculture du tilapia n'a pas encore atteint une dimension économique viable en Côte d'Ivoire, que ce soit en termes de volume ou en termes de place de cette activité dans les systèmes de production agricole. Les expériences ivoiriennes en matière de développement de l'élevage de ce poisson peuvent se classer en deux catégories : la pisciculture en eaux continentales, la pisciculture en eaux saumâtres. Ce sont les travaux effectués au sein des stations de recherches et de développement qui nous intéressent ici.

Introduction de différentes souches en Côte d'Ivoire

En 1966, les souches en expérimentation étaient *O. macrochir* (Zaïre), *O. niloticus* (Burkina-Faso) et *O. mossambicus* (Mozambique). En 1967, *O. hornorum* a été introduite de Malaisie, et en 1968, deux nouvelles souches de *O. niloticus* ont été importées du Burkina et du Nil. *O. aureus* et une nouvelle souche de *O. mossambicus* ont été introduites en 1981 respectivement d'Israël et du Mozambique, enfin, en 1988, une nouvelle souche de *O. aureus* a été importée du lac Manzalla (Egypte).

Les actions de recherche

CARACTERISATION DES SOUCHES

De nombreux travaux ont été consacrés à la caractérisation des souches de tilapia par comparaison de leurs croissances, fécondités, et comportements face à l'hybridation, etc.

L'évaluation comparée des croissances des différentes espèces ont rapidement conduit à l'utilisation d'*O. niloticus* comme principale variété d'élevage.

SELECTION MASSALE

Des essais de sélection massale ont été conduits à Bouaké dès 1960 sur *O. niloticus* et *O. macrochir*. Aucune amélioration n'a été mise en évidence et en 1966 le programme fut abandonné.

HYBRIDATION

Les premières hybridations interspécifiques ont été réalisées à Bouaké en 1961 entre *O. niloticus* et *O. macrochir* avec des productions d'hybrides à 100% mâles. Ces essais d'hybridation se sont poursuivis jusqu'en 1972 avec un nombre progressivement élevé d'espèces (*O. mossambicus* et *O. hornorum*). Plusieurs observations ont été effectuées concernant les croissances et sex-ratio comparées des différents hybrides, back-cross et souche parentales. Après une période de mise en sommeil, les essais ont été repris en 1984 entre *O. niloticus*, *O. mossambicus*, *O. aureus* et *O. hornorum* afin de déterminer une ou plusieurs variétés d'*Oreochromis* résistant aux conditions d'élevage en milieu lagunaire saumâtre.

ETUDE DU DETERMINISME DU SEXE

Les travaux sur la production d'hybrides monosexes mâles ont conduit à une étude sur le déterminisme du sexe chez *O. niloticus* et *O. macrochir*, menée de 1965 à 1971.

Un déterminisme simple et opposé a été mis en évidence par hybridation entre *O. niloticus* (femelles XX) et *O. macrochir* (mâle ZZ). De plus, l'homogamétie femelle chez *O. niloticus* a été confirmée par reproduction intraspécifique après masculinisation par des stéroïdes. L'étude souligne par ailleurs, que l'hétérozoïe n'entre pas seule en jeu

dans le déterminisme du sexe qui peut répondre à des lois plus complexes et toujours mal définies.

De nouveaux essais sur le déterminisme du sexe ont été repris *O. niloticus* en 1985. Deux types de géniteurs étaient recherchés : des géniteurs YY à descendance mâle; des géniteurs mâles XX dont le croisement par une femelle non traitée XX conduits à une descendance monosexue femelle.

Les résultats obtenus étaient très encourageants. L'expérience a démontré que l'inversion de sexe par voie hormonale reste un outil essentiel et nécessaire dans une approche génétique du monosexage. Cependant, des résultats inconstants dans le pourcentage de monosexue obtenu, et une moindre efficacité de la féminisation par rapport à la masculinisation peuvent être considérés comme des obstacles à l'extension de cette technique.

Application au développement

LA PISCICULTURE EN EAUX CONTINENTALES

Les résultats acquis sur la station de Bouaké, dans le domaine de la pisciculture du tilapia, ont permis de démarrer sur des bases solides un certain nombre d'opérations de développement en eaux continentales notamment : la Ferme Pilote de Natio-Kobadara, le Projet de Développement de la pisciculture en milieu rural, le Groupement à Vocation Communautaire (GVC) de Nambekaha, le Projet Peri-Urbain de Daloa (dans le centre-ouest ivoirien).

La ferme piscicole de Natio-Kobadara construite en 1977 est la première grande unité de production de tilapias en étangs créée en Côte d'Ivoire. Elaborée sur la base de techniques de production simples et fiables mise au point sur la station de recherche de l'IDESSA, elle les a mises en application et les a confrontées à des objectifs de rentabilité et de vulgarisation. L'espèce produite est *Oreochromis niloticus* conseillée pour sa rusticité, sa rapidité de croissance, son régime alimentaire simple et son succès auprès des consommateurs. Son principal défaut étant sa prolificité en raison de sa maturité précoce et de la fréquence élevée de ses pontes, plusieurs techniques ont été mises au point à la station de Bouaké pour contrôler le développement des populations. On peut les regrouper en deux méthodes principales : élevage d'individus de même sexe, spécialement le mâle dont la croissance est plus rapide et la taille plus grande en fin d'élevage; élevage des mâles et des femelles en association avec des prédateurs qui consomment les alevins. La première méthode peut être mise en oeuvre par deux procédés : le sexage manuel des tilapias à 30 grammes; la production d'hybrides monosexes à partir de croisements interspécifiques.

Le premier procédé apparaissait d'une application plus simple mais, pour contrôler des possibles erreurs de sexage, l'association avec un prédateur s'avérait nécessaire au cours de la phase de grossissement. Pour tester les différentes possibilités, la production sur la ferme piscicole s'organisa en quatre stades : production d'alevins de 5 grammes; Production de fingerlings de 30 grammes avec sexage et rejet des femelles; production de poissons mâles ou mâles plus femelles de taille commerciale en mélange avec un prédateur, production de prédateurs.

1) la production d'alevins.

La technique utilisée à Natio-Kobadara fut exactement celle mise au point à Bouaké. Le tableau I permet de comparer les résultats. Les moindres performances obtenues sur la ferme en 1980 s'expliquent par la nouveauté des étangs et l'influence plus forte de l'harmattan qui provoque le refroidissement très sensible de l'eau pendant 2 à 3 mois et diminue la fréquence de ponte. Cette méthode présente toutefois l'inconvénient de fournir des alevins de tailles très variables. Des expérimentations menées par la suite en 1988 à Bouaké montrèrent qu'avec une charge optimale de 70 mâles pour 200 femelles, un étang de 400 m² exploité à la seine tous les 15 jours peut fournir 80.000 alevins d'une taille très homogène (poids moyen égal à 2 grammes) en 4 mois. Cette méthode oblige cependant à rallonger la durée du cycle de production des fingerlings.

Tableau I. Production d'alevins d'*Oreochromis niloticus* dans les conditions de la ferme piscicole

	Résultats disponibles à l'IDESSA avant la mise en place de la ferme (1976)	Résultats obtenus sur la ferme 1980	Résultats obtenus sur la ferme 1988
Surface étangs (m ²)	400	400	400
Nombre de géniteurs	20 ♂ + 60 ♀	20 ♂ + 60 ♀	20 ♂ + 60 ♀
Durée du cycle (mois)	5	6	5
Nombre d'alevins produits	20.000 à 30.000	15.000	50.000
Poids moyen des alevins à la vidange (g)	5	5	5
Aliment	Son de riz	Son de riz	Son de riz
Indice de consommation	4,8	5,1	-

2) la Production de fingerlings.

Le tableau II résume les résultats obtenus. On note que par rapport aux données initiales de Bouaké, une certaine intensification a été recherchée par la distribution d'un aliment composé. Il s'agit cependant toujours d'un mélange pulvérulent directement réalisable à partir de sous-produits.

3) la production de tilapia de taille commerciale.

L'élevage d'*Oreochromis niloticus* non sexés en association avec un prédateur a fourni sur la ferme des résultats comparables avec ceux de Bouaké. mais compte tenu de l'objectif de rentabilité de la ferme, une certaine intensification s'avérait nécessaire. La méthode appliquée fut la suivante : élevage monosexé mâle, utilisation d'un aliment composé avec augmentation de la densité, utilisation d'*Hemichromis fasciatus* comme prédateur (à cause de sa rusticité et de sa faible croissance) pour contrôler les erreurs de sexage. Parmi les résultats obtenus on a noté : les erreurs de sexage inférieures à 5%, la croissance plus faible des *O. niloticus* mâles à la densité de $2,1/m^2$ et celle des mâles plus femelles à $1,2/m^2$.

L'ensemble des résultats est résumé dans le table III.

Le Projet de Développement de la Pisciculture en Milieu Rural

Les résultats techniques et économiques de la ferme piscicole de Natio-Kobadara ayant été positifs, une opération de vulgarisation de grande envergure trouvait sa justification. En 1978-1979, démarrait le Projet PNUD/FAO/MINAGRA. Il lui était confié en particulier les actions de sensibilisation, de vulgarisation et de formation du personnel d'encadrement. En 1987, 1311 pisciculteurs propriétaires de 2628 étangs d'une superficie totale de 95 hectares environ étaient encadrés. En 1988, leur nombre atteignait 1537. Dans le souci d'améliorer à la fois les performances d'un plus grand nombre de pisciculteurs et l'efficacité de l'encadrement, une assistance a été demandée et obtenue du CRDI. Celle-ci a permis à travers le programme "Pisciculteurs Témoins" (1987-1990), la collaboration du Projet de Développement de la Pisciculture en Milieu Rural avec l'Institut des Savanes (IDESSA) et le Centre Ivoirien de la Recherche Economique et Sociale (CIRES) Depuis 1990, le projet est arrivé à terme, ceci a eu pour conséquence immédiate de sevrer les pisciculteurs d'un encadrement de qualité d'où la démobilisation de bon nombre d'entre eux.

Recherches confiées à l'IDESSA

Les travaux menés par l'IDESSA ont porté de février 1988 à juin 1990 sur le testage de systèmes d'élevage vulgarisés par le Projet de Développement de la pisciculture en Milieu Rural. L'objectif visé consistait à définir des résultats d'élevage de référence permettant d'apprécier ceux obtenus par les paysans utilisant des systèmes comparables, d'identifier sur la base technique et économique des modèles d'exploitation adaptés aux programmes de vulgarisation, de proposer des améliorations aux techniques et systèmes testés.

Les expérimentations ont porté sur : l'élevage monospécifique de *Oreochromis niloticus* mâles (2,2 ind/m²) nourris avec l'aliment ternaire 3A pulvérulent distribué à la volée ou à la demande, avec la farine basse de riz ou avec des issues de riz provenant des moulins artisanaux, avec des issues de riz associés à la litière de poulaillers à raison de 2,8 kg/étang/j, l'association *Oreochromis niloticus* mâles (2,2 ind/m²) et poulets (50 poulets/étang et 100 poulets/étang), l'élevage mixte de *O. niloticus* (2,2 ind/m²) seul ou associé à un prédateur *Clarias gariepinus* (1,1 ind/m²), l'élevage monospécifique de *Clarias gariepinus* nourris à l'aliment ternaire 3A prenant en compte le prégrossissement des alevins et un cycle de production. Les essais menés ont donné les résultats suivants consignés dans le tableau IV.

Tableau II. Production de fingerlings d'*Oreochromis niloticus* dans les conditions de la ferme piscicole.

	RESULTATS		
	IDESSA 1976	Ferme Pilote 1980	Ferme Pilote après recherches d'accompagnement
Surface étangs (m ²)	400	400	400
Durée élevage (jours)	35	65	60
Densité alevinage Poissons/m ²)	3,25	15	25
Poids moyen à la viandage (g)	30	27	30
Rendement (t/ha/an)	7,2	-	-
Aliment	Son de riz	50% Son de riz 50% Tourteau de coton	20% Son de riz 60% Tourteau de coton 20% Farine de poisson
indice de consommation	4,8	2,5	2,1

Recherches menées par le CIRES

L'étude socio-économique du développement de la pisciculture en milieu rural a mis en évidence de nombreuses contraintes d'ordre technique, économique et institutionnel.

Les contraintes techniques proviennent essentiellement de la non-maîtrise des techniques de construction des étangs et d'élevage piscicole, du sous-équipement des pisciculteurs et des insuffisances dans le transfert de technologie. Sur le plan économique et institutionnel, la contrainte financière est de loin la plus importante. Dans la majorité des cas, les pisciculteurs ont recours à l'autofinancement du fait de l'inexistence du crédit piscicole au niveau de l'ex-BNDA. Pour remédier à cela, le Projet PNUD/FAO et le Projet PAPU-CD ont initié chacun un programme pilote de crédit orienté vers les pisciculteurs régulièrement encadrés.

Par ailleurs le problème de la propriété foncière se pose avec acuité ; d'où les difficultés d'accès aux sites par 20% de pisciculteurs et éventuels candidats. Enfin les difficultés d'approvisionnement en alevins de *Clarias sp.* et en aliment sont ressentis par les pisciculteurs.

Tableau III. Production d'*Oreochromis niloticus* de taille commercialisable sur la ferme pilote en association avec un prédateur (*Hemichromis fasciatus*).

Sexe	♂ + ♀	♂	Recherches d'accompagnement
			♂
Durée d'élevage (jours)	150	190	130
Densité par m ²	1,2	2,1	2,2
Poids moyen à vidange (g)	215	220	285
Croissance (g/jour)	1,3	1	1,9
Rendement (t/ha/an)	5,2	6,7	14,9
Aliment	Son de riz	75% Son de riz 25% T. de coton	75% Son de riz 15% T. coton 10% F. poisson
Indice de consommation	8	3,7	2

Le Groupement à Vocation Communautaire de Nambekaha

Dans le nord, après un travail de sensibilisation intense, naissait le GVC de Nambekaha. C'est la véritable première grande opération de vulgarisation de la pisciculture d'*O. niloticus* en étangs en Côte d'Ivoire. Cette activité a mal répondu aux préoccupations du paysan-pisciculteur qui en attendait non seulement une amélioration de son alimentation mais, surtout un revenu financier supérieur aux autres spéculations agricoles.

Le Projet Péri-urbain de Daloa ou Projet PAPU-CD-AFVP

Basé surtout à Daloa dans le cadre du PAPU-CD (Projet Péri-Urbain de la commune de Daloa, il fut sous la tutelle de l'ex-SATMACI. Cependant, le projet déploya son activité à Gagnoa et Danané de 1986 à 1988). Suite au constat fait en 1985-1986 de l'absence de pratiques communautaires, le projet a pris pour groupe-cible les individus qui veulent faire de la pisciculture leur activité principale. La préférence fut accordée à l'installation des personnes ne disposant que de peu de ressources, pour qui la pisciculture deviendra une source essentielle de revenus. Ce qui garantit un certain degré de motivation et de dynamisme. En 1989, 12 pisciculteurs ont produit 4,6 tonnes de tilapias commercialisables.

Le schéma d'élevage dans le cadre du PAPU-CD s'appuie sur un module de cinq étangs de même taille (400 à 500 m² chacun) dont un pour la production d'alevins, un pour le prégrossissement et trois pour la production de poisson marchand. Les résultats obtenus dans ce projet ont démontré enfin que l'élevage du tilapia associé à des prédateurs pouvait devenir une réalité économique. Actuellement le projet a pris une nouvelle dénomination avec des financements plus importants.

LA PISCICULTURE EN MILIEU LAGUNAIRE

Le développement de l'élevage du tilapia en eaux saumâtres s'est effectué dans un contexte scientifique moins favorable que celui de la pisciculture continentale. Les essais entrepris par la station pilote de Mopoyem (région de Dabou) sur l'élevage en lagune Ebrié de *O. niloticus* en cages flottantes s'avéraient peu concluantes compte tenu des graves problèmes pathologiques rencontrés. A Jacquville, les essais réalisés sur les tilapias lagunaires, *Sarotherodon melanotheron* et *Tilapia guineensis*, ont montré que la croissance de *S. melanotheron* est supérieure à celle *T. guineensis* au stade de prégrossissement. *S. melanotheron* paraissait donc plus recommandé pour une production en milieu lagunaire. Mais, son utilisation par BP Farm Development devait révéler des inconvénients majeurs pour une production de type intensif : croissance lente, taille maximale très petite (plafonne à 150 g), mauvaise valorisation des aliments. D'ailleurs, ces paramètres bio-techniques furent confirmés quelques années plus tard par le Centre de Recherches Océanologiques d'Abidjan (C.R.O.). Les résultats peu encourageants obtenus sur les espèces lagunaires et sur *O. niloticus* ne pouvant conduire à une vulgarisation de leur élevage, un programme de recherches a démarré en 1985 pour tenter en testant différentes espèces et différents hybrides d'*Oreochromis*, de sélectionner un tilapia fiable et performant adapté aux conditions lagunaires. Ce programme fut

intervenir le Projet Pilote d'Aquaculture Lagunaire (P.A.L.) et la Station Piscicole de l'IDESSA. Les espèces testées furent : *O. aureus* (Israël), *O. mossambicus* (Mozambique), *O. hornorum* (Auburn, Etats-Unis), *O. niloticus* (Souche Bouaké). Les hybrides :

Femelles		Mâles
<i>O. niloticus</i>	X	<i>O. aureus</i>
<i>O. mossambicus</i>	X	<i>O. niloticus</i>
<i>O. niloticus</i>	X	<i>O. hornorum</i>
<i>O. mossambicus</i>	X	<i>O. hornorum</i>

Les essais ont été réalisés en eau de lagune jusqu'à une salinité de 15‰ qui correspond à la salinité maximale enregistrée dans les zones lagunaires propices à la pisciculture. Ils ont permis de sélectionner une espèce (*O. aureus*) et deux hybrides (*O. niloticus* X *O. aureus* et *O. mossambicus* X *O. niloticus*) dont les survies (91%, 77% et 80% respectivement) sont significativement supérieures à celles des autres poissons testés. La comparaison des performances et des avantages respectifs de ces trois poissons montre qu'*O. aureus* constitue le meilleur choix pour l'élevage en eaux saumâtres. Actuellement, de nouveaux essais de grossissement sont en cours sur les souches *O. aureus* (Israël) et *O. aureus* (Manzalla). Les résultats préliminaires obtenus sur le taux de survie sont les suivants :

	1 ^{er} Essai	2 ^{ème} Essai
<i>Oreochromis aureus</i> (Manzalla)	56%	72%
<i>Oreochromis aureus</i> (Israël)	54%	47%

En attendant la fin de l'expérimentation on constate que la souche Manzalla serait la mieux indiquée. Par ailleurs, dans le cadre du programme STD-3, le Centre de Recherches Océanologiques d'Abidjan (C.R.O.) mène des travaux sur les performances zootechniques en milieu lagunaire de trois sous-espèces de *Sarotherodon melanotheron* d'origines géo-graphiques différentes (Côte d'Ivoire, Sénégal et Congo). Les premiers résultats montrent une croissance supérieure de la sous-espèce S.m; heudelotii (Sénégal) par rapport aux deux autres.

Dans l'état actuel de nos connaissances, cette souche pourrait être un autre choix pour la pisciculture lagunaire.

Conclusion

Les résultats obtenus par la recherche ainsi que par l'expérience de nombreuses opérations de développement démontrent que l'élevage du tilapia est possible et peut devenir une spéculation économique intéressante tant en eaux continentales qu'en eaux saumâtres. Toutefois, dans le cadre de la recherche les travaux sur la génétique, la physiologie de la reproduction, l'alimentation et la pathologie devront être poursuivis et amplifiés. Ceci permettra de soutenir le développement afin de ne pas tomber dans une nouvelle déception.

Par ailleurs, la parfaite intégration de la pisciculture aux activités des différentes catégories socio-professionnelles, de même que l'espoir financier que fondent la majorité des pisciculteurs dans cette nouvelle activité, sont des raisons suffisantes qui permettent d'affirmer que les structures de recherches et d'encadrement doivent davantage jouer un grand rôle pour le succès de la pisciculture.

Tableau IV – Elevages monospécifiques d'*Oreochromis niloticus* mâles, résultats d'ensemble (moyennes et écarts types) (Morissens *et al.*, 1991).

	Aliment composé "3A"		Sous produits du riz		
	A la volée	A la demande	Farine basse de riz	Issues de moulin	Issues de moulin + litière
Nombre de repliquats	6	2	2	3	1
Etang (m ²)	400	400	400	400	400
Durée des cycles (jours)	251,33 (2,748*)	214,5 (0,5)	213 (0)	211,33 (0,47)	212 (0)
Densité ind/m ²	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
Survie (%)	87,48 (4,576)	90,57 (0,68)	85,35 (2,67)	85,60 (5,66)	79,88 (0)
G.M.Q. (g)	1,16 (0,11)	1,19 (0,15)	1,155 (0,005)	0,849 (0,11)	0,859 (0)
Production (kg/é tang/ cycle)	183,39 (6,57)	201,49 (25,18)	184,17 (7,8)	123,24 (21,23)	121,56 (0)
Rendement (kg/ha/an)	7.788,5 (1059)	8485 (1002)	7709 (326)	5323 (926)	5232 (0)
I.C.	3,48 (0,44)	3,15 (0,36)	7,02 (0,29)	13,82 (2,24)	13,43 (0)
Alevins d' <i>O. niloticus</i> (Production en kg)	40,71 (6,94)	24,77 (3,04)	24,2 (4,69)	30,35 (16,99)	4,14 (0)

	Elevages associés		
	50 poulets étang	100 poulets étang	4 porcs étang
Nombre de repliquats	5	1	3
Etang (m ²)	400	400	400
Durée des cycles (jours)	223,8 (14,4)	253 (0)	161 (15,66)
Densité ind/m ²	2,2	2,2	2,2
Survie (%)	84,00 (6,94)	84,65 (0)	49,03 (15,55)
G.M.Q. (g)	0,34 (0,06)	0,84 (0)	1,35 (0,10)
Production (kg/é tang/ cycle)	48,59 (12,24)	149,92 (0)	59,19 (39,82)
Rendement (kg/ha/an)	1994 (444)	5407 (0)	3405 (2466)
I.C.	-	-	-
Alevins d' <i>O. niloticus</i> (Production en kg)	18,86 (11,16)	34,73 (0)	21,88 (6,29)

* Les écarts types sont notés entre parenthèses.

Induction de la maturation ovocytaire et de la ponte en Aquaculture

Jésus Nunez-Rodriguez et Saurin Hem

ORSTOM, Centre de Recherches Océanologiques, BP V18, Abidjan, Côte d'Ivoire.

La maturation ovocytaire

La maturation est un phénomène complexe qui intervient à la fin de la vitellogénèse et qui transforme l'ovocyte en ovule, cette étape est indispensable pour permettre la fécondation par les spermatozoïdes. Pendant la vitellogénèse l'ovocyte accumule une grande quantité de réserves ou vitellus formé à partir de la vitellogénine synthétisée par le foie et transportée jusqu'aux follicules ovocytaires par les vaisseaux sanguins. La maturation ovocytaire correspond à la reprise de la méiose à laquelle sont associés plusieurs processus de transformation du cytoplasme et du noyau de l'ovocyte. La liquéfaction du vitellus est généralement totale et seules quelques gouttelettes lipidiques sont observables dans le cytoplasme de l'ovule qui présente un aspect homogène et généralement translucide. Alors que le noyau (ou vésicule germinative) de l'ovocyte était en position centrale pendant la vitellogénèse il commence à migrer vers la périphérie dès que la maturation commence, puis lorsqu'il atteint celle-ci l'enveloppe nucléaire éclate. La position de la vésicule détermine le pôle animal de l'ovocyte où l'on peut observer le micropyle qui permet le passage des spermatozoïdes lors de la fécondation.

La régulation hormonale de la maturation

Au niveau ovarien l'hormone Gonadotrope d'origine hypophysaire (GTH) déclenche la synthèse par les cellules du follicule d'un stéroïde inducteur de la maturation (SIM). Chez certaines espèces le SIM a été identifié (Figure 1), il s'agit de la 17 α ,20 β dihydroxy-4-pregnen-3-one (17 α , 20 β -DP). Les différentes étapes de ce processus à l'échelle du follicule ovarien ont fait l'objet de nombreux travaux ((Jalabert, 1976; Goetz, 1983; Nagahama et Yamashita, 1989), dont les principaux résultats sont schématisés sur dans la Figure 2. Dans la pratique on utilise pas la 17 α , 20 β -DP en raison des trop fortes doses qu'il faudrait injecter. Les différentes possibilités les plus couramment utilisées sont présentées dans la Figure 3. Les premières méthodes étaient basées sur une action directe au niveau des follicules soit par l'injection d'extraits hypophysaires soit par des préparations de GTH ou encore par des injections de Gonadotrophine Chorionique Humaine (HCG) généralement disponible facilement. Si chez un certain nombre d'espèces la maturation ovocytaire et l'ovulation peuvent être aisément induites par des extraits hypophysaires de carpe ou par HCG, d'autres espèces d'intérêt aquacole se sont révélées réfractaires à ce type d'induction. L'utilisation des analogues du LH-RH mammalien (Luteinising Hormone-Releasing Hormone) puis du sGn-RH (salmon

Gonadotropin Releasing Hormone) en association avec des antagonistes de la dopamine comme le pimozide ou le domperidone qui potentialisent l'action du Gn-RH (Peter, *et al.*, 1986) a permis d'induire avec succès un plus grand nombre d'espèces. Les formules de ces décapeptides et de leurs analogues sont représentés sur le tableau I. L'activité biologique accrue des analogues réside d'une part dans la modification de la structure quaternaire du peptide qui diminue la vitesse de dégradation par les enzymes spécifiques (endopeptidases) et d'autre part dans l'acroissement de la lipophilie par les substitutions en position 6 et la substitution de la Glycine en position 10 par un groupe ethyl amine (Geiger, 1984). La partie intervenant dans la constitution du site de fixation au récepteur doit elle rester inchangée de façon à conserver une conformation compatible avec celle du récepteur. Pour ces raisons les analogues sont généralement substitués en position 6 et en position 10.

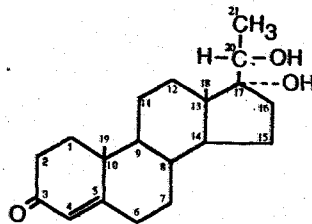
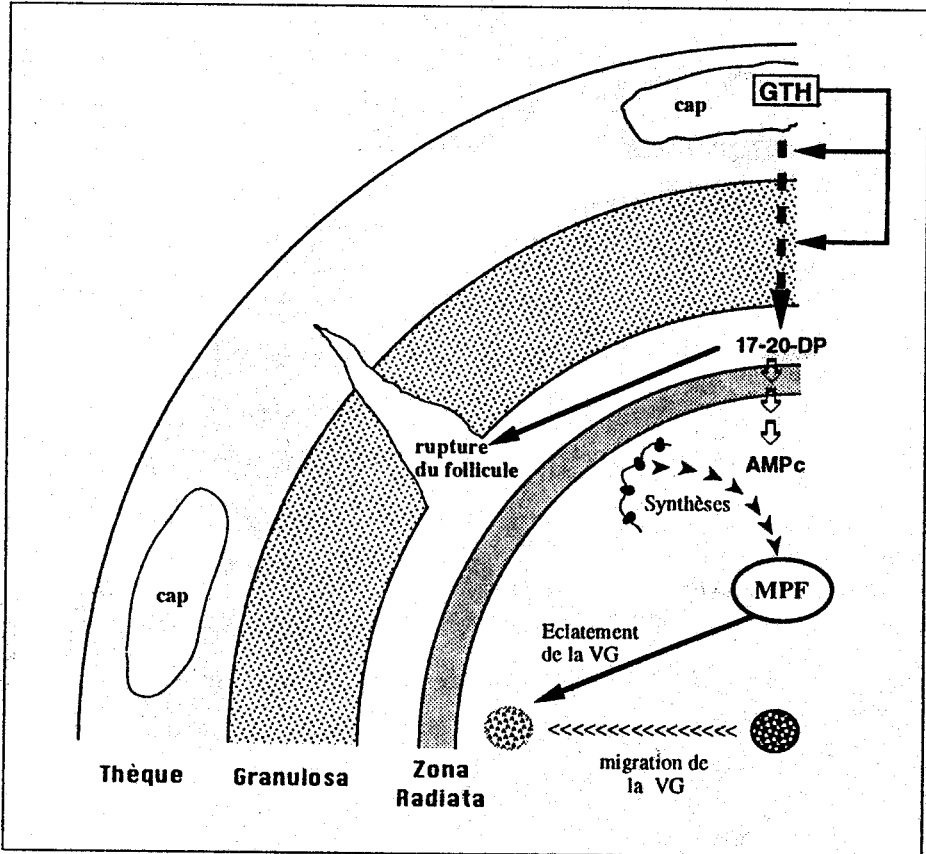


Figure 1. Structure de la 17 α -hydroxy-20 β -dihydroxyprogesterone.

La pratique de l'induction de la maturation chez les poissons chats

L'induction de la maturation ovocytaire chez les poissons chats africains présentant un intérêt aquacole concerne essentiellement le groupe des Clariidés (*Clarias gariepinus*, *Heterobranchus longifilis*, *Heterobranchus bidorsalis*) et le groupe des Clarotéidés (*Chrysichthys nigrodigitatus*). Les premières inductions ont été tentées sur *C. gariepinus* en utilisant la technique de l'hypophysation à partir de poudre hypophysaire de carpe (Hogendoorn et Vismans, 1980) ; par HCG (Eding *et al.*, 1982) ; par le LH-RHa (De Leeuw, *et al.*, 1985). Chez le silure, *Heterobranchus longifilis* l'induction de la maturation et de l'ovulation est facilement obtenue par HCG et comme il a été rapporté par Legendre (1986), le succès obtenu par cette méthode depuis une dizaine d'années n'a pas rendu nécessaire l'utilisation du LH-RH.

Chez ces Clariidés après l'ovulation qui intervient dans les 12 heures après l'injection de HCG (1500 UI/kg) ou de LH-RHa (100 μ g/kg, et 5 mg/kg de Pimozide), la collecte des ovules est effectuée par massage abdominal. La fécondation est effectuée par incubation avec du sperme recueilli généralement par dissection des testicules chez le mâle.



17-20 DP : 17 α -hydroxy-20 β -dihydroxyprogesterone

AMPc : Adenosine MonoPhosphate cyclique

cap : capillaire sanguin

MPF : Maturation Promoting Factor

VG : Vésicule Germinative

GTH : Hormone Gonadotrope

Figure 2 : Effet de la GTH sur le follicule ovarien pendant la maturation ovocytaire

Pour le mâchoiron, (*C. nigrodigitatus*) le problème de l'induction de la ponte n'est pas encore totalement résolu. L'induction de la maturation ovocytaire et de l'ovulation a été obtenue par le LH-RHa+Pimozide avec un taux de réussite de 40 %. L'utilisation de sGn-RHa+Domperidone nous a permis d'atteindre un taux d'ovulation de 80%.

TYPE D'INTERVENTION

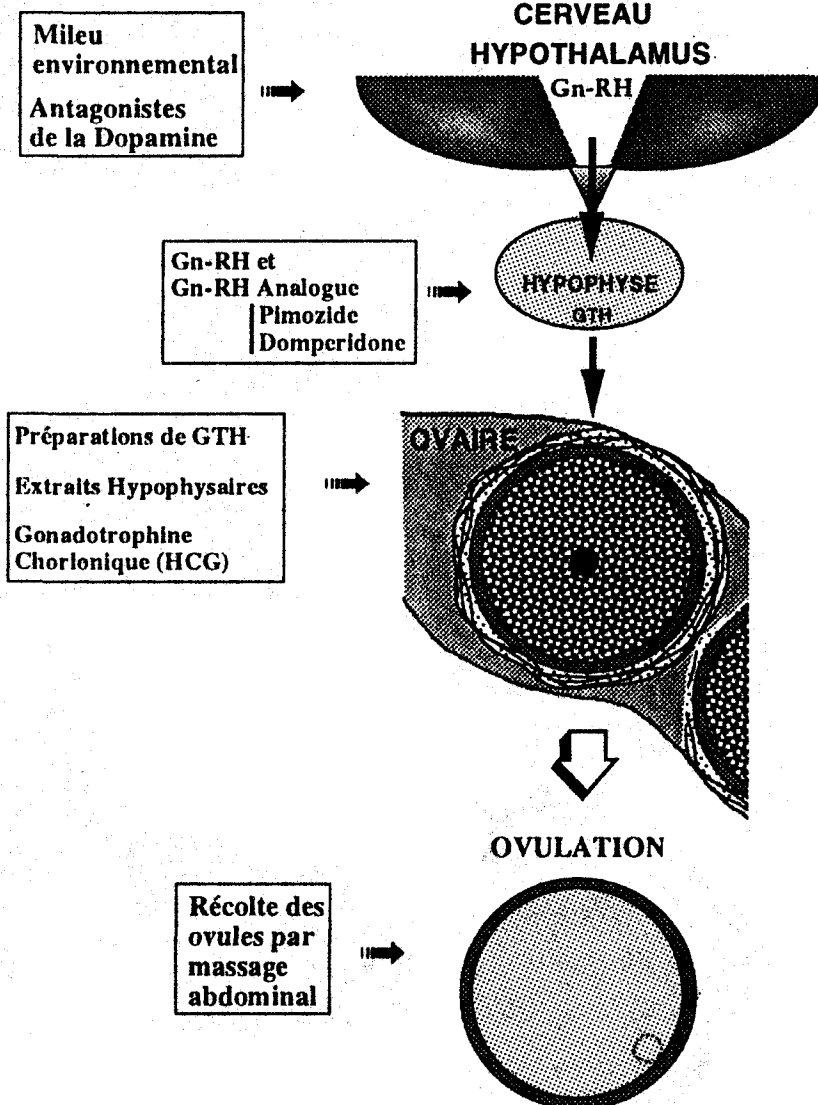


Figure 3. Régulation de la maturation ovocytaire et principaux types d'intervention.

Néanmoins chez le mâchoiron la récolte des ovules par massage est très difficile et la solution retenue jusqu'ici pour la production d'alevins consiste à induire la ponte en recréant artificiellement les conditions de reproduction en milieu naturel. Des couples sélectionnés (mâle et femelle) sont isolés dans des receptacles de ponte tubulaires et après un délai de quelques semaines, environ 80 % des couples se reproduisent. Après traitement par le sGn-RHa+Domperidone (Ovaprim, Syndel Laboartories) à la dose de 1 ml/kg, seulement 30% des couples se reproduisent après 48 H de latence. Afin de mieux comprendre les causes de cet échec nous avons utilisé dans les mêmes conditions d'induction, une autre espèce de taille plus petite (*Chrysichthys maurus*) au comportement reproducteur similaire à celui de *C. nigrodigitatus*. La seule différence étant l'origine sauvage des géniteurs et donc la formation de couples en milieu naturel, les couples ayant été capturés dans les pièges de bambou creux dans lesquels ils rentrent pour se reproduire et qui sont utilisés traditionnellement en lagune Ebrié pour capturer les poissons. A partir de ces géniteurs nous avons obtenu 100% de femelles ovulées et 80% de pontes entre 24 et 36 heures après l'induction.

Tableau I. Principales formes de Gn-RH et leurs analogues.

Position a.a.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mammallen	pGlu	His	Trp	Ser	Tyr	Gly	Leu	Arg	Pro	Gly-NH ₂
LH-RHa	pGlu	His	Trp	Ser	Tyr	D-Ala	Leu	Arg	Pro-NEt	
Saumon	pGlu	His	Trp	Ser	Tyr	Gly	Trp	Leu	Pro	Gly-NH ₂
sGn-RHa	pGlu	His	Trp	Ser	Tyr	D-Arg	Trp	Leu	Pro-NEt	
Chicken II	pGlu	His	Trp	Ser	His	Gly	Trp	Tyr	Pro	Gly-NH ₂
cGn-RH IIa	pGlu	His	Trp	Ser	His	D-Arg	Trp	Tyr	Pro-NEt	

Conclusion

Les résultats obtenus permettent de disposer d'une technique d'induction rapide pouvant être utilisée expérimentalement, néanmoins son utilisation à grande échelle n'est pas encore possible. Nous espérons améliorer cette méthode en particulier en identifiant plus précisément les facteurs environnementaux qui favorisent la ponte, la température nous paraissant être un de ces facteurs. Par ailleurs nous envisageons de tester cette méthode sur des couples formés naturellement et de comparer les résultats avec les couples formés sur la base de nos critères essentiellement subjectifs.

Les problèmes de pathologie liés aux importations et aux transferts d'espèces.

Agnès Poirier

Laboratoire de pathologie aquacole, BP V19, Abidjan, Côte d'Ivoire.

Introduction

Les introductions et les transferts d'organismes aquatiques se sont multipliés ces dernières années, essentiellement pour des raisons aquacoles, mais également scientifiques, voire pour la pêche ou le ré-empeuplement des cours d'eau. Il faut être conscient que l'introduction d'espèces exotiques dans un pays peut présenter un double risque, écologique et pathologique.

En ce qui concerne le risque écologique, les responsables chargés de prendre la décision de l'importation devront s'entourer de toutes les précautions nécessaires en analysant les données sur la reproduction, les exigences écologiques et nutritionnelles de l'espèce concernée, afin d'estimer l'impact d'une telle introduction sur le milieu naturel.

En ce qui concerne l'aspect pathologique, les risques sanitaires sont loin d'être négligeables. En effet, en transportant des animaux vivants, on transporte simultanément les germes et les parasites hébergés par ces animaux, et dont certains peuvent être pathogènes. Bien plus, certains de ces microbes peuvent se révéler pathogènes sur des espèces autochtones, alors-même qu'ils étaient hébergés sans dommage par l'espèce d'origine.

Afin de mieux illustrer ce propos, je vais tout d'abord vous présenter quelques exemples de maladies liées à des introductions d'espèces vivantes, et qui représentent à l'heure actuelle des pathologies majeures en aquaculture. Ensuite, nous examinerons les précautions à prendre lors d'importation, en envisageant en particulier ce qu'il est possible de mettre en place dans le contexte de nos pays africains.

Les risques pathologiques

Les risques pathologiques liés à l'introduction d'espèces aquatiques vivantes s'exercent en tout premier lieu vis-à-vis des poissons locaux, mais peuvent également concerner la santé humaine.

LES RISQUES POUR LA FAUNE AQUATIQUE:

* **Importance de ce risque** aussi bien envers les poissons du milieu naturel qu'envers les poissons d'élevage.

Il est depuis longtemps démontré et admis que les transferts d'animaux porteurs d'agents pathogènes assurent l'essentiel de leur dissémination, et donc de l'extension géographique des maladies. Les conséquences sont graves, tout particulièrement dans le

cas des maladies pour lesquelles il n'existe pas de traitement possible, ce qui est le cas général des maladies dues aux virus, mais également à certains parasites tels que les Myxo- et les Microsporidies.

En effet, les agents pathogènes sont excrétés par les poissons et vont se trouver entraînés par le courant dans le milieu aquatique où ils trouvent des relais sous la forme de poissons sauvages. D'autre part, des poissons contaminés s'échappent très souvent des piscicultures (crues, maladroites de manipulations) ou sont tout simplement déversés dans les cours d'eau lors d'opérations de repeuplement.

* Exemples de maladies importées :

Ces exemples proviennent essentiellement des pays occidentaux (Etats-Unis, Europe) et asiatiques où de fréquentes importations d'alevins sont réalisées le plus souvent pour les besoins de la pisciculture intensive, les cas les mieux connus concernant les Salmonidés.

Bactéries : Yersiniose à *Yersinia ruckeri* : cette maladie qui atteint les Salmonidés a été importée des Etats-Unis en 1980-1981 à la suite d'introductions de vairons américains (*Pimephales promelas*) qui étaient importés comme vifs pour la pêche.

Flexibactériose à *Flexibacter psychrophilus* : cette infection sévit gravement dans toute l'Europe depuis le début des années 1990, et a une origine américaine probable. L'impact est tel que le Danemark a dû cette année acheter des alevins de Truite Arc-en-Ciel en France.

Virus : Nécrose Hématopoïétique Infectieuse (NHI) : cette rhabdovirose des Salmonidés est apparue en France à la fin des années 1980 à la suite d'importations de Truites Arc-en-Ciel depuis les Etats-Unis. A l'intérieur même des Etats-Unis, des épizooties ont été constatées dans des états du Centre et de l'Est à la suite de transports de saumons (sockeye) infectés en provenance de la côte du Pacifique où sévit la maladie.

Parasites : Anguillicolose à *Anguillicola crassus* : cette grave maladie parasitaire de l'anguille, due à un Nématode parasite de la vessie natatoire, s'est implantée dans toute l'Europe dans la dernière décennie. Elle était connue en Asie sur l'anguille japonaise, et l'anguille européenne s'est révélée particulièrement sensible.

Plus récemment, le Royaume Uni a signalé l'apparition de *Sanguinicola inermis* (Trématode) et de *Khawia sinansis* (Cestode importé d'Extrême Orient) sur des carpes.

* Cas particulier des pays africains :

Le problème qui se pose à nous réside dans le manque de connaissances sur la pathologie de la plupart des espèces africaines

Cichlidés :

La seule maladie virale décrite chez les Cichlidés, Tilapias et *Haplochromis*, est la lymphocytose, due à un Iridovirus. Le diagnostic est essentiellement basé sur l'observation des poissons qui présentent des lésions cutanées prolifératives (nodules, verrues) et il conviendra de détruire les animaux présentant de telles lésions.

Les infections bactériennes sont plus variées, et sont dues le plus souvent à des germes des genres *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Vibrio* dans les eaux saumâtres, plus rarement *Sireptococcus*. Certaines Entérobactéries, telles que *Edwardsiella tarda*, peuvent également avoir un effet pathogène (septicémie ulcéralive). Toutefois, toutes ces

bactéries présentent une très large répartition dans le milieu extérieur, et ne deviennent secondairement pathogènes que dans des conditions de stress du poisson (manipulations, détérioration de la qualité du milieu, ...). Nous ne connaissons pas à l'heure actuelle de bactéries strictement spécifiques du Tilapia qui pourraient faire l'objet d'une barrière sanitaire à l'importation.

Enfin, en ce qui concerne les parasites, ils sont nombreux et certains peuvent présenter un danger particulièrement en élevage intensif et pour les alevins. L'exposé suivant concernant les parasites des Cichlidés africains, nous n'entrerons pas dans les détails, mais nous conseillerons donc, lors d'introduction de poissons, de réaliser des examens parasitologiques et des traitements éventuels.

Siluriformes :

La pathologie des siluriformes africains est encore plus mal connue : aucun virus spécifique n'a encore été décrit, et pour ce qui concerne les bactéries et les parasites, ce qui vient d'être dit au sujet du Tilapia reste valable.

Toutefois, il pourrait y avoir un risque important en cas d'importation, dans nos régions riches en poissons-chats locaux, d'espèces d'élevage telles que le cat-fish américain (*Ictalurus punctatus*) ou le silure européen. Citons comme risques majeurs :

- le Channel Cat-fish Virus, Herpès virus des Ictaluridés qui sévit dans le Sud des Etats-Unis,

- l'Iridovirus du silure européen (*Silurus glanis*),

- la bactérie *Edwardsiella ictaluri* qui est la première cause de pertes dans l'industrie du poisson-chat américain : elle est responsable d'une entéro-septicémie à l'origine d'une forte mortalité chez les Ictaluridés, mais également chez d'autres espèces de poissons d'eau chaude. Ce germe a été isolé sur *Clarias batrachus* en Thaïlande, et sur différentes espèces ornementales.

En outre, il faut toujours envisager la sensibilité possible des espèces indigènes à un agent dont l'hôte introduit est normalement peu sensible, voire réfractaire (notion de porteur sain).

LES RISQUES POUR L'HOMME

Bien que plus limité, ce risque n'est pas à négliger. D'une manière générale, les agents des maladies virales et parasitaires des poissons ne présentent pas de risque pathologique pour l'homme. Par contre, les poissons peuvent héberger sur leur surface ou dans leur tube digestif des bactéries potentiellement pathogènes pour l'homme, telles que *Vibrio cholerae*, *Salmonella sp.*, *Shigella sp.*, des Mycobactéries, ainsi que le virus de l'Hépatite. Ces poissons vont jouer alors un rôle de vecteur passif et l'excrétion de ces germes dans le milieu extérieur pourra représenter une source de contamination pour l'homme.

Tout ceci doit donc nous amener à prendre un certain nombre de précautions sanitaires lors de l'introduction de poissons, dans le double but de sauvegarder la faune aquatique sauvage et d'élevage, et de protéger la santé humaine.

LES PRECAUTIONS A PRENDRE

Ces précautions s'articulent en fait autour de deux points principaux qui sont : la connaissance de l'origine et de l'état sanitaire des poissons; la mise en place de procédures de contrôle des animaux à l'arrivée.

1 - La législation :

Son existence est très variable selon les pays. Du fait du fort développement de leur aquaculture, les pays occidentaux et asiatiques ont mis en place, ou sont en train de le faire, des règlements spécifiques pour les échanges internationaux d'animaux aquatiques, et il est souhaitable, même en l'absence de législation, de s'inspirer de ces procédures. Signalons que, bien que notre exposé soit plus spécialement tourné vers les poissons vivants, il reste valable en ce qui concerne les Crustacés et les Mollusques, ainsi que le sperme et les oeufs des espèces aquatiques. En tout premier lieu il convient de solliciter auprès des autorités compétentes du pays d'accueil, une autorisation d'Importation. Ensuite, on veillera à s'entourer de toutes les précautions possibles en ce qui concerne:

2 - L'origine des poissons :

Il est essentiel de connaître la situation sanitaire du pays et de l'élevage d'origine. On peut éventuellement demander que les animaux soient soumis avant le départ à des analyses et à des traitements (sachant qu'il est difficile de s'assurer de la réalisation effective de ceux-ci).

3 - Le certificat sanitaire : il devra accompagner les animaux

Le modèle de certificat doit être imposé par le pays qui importe, et le document n'a de valeur que s'il est émis par les autorités agréées, qui peuvent être les services vétérinaires centraux ou encore les services en charge de l'aquaculture et de la pêche. Il convient de faire attention aux certificats délivrés directement par le service vétérinaire de l'aéroport de départ, qui bien souvent ne correspondent pas à un contrôle réel. Le certificat sanitaire devra indiquer au minimum : les espèces de poissons; le nombre par espèce; la provenance des poissons; le moyen de transport; la destination; des renseignements sanitaires

Dans le cas particulier des espèces africaines, il est difficile de préciser spécifiquement de quels germes les poissons doivent être exempts, en raison de l'absence de pathogènes majeurs répertoriés (à la différence des Salmonidés, Cyprinidés et Ictaluridés). L'attestation sera donc réalisée sur la base de l'inspection visuelle, et devra préciser que les animaux ne présentent pas de lésion tégumentaire ni de signe clinique de maladies.

4 - Le transport

Le transport devra être réalisé avec du matériel neuf ou désinfecté auparavant, et utiliser de l'eau potable. On évitera le mélange de poissons d'espèces ou d'origine différentes dans les mêmes containers. L'eau de transport ne devra pas être évacuée dans le milieu naturel, et devra subir une stérilisation préalable. De même, le matériel ayant servi au transport devra être détruit ou désinfecté.

5 - La quarantaine

Elle est indispensable, car elle permet l'observation des poissons sur une longue durée, l'apparition d'une maladie ayant des chances de survenir dans les jours suivant le transport du fait du stress qui a été occasionné. En ce qui concerne les conditions de stabulation, l'aménagement devra être conçu pour permettre une désinfection facile des bacs de quarantaine (verre, polyester) et une stérilisation de l'eau avant son évacuation. La station de quarantaine devrait être agréée par les services officiels du pays d'accueil.

La durée de la quarantaine sera au minimum de 15 jours, mais une durée de 1 mois semble préférable. Cette période couvre les durées d'incubation des maladies infectieuses, autorise la réalisation d'analyses et de traitements éventuels avant la

libération des poissons, et permet également que les animaux se débarrassent spontanément des germes qui ne leur sont pas spécifiques (germes d'origine humaine) sans que ceux-ci ne soit rejetés dans le milieu extérieur. Les analyses à mettre en oeuvre seront fonction de l'espèce concernée et de la connaissance des germes pathogènes recensés sur cette espèce. Elles comprendront des analyses parasitologiques, bactériologiques, voire virologiques. Toutefois, ceci pose le problème de l'existence d'un laboratoire compétent dans le pays d'accueil, et de la formation de spécialistes en pathologie aquacole. Les analyses peuvent être réalisées dans un laboratoire vétérinaire, mais il sera souvent indispensable de s'adresser à un laboratoire étranger spécialisé. En fonction des résultats des analyses ci-dessus, un traitement éventuel, anti-parasitaire ou antibiotique, pourra être réalisé avant la libération des poissons. Enfin, une désinfection post-quarantaine est indispensable, la substance de choix restant l'hypochlorite de sodium ou eau de Javel.

Conclusion

Dans le domaine de l'aquaculture, la nécessité de l'introduction de nouvelles espèces pour les besoins de l'élevage ou de la recherche est indéniable. Toutefois, il est impératif de s'entourer de toutes les précautions sanitaires nécessaires à la sauvegarde des poissons sauvages comme d'élevage, ainsi qu'à la protection de la santé humaine. Tout ceci vise à minimiser le risque, sachant que celui-ci ne sera jamais supprimé totalement. Les différentes mesures exposées sont faciles à mettre en place. Il conviendra en particulier de privilégier la notion de quarantaine, dans la mesure où bien souvent l'assurance de la qualité sanitaire des poissons est difficile à obtenir. Ceci est également le cas lors de captures de poissons sauvages. Dans les pays africains où la législation en la matière fait bien souvent défaut, il serait utile de provoquer une réflexion sur ce sujet de la part de l'administration, avec par exemple la création de groupes de travail associant professionnels, chercheurs, etc. En outre, il s'avère indispensable de disposer d'un laboratoire spécialisé et de personnel formé en matière de pathologie aquacole. L'existence d'un tel laboratoire au sein de chaque pays ne se justifie pas toujours, et ces activités pourraient se concevoir à un niveau régional. En tout état de cause, le Laboratoire de Pathologie Aquacole d'Abidjan est prêt à collaborer avec les autres équipes africaines, et à leur apporter dans la mesure de ses possibilités un soutien technique et pédagogique.

Enfin, il serait opportun de créer un réseau entre les différents pays africains afin de faciliter la circulation d'informations à l'échelle continentale en matière de pathologie des animaux aquatiques.

Etudes des parasites de Cichlidae en Afrique de l'Ouest

Antoine Pariselle

ORSTOM, Centres de Recherches Océanologiques, B.P. V 18, Abidjan, Côte d'Ivoire

Introduction

Ces études sont de deux types: les études de systématique proprement dite (morphologie) et les études des relations hôtes/parasites (la spécificité parasitaire).

Systématique

- Les Cichlidae sont connus pour être parasités par cinq genres de Monogènes. Trois sont des parasites branchiaux: *Cichlidogyrus* Paperna, 1960, *Scutogyrus* Pariselle et Euzet, sous presse a et *Onchobdella* Paperna, 1968; un est parasite stomacal: *Enterogyrus* Paperna, 1963; le dernier est dans la vessie urinaire: *Urogyrus* Bilong Bilong *et al.*, 1994.

Dans cette étude nous nous sommes intéressés aux parasites branchiaux (fig. 1), seuls présents systématiquement et en grand nombre dans les élevages en Côte d'Ivoire (station de Layo).

Nous avons pu ainsi décrire (tab. I), sur les 25 espèces de Cichlidae observées, 74 espèces différentes de Monogènes dont 43 sont nouvelles (Pariselle et Euzet, 1994, 1995, sous presse a, sous presse b, sous presse c, sous presse d; Pariselle *et al.*, sous presse).

La distinction entre les différents genres et espèces de Monogènes se fait grâce à la morphologie des pièces sclérifiées du hapter (appareil d'accrochage du vers à la branchie du poisson hôte) ou de l'appareil génital :

Les genres *Cichlidogyrus* et *Scutogyrus* d'une part et *Onchobdella* d'autre part se différencient aisément grâce à la morphologie du hapter (fig. 2): *Onchobdella* a des grands crochets de taille et de forme très différentes, une barre ventrale en deux parties et pas d'auricules sur la barre dorsale. *Cichlidogyrus* et *Scutogyrus* présentent deux paires de grands crochets semblables et deux barres dont la dorsale porte les auricules caractéristiques.

La distinction entre *Scutogyrus* et *Cichlidogyrus* (fig. 3) se fait par la taille des auricules qui est très différente, les barres sont, chez *Scutogyrus*, munies de plaques qui changent le fonctionnement du hapter.

Parmi les *Cichlidogyrus sensu stricto* on peut définir 4 groupes en fonction de la morphologie des pièces sclérifiées du hapter (fig. 4):

type 1 les auricules sur la barre dorsale sont peu développés (il faut rappeler que les autres genres de Monogènes de la même famille ne présentent pas d'auricules du tout),

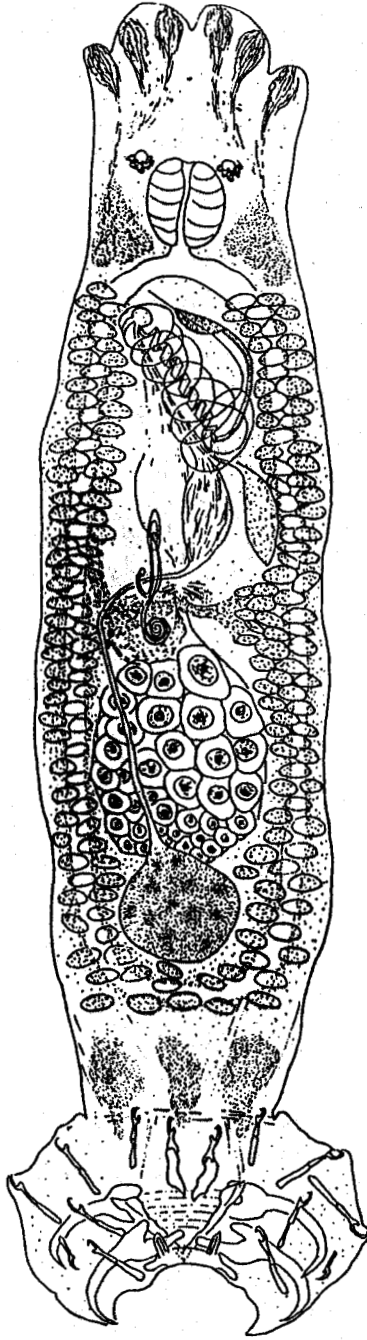


Figure 1. Schéma d'un monogène branchial.

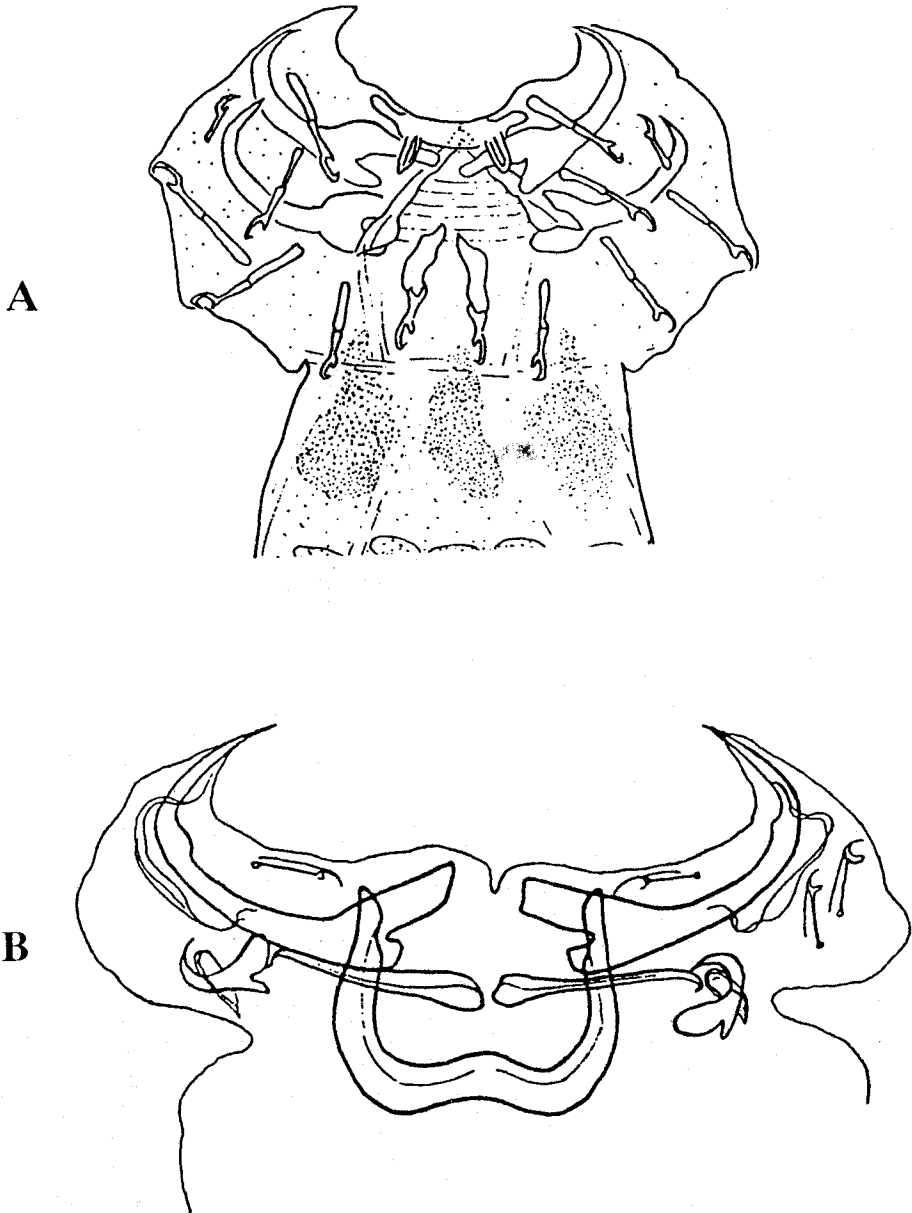


Figure 2. Différentes formes de haptors chez les monogènes branchiaux. A, genres *Scutogyrus* et *Cichlidogyrus*, B, genre *Onchobdella*.

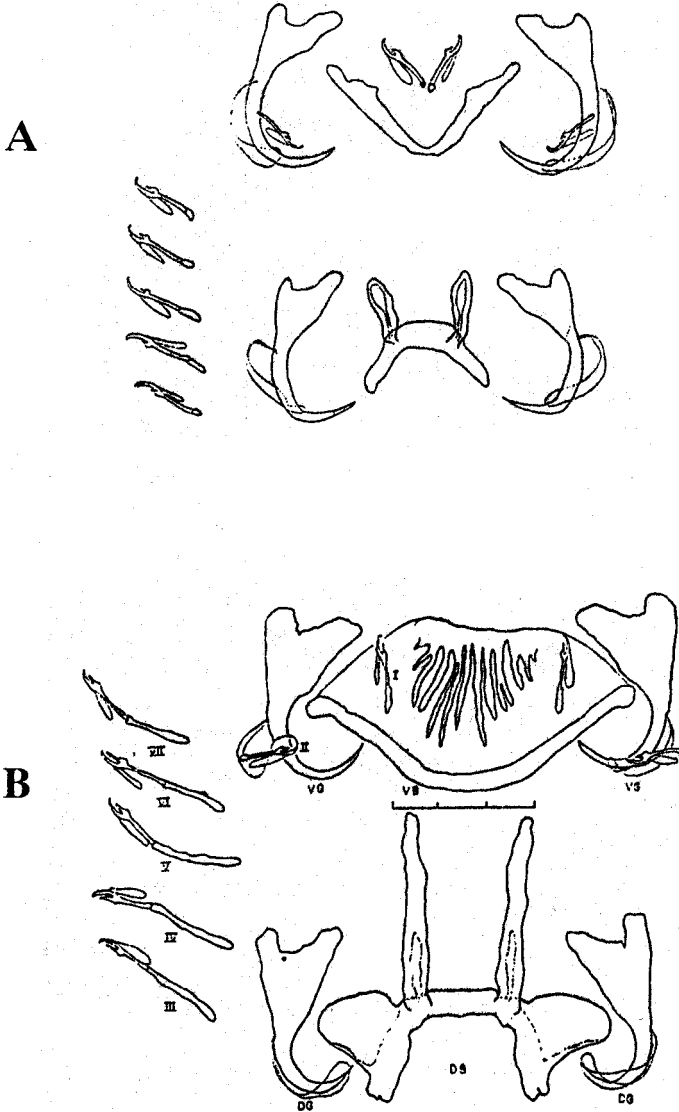


Figure 3. différentes formes de Haptens permettant de distinguer les espèces de monogènes branchiaux des genres *Cichlidogyrus* (A) et *Scvutogyrus* (B).

type 2: type fondamental, les auricules sont bien développés, les uncinuli (petits crochets) sont de taille réduite,

type 3: les uncinuli des paires I et II sont de taille réduite, les autres sont plus grands (au moins deux fois),

type 4: Les uncinuli de la première paire sont beaucoup plus gros.

Si on regarde la répartition des différentes morphologies (donc des genres et des espèces) on s'aperçoit qu'elle ne s'est pas faite de manière aléatoire au sein des hôtes (tab. II):

Le genre *Onchobdella* est uniquement sur les genres *Pelmatochromis*, *Hemichromis* et *Chromidotilapia*. Les *Cichlidogyrus* présents sur ces poissons ont tous des haptours de type 4.

Scutogyrus est uniquement sur *Oreochromis* et *Sarotherodon*.

Les parasites présentant le haptour de type 1 ne se trouvent que chez *Tylochromis*,
etc..

On voit donc qu'un lien étroit existe entre les parasites et les hôtes.

Spécificité parasitaire

Si l'on observe maintenant la spécificité parasitaire (nombre d'espèces hôtes que peut coloniser une espèce de parasite) on s'aperçoit que si une espèce de parasites est présente sur plusieurs espèces d'hôtes celles-ci sont proches génétiquement (tab. I): *C. halli* est présente sur les genres *Oreochromis* et *Sarotherodon*, *C. yamii* ou *C. cubitus* sur de nombreux *Tilapia*, *C. nuniezi* est sur *T. cessiana* et *T. buttikoferi* deux espèces très proches génétiquement.

Dans le sous-genre *Coptodon* (*Tilapia coffea*, *T. dageti*, *T. guineensis*, *T. louka*, *T. walteri* et *T. zillii*) sur les 22 espèces de parasites décrites, 2 sont présentes sur tous les poissons, six ne sont présentes que sur deux poissons (dont cinq sur un couple *T. dageti*, *T. guineensis* ou *T. zillii*, espèces qui ont été trouvées hybridées dans le milieu naturel), 6 parasites seulement sont spécifiques.

Les parasites ont, encore une fois, de bons marqueurs de la proximité génétique des hôtes.

Si on étudie maintenant le parasitisme d'une espèce de poisson sur une large aire de répartition géographique, par exemple *Sarotherodon melanotheron*, on s'aperçoit que la parasitofaune est très dépendante de la région d'échantillonnage de l'hôte (tab. 3).

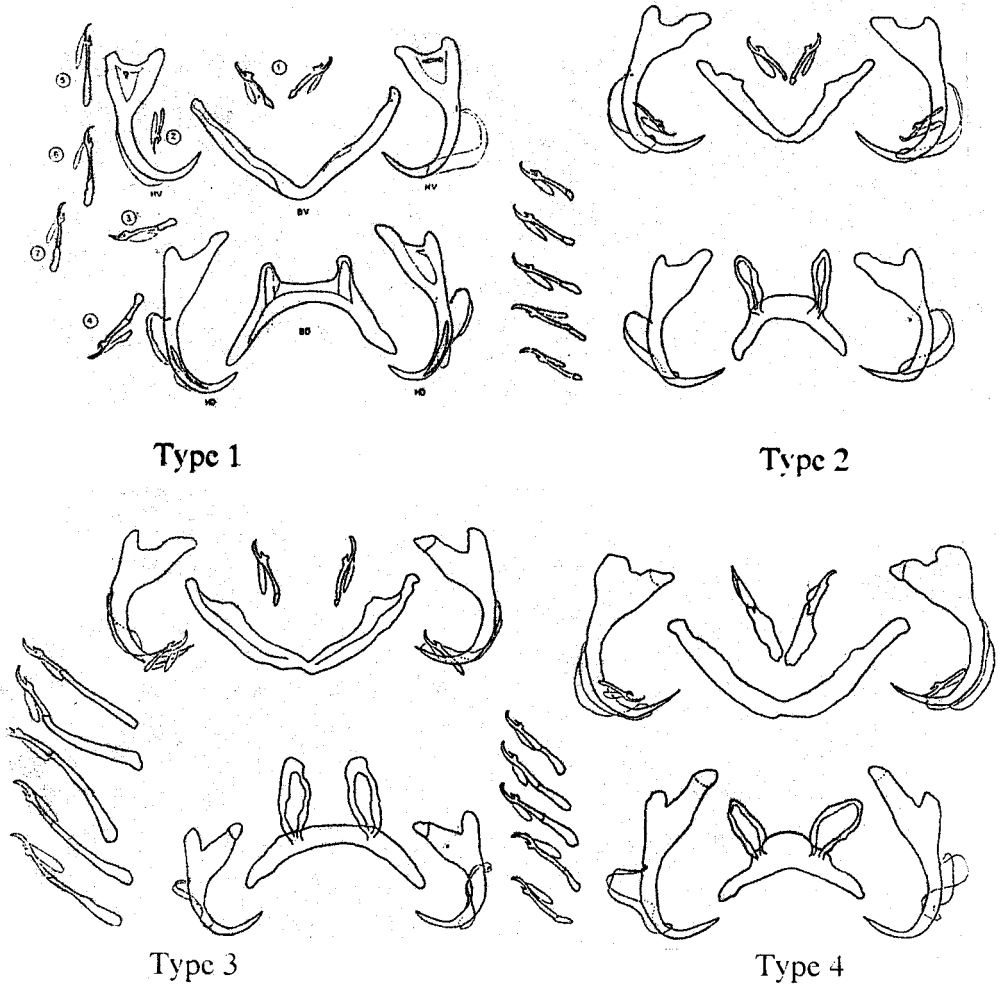


Figure 4. Pièces sclérifiées du haptor permettant de définir quatre groupes parmi les espèces de *Cichlidogyrus*.

Tylochromis jentinki	Tylochromis intermedius	Chromidotilapia guntheri	Hemichromis bimaculatus	Hemichromis fasciatus	Pelmatochromis buettikoferi	Tilapia busumana	Tilapia dageti	Tilapia guineensis	Tilapia louka	Tilapia walteri	Tilapia zillii	Tilapia coffea
1	1	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	
1	1			4					2			
1				4				3			3	
1				4		4	4	4		4	4	4
				4				3				
				4		2	2	2	2	2	2	
				4			4	4	4	4	4	4
				4				3	3	3	3	3
		Onchobdella		Onchobdella	Onchobdella	Onchobdella	Onchobdella	4	4			
			Onchobdella	Onchobdella				3		3		
				Onchobdella			2				2	
								2				2
						3	3	3		3	3	3
								3			3	
							4	4	4	4	4	

Tilapia mariae	Tilapia cabrae	Tilapia brevimanus	Tilapia cessiiana	Tilapia buttikoferi	Oreochromis aurcus	Oreochromis niloticus	Oreochromis mossambicus	Sarotherodon caudomarginatus	Sarotherodon galilaeus	Sarotherodon melanotheron	Sarotherodon occidentalis
2	4	4		2			2			2	3
3	3	3	4	4	3	3		2		4	3
3	3	4		3	3	3	3		3	2	3
4	4			2		2			2	3	3
					2	2			2		2
					Scutogyrus	Scutogyrus	Scutogyrus		Scutogyrus	Scutogyrus	Scutogyrus

Tableau II: Répartition des genres et des types de haptour chez les monogènes de Cichlidae en Afrique de l'Ouest.

Localité	<i>acerbus</i>	<i>erectus</i>	<i>longicornis</i>	<i>magnus</i>
Sénégal				
St Louis	87,4	1,5	0	0
Retba	0	100	0	0
Somone	90,2	9,8	0	0
Banjul	100	0	0	0
Ziguinchor	61,8	38,2	0	0
Guinée				
Kogon	74,7	0	25,3	0
Koba	100	0	0	0
konkouré	18,2	0	18,2	63,6
Forecariah	1000	0	0	0
Côte d'Ivoire				
Layo	59,2	3,3	16,6	20,9
Bakré	63,7	0	28	8,3
Ayamé	0	60	20	0
Samakro	90	0	5	5

Tableau III. Parasitofaune de *Sarotherodon melanotheron* en fonction de la zone d'échantillonnage.

Conclusion

Ces résultats montrent bien l'intérêt des études de parasitologie à la fois pour la caractérisation des hôtes (études systématiques) et, s'ils restent théoriques pour la spécificité parasitaire (proximité génétique des hôtes), ils peuvent néanmoins avoir un grand intérêt en aquaculture. En effet, on admet classiquement que les parasites ont peu d'effets sur leurs hôtes en conditions naturelles (un parasite ne tue pas son hôte) par contre c'est lors de la rupture de l'équilibre hôte/parasite établi au cours du temps que les problèmes de pathologie apparaissent. Or cette rupture d'équilibre peut être quantitative: explosion des populations parasitaires lors de l'antropisation des milieux (barrages, élevages) ou plus grave encore qualitative par apparition d'un parasite nouveau sur un hôte, qu'il s'agisse d'une capture proprement dite (passage d'un parasite sur une nouvelle espèce hôte) ou encore mise en contact d'un hôte avec un parasite présent sur la même espèce mais provenant d'une région différente. Dans ces cas les études de spécificité sont très importantes avant toute introduction d'espèces nouvelles (prenant en compte la proximité génétique des espèces hôtes).

Principes et analyse des données de l'électrophorèse des protéines enzymatiques.

Jean François Agnès

ORSTOM, Centre de Recherches Océanologiques, BP V18, Abidjan, Côte d'Ivoire.

Principes généraux

L'électrophorèse, qu'elle soit appliquée aux protéines enzymatiques ou non, permet de séparer des molécules chargées en solution sous l'action d'un champ électrique. Les protéines sont des molécules constituées d'une ou plusieurs chaînes polypeptidiques, elles-même formées d'une succession d'acides aminés. Certains acides aminés possèdent un radical qui peut s'ioniser et être chargé électriquement. La charge électrique (+/-) de chaque acide aminé dépend du pH du milieu qui l'environne. Chaque acide aminé est caractérisé par un pH isoélectrique (pHi), qui est le pH pour lequel sa charge est nulle. En deça de ce pH, l'acide aminé est chargé positivement, au delà, il est chargé négativement. L'ensemble de ces acides aminés donne à la protéine en solution une certaine charge électrique qui provoque sa migration lorsqu'elle est soumise à un champ électrique. De la même manière que précédemment, la protéine est caractérisée par un pHi qui est la résultante de tous les pHi des acides aminés qui la composent. Chaque acide aminé est codé par une séquence de trois nucléotides au sein de la molécule d'ADN qui est tout d'abord transcrite en ARN avant d'être traduite (figure 1). Une mutation (changement d'un nucléotide par un autre, délétion, insertion, etc...) intervenant sur la molécule d'ADN, sera répercutée au niveau de l'ARN messenger et l'acide aminé résultant de la traduction sera changé (exception faite des mutations dites silencieuses qui ne changent pas le sens du codon). Si ce nouvel acide aminé a une charge différente de celui qu'il remplace, la protéine aura alors une charge globale différente et ses potentialités de migration dans un champ électrique seront modifiées. Cette nouvelle protéine pourra être distinguée de la précédente sur le gel d'électrophorèse car elle ne se trouvera pas au même niveau à l'issue de la migration.

De cette manière, en accédant à la variabilité des protéines, nous avons également accès à celle de l'ADN, donc du génome. Il faut cependant émettre quelques restrictions: une substitution de nucléotide n'entraîne pas forcément un changement d'acide aminé (plusieurs triplets de nucléotides codent pour le même acide aminé), un changement d'acide aminé n'entraîne pas forcément un changement de charge (plusieurs acides aminés ont la même charge). D'une manière générale, on admet que le polymorphisme révélé par l'électrophorèse enzymatique représente environ le tiers du polymorphisme de la molécule protéique.

Lorsque l'on fait migrer l'ensemble des protéines d'un organe, muscle, foie, dans un gel qui sert de support à la migration, comment rendre visible une seule d'entre elles sans du même coup visualiser l'ensemble des protéines en solution dans l'homogénat étudié?

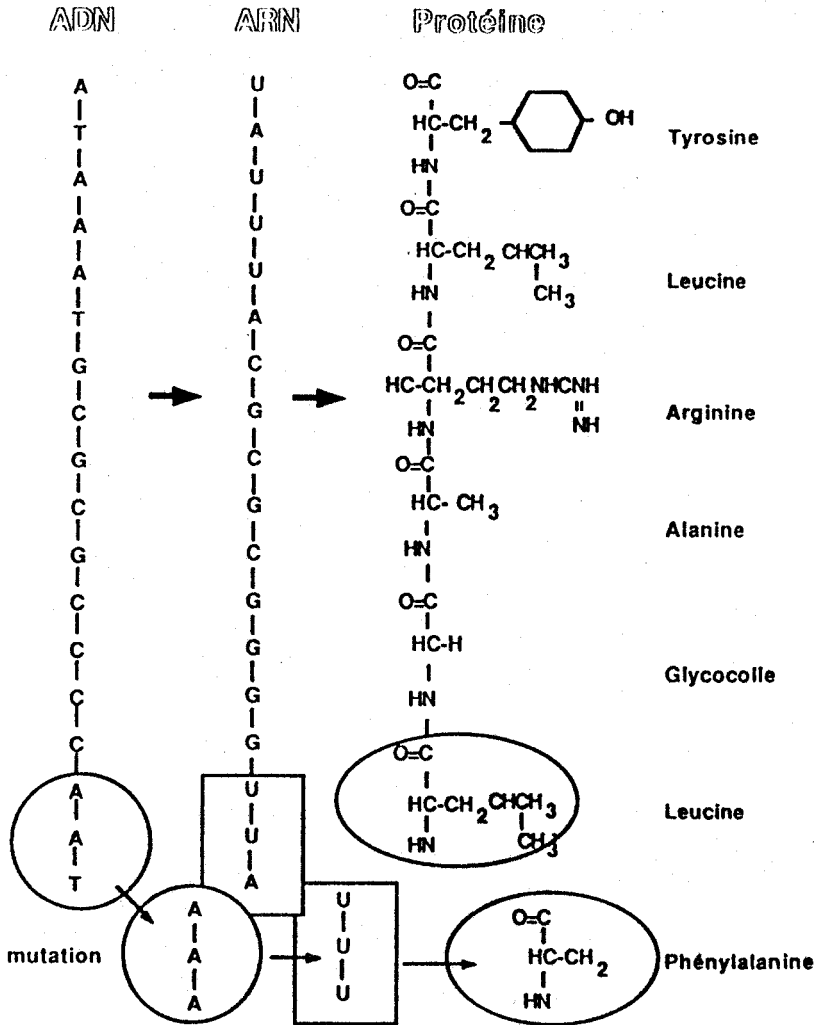


Figure 1. Schéma montrant le codage d'une protéine à partir d'un brin d'ADN et les implications d'une mutation ponctuelle sur ce brin.

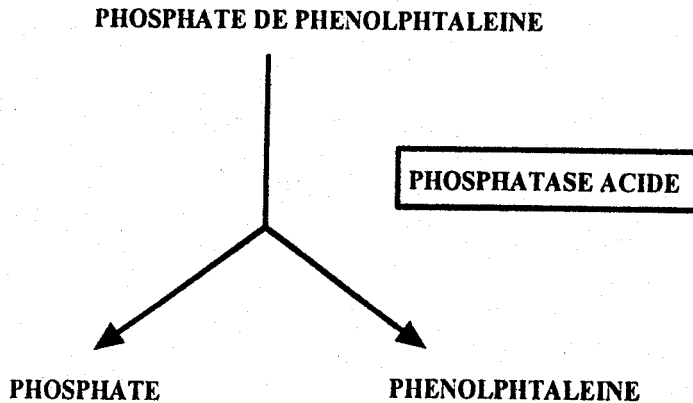


Figure 2. Schéma de la réaction catalysée par la phosphatase acide. La phenolphtaleine est colorée et permet de voir où la réaction a eu lieu dans le gel.

On utilise pour cela les propriétés des protéines ayant une fonction enzymatique (les enzymes sont des catalyseurs biologiques grâce auxquels peuvent s'effectuer les réactions chimiques indispensables au fonctionnement de la cellule). Les enzymes, transforment leur substrat (un alcool, un acide, un lipide, une autre protéine, etc...) à l'endroit même où elles se trouvent dans le gel. Si un des composés de la réaction enzymatique est coloré ou colorable, on met ainsi en évidence l'endroit où ont migré les protéines.

La technique de révélation consistera à faire tremper le gel dans une solution contenant le substrat de l'enzyme que l'on veut révéler pour la faire fonctionner. On ajoutera également des molécules susceptibles de se colorer grâce et à l'endroit même de cette réaction (figure 2).

Le déroulement schématique d'une séance d'électrophorèse des protéines enzymatiques s'établit comme suit (Figure 3): (1) prélèvement d'un morceau de foie et de muscle, (2) broyage et centrifugation afin d'obtenir des extraits liquides, (3) conservation au congélateur (-30 C) ou dans l'azote liquide, (4) et (5) décongélation pour exécuter un prélèvement puis recongélation, (5) prélèvement d'une petite quantité d'extrait par imbibition d'un papier filtre, (6) disposition des papiers filtres dans le gel d'amidon, (7) mise sous tension du gel entraînant la migration de toutes les protéines, (8) la tranche d'amidon est plongée dans une solution contenant les réactifs permettant à un enzyme donné de fonctionner, ce fonctionnement devant provoquer sa visualisation sur le gel, (9) interprétation du gel.

L'électrophorèse des protéines enzymatiques permet d'analyser un grand nombre d'individus ainsi que plusieurs dizaines d'enzymes pour chaque individu. Elle reste une méthode simple, rapide, et relativement peu onéreuse de la génétique biochimique des populations.

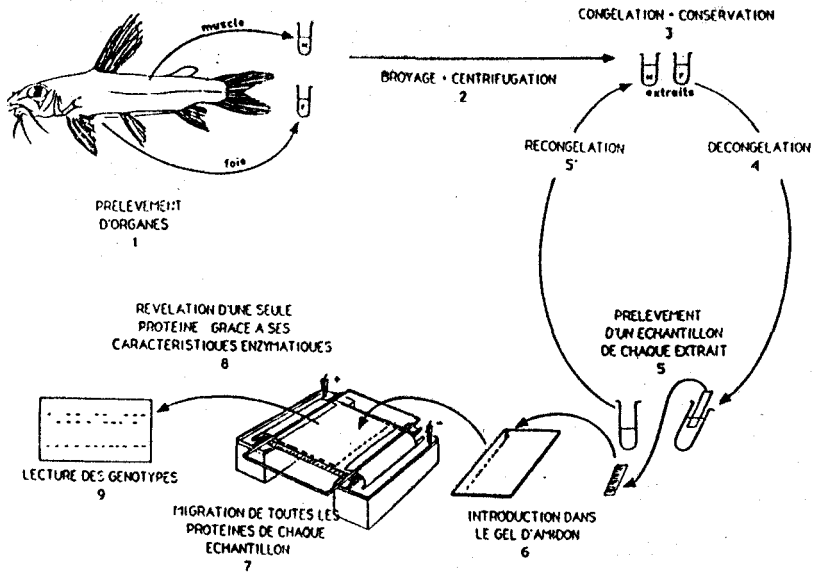


Figure 3. Déroulement schématique d'une séance d'électrophorèse des protéines enzymatiques, (1) prélèvement d'un morceau de foie et de muscle, (2) broyage et centrifugation afin d'obtenir des extraits liquides, (3) conservation au congélateur (-30 C) ou dans l'azote liquide, (4) et (5) décongélation pour exécuter un prélèvement puis recongélation, (5) prélèvement d'une petite quantité d'extrait par imbibition d'un papier filtre, (6) disposition des papiers filtres dans le gel d'amidon, (7) mise sous tension du gel entraînant la migration de toutes les protéines, (8) la tranche d'amidon est plongée dans une solution contenant les réactifs permettant à un enzyme donné de fonctionner, ce fonctionnement devant provoquer sa visualisation sur le gel, (9) interprétation du gel.

L'étude du polymorphisme enzymatique

L'électrophorèse nous fournit des résultats sous forme de génotypes, pour chaque individu et pour chaque enzyme étudié. Chaque individu diploïde, possède deux copies de chaque gène (deux allèles), chacune lui provenant d'un de ses parents. Si ces deux copies sont identiques, on dira que l'individu est homozygote pour l'allèle en question. Si elles sont différentes (à cause d'une mutation ayant affecté une des copies), on dira que l'individu est hétérozygote. Le premier travail consistera à transformer ces données génotypiques en fréquences alléliques caractéristiques de la population à laquelle appartiennent les individus étudiés. Ensuite, on calcule ce que devraient être les proportions des différents génotypes dans la population que l'échantillon représente.

Pour cela, on dispose d'un théorème ou "loi de Hardy-Weinberg" qui stipule que si dans une population deux allèles A et B sont présents à des fréquences respectives p et q ($q=1-p$), alors, la fréquence théorique des génotypes homozygotes sera p^2 (AA) et q^2 (BB), et la fréquence théorique du génotype hétérozygote sera $2pq$ (AB).

Dans le cas où les proportions observées seraient significativement différentes des proportions attendues, il est nécessaire de vérifier si l'on a pas fait d'erreur dans l'interprétation des zymogrammes ou dans l'échantillonnage (présence de plusieurs espèces dans le même échantillon), puis de tenter d'en expliquer la cause (absence de panmixie, effets sélectifs).

On peut ensuite calculer des paramètres statistiques qui caractériseront chaque population, ou encore les populations les unes par rapport aux autres. Dans le premier cas, il s'agira de mesurer la variabilité génétique, dans le second, la divergence génétique.

MESURE DE LA VARIABILITE GENETIQUE

On dispose pour cela de trois indices: a) Le taux de polymorphisme P qui correspond au nombre de locus polymorphes par rapport au nombre de locus étudiés. On peut considérer qu'un locus est polymorphe lorsque l'allèle le plus commun a une fréquence inférieure ou égale à 99% ($P_{99\%}$), ou à 95% ($P_{95\%}$); b) La diversité allélique A , est le nombre moyen d'allèles par locus; c) la diversité génétique moyenne H_i (encore appelée hétérozygotie théorique), concerne les locus au sein de chaque population. H_i est fonction du nombre d'allèles présents à chaque locus et de leurs fréquences.

MESURE DE LA DIVERGENCE GENETIQUE

Toute une gamme d'indices permet d'estimer les distances génétiques entre populations ou taxons (Cavalli-Sforza et Edwards, 1967; Farris, 1972; Felsenstein, 1973; Fitch, 1971; Nei, 1972, 1978; Sneath et Sokal, 1973; Autem et Bonhomme, 1980). Chaque indice possède des propriétés biologiques et mathématiques qui lui sont propres.

Cette divergence génétique étant mesurée, il va falloir traduire les relations entre les distributions d'allèles, les fréquences alléliques, ou les génotypes d'une part et les taxons (genres, espèces ou populations conspécifiques) d'autre part grâce à des analyses de type phylogénétique.

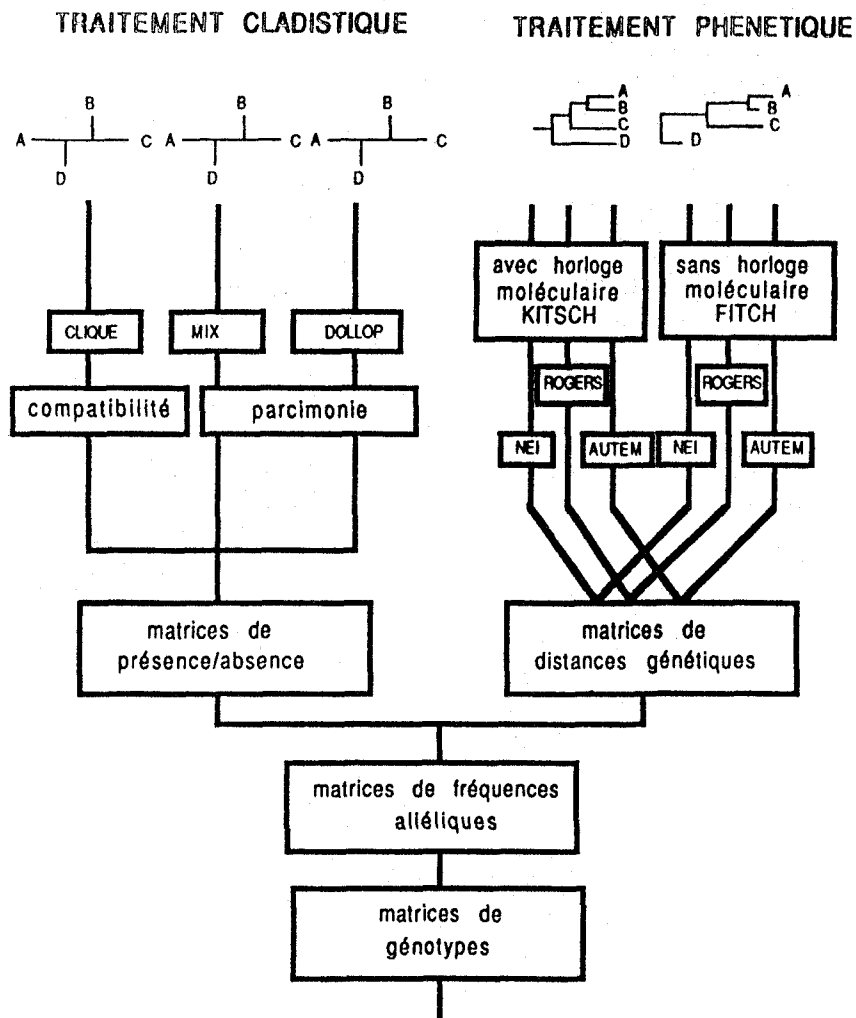


Figure 4. Les données de l'étude du polymorphisme enzymatique sont recueillies sous forme de génotypes. Ces matrices de génotypes sont transformées en matrices de fréquences alléliques qui sont caractéristiques de chaque échantillon. Ces matrices peuvent à leur tour être transformées en matrices de distances génétiques pour un traitement phénétique, ou en matrices de présence/absence d'allèles (0/1) pour un traitement cladistique. Pour le traitement phénétique, les matrices de distances génétiques (indices de Nei, 1972; Rogers, 1972; ou de Autem et Bonhomme, 1980) peuvent être analysées en supposant l'existence d'une horloge moléculaire (programme KITSCH), ou l'inverse (programme FITCH). Dans le dernier cas, on obtient un dendrogramme non raciné. En ce qui concerne le traitement cladistique, les matrices de présence/absence d'allèles peuvent être traitées selon le principe de compatibilité (programme CLIQUE) ou de parcimonie (programme MIX et DOLLOP). Dans les deux cas, on obtient un réseau.

Ce type d'analyses (fig. 4) permet non seulement de classer les objets analysés en fonction de leurs ressemblances, mais aussi et surtout en fonction de leurs liens de parenté, et ainsi de rendre compte des évènements évolutifs au sein des familles, genres ou espèces. En pratique, les dendrogrammes ou arbre phylogénétiques ou encore réseaux phylogénétiques proposés sont construits soit à partir d'algorithmes de classification hiérarchique appliqués à des matrices de distances génétiques (traitement phénétique) soit à partir d'autres techniques utilisant les données brutes sous forme de fréquences géniques ou présence/absence d'allèles (traitement cladistique).

Différenciation génétique des populations de *Chrysichthys nigrodigitatus* (Lacépède, 1803) .

(1) Béatrice Gourène et (2) Jean François Agnèse.

(1) Centre de Recherches Océanologique, B P V18, Abidjan, Côte d'Ivoire.

(2) ORSTOM, Centre de Recherches Océanologique, B P V18, Abidjan, Côte d'Ivoire.

Introduction

Chrysichthys nigrodigitatus est une espèce de Claroteidae que l'on trouve dans la plupart des bassins hydrographique du Sénégal jusqu'en Angola. Dans le milieu naturel, ce poisson se nourrit de larves d'insectes, de petits mollusques, d'alevins, d'hémiptères nageurs mais aussi de zooplancton. *Chrysichthys nigrodigitatus* est une des espèces de Siluriforme d'intérêt piscicole. Pour cette raison, il est apparu nécessaire d'étudier la variabilité génétique des populations naturelles sur une vaste zone représentant la majeure partie de son aire de répartition. Une précédente étude a été réalisée grâce à l'électrophorèse des protéines enzymatiques, Agnèse *et al.* (1989), sur les populations de Côte-d'Ivoire et du Mali. Cette étude a montrée l'existence d'une grande différenciation entre la population du fleuve Niger (à Bamako) et celles des principaux bassins de Côte d'Ivoire (Bandama, Sassandra lagunes Ebrié et Aby). Au cours de ce travail, nous avons utilisé les mêmes techniques biochimiques mais nous avons étendu l'air de répartition des populations étudiées.

Matériel et méthode

Neuf échantillons représentant autant de populations de *Chrysichthys nigrodigitatus* ont été étudiés : Layo et S.I.A.L. (Côte d'Ivoire), Dagana (Sénégal), Sélingué (Mali), Battor (Ghana) Kouilou et Louémé (Congo). Les échantillons ont été conservés à -80°c jusqu'à leur analyse. La SIAL ou Societé Ivoirienne d' Aquaculture Lagunaire est une ferme piscicole où un echantillon de poissons domestique a été pris à titre comparatif.

Trois indices ont été utilisés pour évaluer la variabilité génétique : la diversité allélique (A) qui est le nombre moyen d'allèles par locus, le taux de polymorphisme (P) qui correspond au nombre de locus polymorphes par rapport au nombre de locus étudiés, l'hétérozygotie moyenne (H), Nei (1978).

Les tests de déviation des fréquences alléliques par rapport à celles attendues sous l'hypothèse de l'équilibre de Hardy-Weinberg ont été effectuées à l'aide du test G fourni par le programme BIOSYS de L. Swoford (1989).

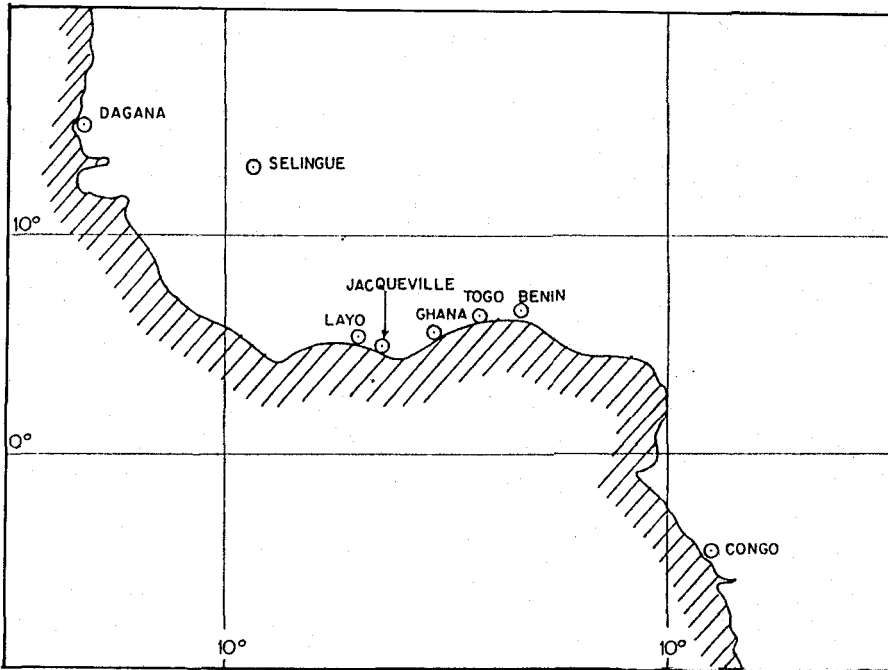


Figure 1. Sites d'échantillonnage des populations de *Chrysichthys nigrodigitatus*.

La divergence génétique entre les échantillons a été évaluée par une méthode d'agglomération hiérarchique à partir d'une matrice de distance de Rogers (1972). Cette matrice obtenue à partir du tableau de fréquences alléliques a été traitée par le programme FITCH de J. Felsenstein (Department of genetics, Université de Washington, Seattle, Washington 98195) utilisant l'algorithme d'agglomération de Fitch et Margoliash (1967). Le tableau de fréquences alléliques a également été transformé en une matrice de présence/absence d'allèles. Cette matrice a été traitée par un algorithme de parcimonie (Eck et Dayhoff, 1966; Kluge et Farris, 1969) par le programme MIX de J. Felsenstein.

Résultats

L'étude du polymorphisme enzymatique de *C. nigrodigitatus* a porté sur 22 locus (tableau I). Les locus polymorphes, la fréquence des allèles et les indices estimant le degré de polymorphisme sont résumés dans le tableau II. Tous les locus étudiés se sont révélés monomorphes pour le même allèle dans les deux échantillons du Congo (Kouilou et Louéme). Pour cette raison, ces deux échantillons ont été considérés comme représentant une seule population dans l'analyse. Dans l'ensemble des échantillons, 15 des 22 locus étudiés sont monomorphes pour le même allèle. Ce sont : AAT1, AAT2, EST2, GPI1, IDH1, SOD2, AK, CK, LDH1, LDH2, MDH1, MDH2, FUM, α GPD.

Tableau I. Liste des systèmes recherchés, des tissus et des tampons utilisés dans l'étude du polymorphisme enzymatique de *chrysichthys nigrodigitatus*, F : foie, M : muscle, O : oeil. Pour la composition des tampons voir Pasteur *et al* (1987).

Systèmes enzymatiques	locus	tissus			tampons
Aspartate aminotransf. (EC 2.6.1.1)	AAT-1	F	M	O	TC 6,7
	AAT-2	F	M	O	TC 6,7
Adenylate kinase (EC 2.7.4.3)	AK		M	O	MC 2
Creatine kinase (EC 3.1.3.1)	CK		M	O	MC 2
Esterase (E.C 3.1.1.1)	EST-1	F			TM 6,9
	EST-2	F			TM 6,9
Fructose biphosphatase (EC 3.1.3.11)	FBP	F			TM 6,9
Fumarase hydratase (EC 4.2.1.2)	FH		M	O	MC 2
Glucose 6 p isomérase (EC 5.3.1.9)	GPI1	F	M	O	TC6,7
	GPI2	F	M	O	TC6,7
Isocitrate deshydrogenase (EC 1.1.1.14)	IDHP-1		M	O	TC 6,7
	IDHP-2	F			TC 6,7
Lactate deshydrogenase (EC 1.1.1.27)	LDH-1		M	O	PC 6,3
	LDH-2	F		O	TC 6,7
Malate deshydrogenase (EC 1.1.1.37)	MDH-1		M		PC 6,3
	MDH-2		M		MC 2
Manose 6-phosphate isomérase (EC 5.3.1.8)	MPI	F			TM 6,9
Phosphoglucomutase (EC 5.4.2.2)	PGM		M		TM 6,9
Protéines totale	PROT-1		M		PC 6,3
Superoxyde dismutase (EC 1.15.1.1.)	SOD-1	F			TM 6,9
	SOD-2	F			TC 6,7

Le nombre d'allèles par locus (A) est de 1.16 en moyenne mais il varie de 1 (Congo) à 1.32 (Layo). Le taux de polymorphisme moyen (P) est de 9.60, il varie de 0.00 (Congo) à 18.18 (Côte-d'Ivoire) au seuil 95% (un locus est considéré polymorphe si l'allèle majoritaire a une fréquence inférieure ou égale à 95%).

Le taux d'hétérozygotie moyen (H) varie de 0.0 (Congo) à 0.081 (Côte-d'Ivoire). Sa valeur moyenne est de 0.044.

Sur les sept locus polymorphes, seul le locus SOD1 dans l'échantillon de Jacquville présente une distribution des génotypes différente de celle attendue sous l'hypothèse de l'équilibre de Hardy Weinberg. Ceci pourrait être dû à une erreur de lecture, un hétérozygote ayant été pris pour un homozygote.

Certains échantillons sont caractérisés par la présence d'allèles diagnostiques, c'est à dire d'allèles que l'on ne trouve que dans ces populations. Ce sont : le Ghana avec l'allèle D de GPI2, Sélingué, avec les allèles B et C de IDHP, les échantillons de Côte-d'Ivoire avec l'allèle A de EST1 et de SOD1 et l'allèle B de PT, le Togo et le Bénin avec l'allèle E de IDHP, Sélingué et Togo avec l'allèle C de GPI2.

Le phénogramme obtenu à partir des distances génétiques, avec le programme FITCH (fig. 2), montre que les populations sont génétiquement structurées. On observe trois groupes : 1) les échantillons de Côte d'Ivoire, 2) échantillons du Congo, et enfin 3) du Togo, Bénin; Ghana; Sénégal et Mali .

Le réseau obtenu à partir de la matrice de présence/absence, avec le programme MIX (fig. 3), montre une répartition des échantillons selon les trois groupes précédemment décrits.

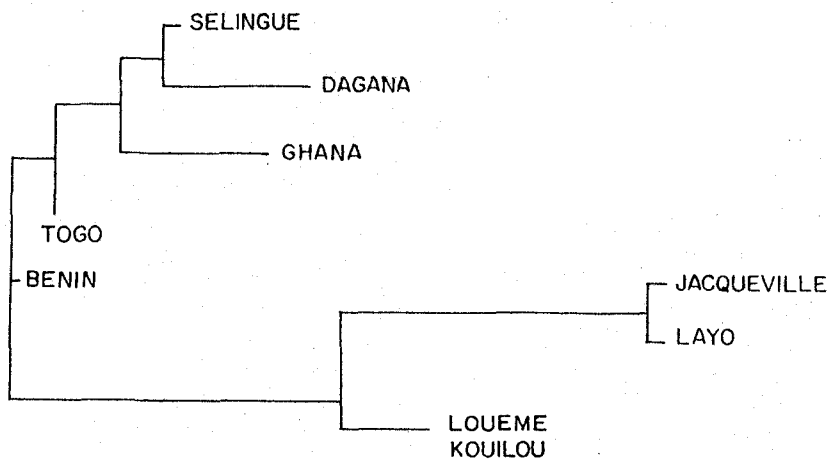


Figure 2. Dendrogramme représentant les affinités génétiques entre les différents échantillons de *C. nigrodigitatus*, obtenu grâce au programme FITCH à partir de la matrice de distance génétique.

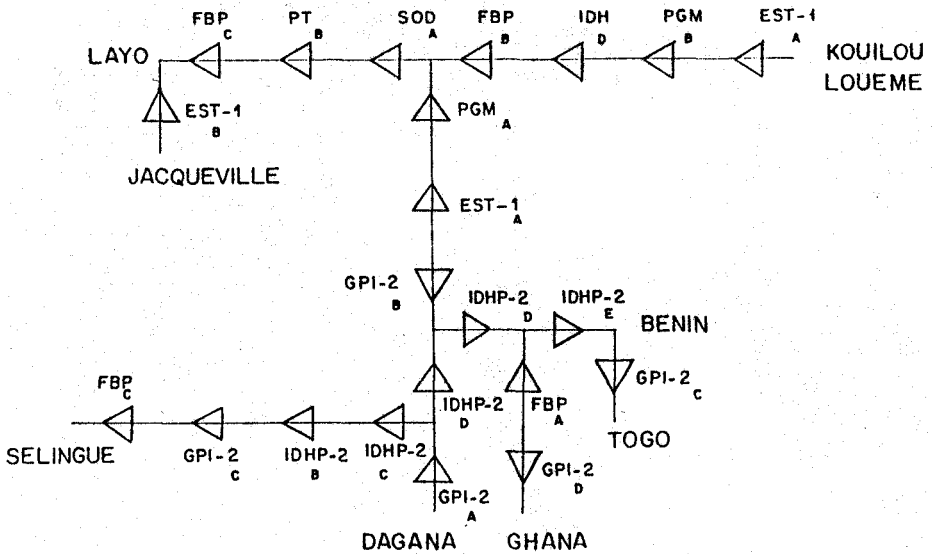


Figure 3. Réseau montrant les relations génétiques entre les différents échantillons de *C. nigrodigitatus* obtenu grâce au programme MIX à partir de la matrice de présence/absence d'allèles.

Discussion

Très peu d'écarts significatifs ayant été observés entre les fréquences alléliques observées et celles attendus sous l'hypothèse de l'équilibre de Hardy-Weinberg, ces populations peuvent être considérées comme panmictiques.

Le nombre moyen d'allèles par locus (1.16) est du même ordre que celui observé par Agnèse *et al.* (1989) et qui est de 1.14.

Le taux de polymorphisme P95% (0.096) est également très proche de celui obtenu par Agnèse *et al.* (1989) (0.10). Parmi les échantillons étudiés, certains présentent un taux de polymorphisme (P) bas voire nul et donc une hétérozygotie moyenne (H) faible ou nulle due probablement à des phénomènes de dérive génétique (populations en limite d'air de répartition). L'hétérozygotie moyenne observée par Agnèse *et al.* (1989) est de 0.035. Dans la présente étude, elle est de 0.044. D'autres analyses électrophorétiques effectuées par différents auteurs ont permis d'estimer l'hétérozygotie moyenne pour les poissons à 0.054 (Avisé et Aquadro, 1982), 0.028 pour *Chrysichthys maurus* (Agnèse, 1989); 0.024 pour *C. auratus* (Agnèse, 1991); 0.029 pour *C. johnelsi*, (Agnèse, 1989); 0.047 pour *Clarias gariepinus* (Van Der Bank *et al.*, 1992), 0.118 pour *Schilbe mystus* et 0.028 pour *Eutropius niloticus* (Abban et Skibinski, 1988) et enfin 0.11 pour *Heterobranchius longifilis* (Tegeuls *et al.*, 1992).

Le taux d'hétérozygotie le plus élevé a été observé dans l'échantillon de Layo (0.081) et dans celui de la population domestique de la SIAL (0.08). Cette population domestique (cinquième génération de captivité) est issue de géniteurs prélevés dans le milieu naturel près de Layo (lagune Ebrié). La technique d'élevage utilisée permet d'éviter des pertes de variabilité génétique. En effet le grand nombre de géniteurs utilisés (plusieurs centaines), mais aussi l'introduction systématique de nouveaux géniteurs sauvages pris dans le milieu naturel permet de maintenir une variabilité génétique comparable à celle de la population sauvage originelle.

Les analyses phylogénétiques (phénétique ou cladistique) ont permis de mettre en évidence une différenciation des populations ainsi que leur structuration génétique. Les échantillons sont répartis en trois groupes. Le premier groupe est constitué des populations de Côte d'Ivoire (Layo et Jacqueville) individualisées par l'acquisition des allèles C de FBP, B de PT et A de SOD1. Layo en plus de ces allèles communs avec Jacqueville possède également l'allèle B de EST- I. Le deuxième groupe est formé des échantillons du Congo, ils se différencient des autres par la perte des allèles B de FBP, D de PGM et par l'allèle A de EST-I. Le dernier groupe se caractérise par la perte des allèles A de EST I et PGM; la possession de l'allèle B de GPI-2. Au sein de ce groupe, l'ensemble Ghana, Togo et Bénin se différencie des échantillons de Sélingué et Dagana par l'acquisition de l'allèle D de IDPH-2. L'échantillon du Ghana s'individualise de ceux du Togo et du Bénin par la perte de l'allèle A de FBP et la possession de l'allèle D de GPI-2. L'échantillon du Togo, en plus de l'allèle E de IDHP-2 qu'il a en commun avec l'échantillon du Bénin se différencie de ce dernier par la possession de l'allèle C de GPI-2.

L'ensemble Sélingué - Dagana ne possède pas l'allèle D de GPI-2 et l'échantillon de Sélingué se différencie de celui de Dagana par la possession des allèles C de FBP, GPI-2 et de IDHP-2 et B de IDHP-2.

Conclusion

Cette étude des populations de *Chrysichthys nigrodigitatus* par la technique de l'électrophorèse des protéines enzymatiques a montré l'importance et la répartition de la variabilité génétique de ces populations. Les populations de la Côte d'Ivoire sont les plus polymorphes, même lorsqu'il s'agit d'une population domestique (Jacqueville). A l'inverse, celles du Congo sont les plus monomorphes. D'un point de vue piscicole, des croisements entre des individus du Niger et ceux de Côte d'Ivoire permettraient d'obtenir une souche possédant la plupart des allèles de l'espèce. Une telle souche serait susceptible de présenter des avantages zootechniques (vitesse de croissance, résistance aux maladies) en raison de son importante variabilité génétique.

Différenciation génétique des populations de *Sarotherodon melanotheron*, Rüppell, 1853.

Laurent Pouyaud (1) et Jean François Agnèse (2)

(1) Laboratoire Génome et Populations, ORSTOM, URA 1493, U.S.T.L. Montpellier, 34 000, France

(2) ORSTOM, Centre de Recherches Océanologiques, BP V18, Abidjan, Côte d'Ivoire.

Introduction

Sarotherodon melanotheron est une espèce présente de l'estuaire du fleuve Sénégal à celui du fleuve Zaïre. En général, on la trouve dans les eaux saumâtres des lagunes ou des estuaires. Cependant, on rencontre quelques fois des populations en mer comme au large de Dakar ou en eau douce comme dans la comoé ou le lac d'Ayamé où elle a été introduite. Trewavas, en 1983 a décrit cinq sous espèces:

–*S. m. heudelotii* (Duméril, 1859), du Sénégal jusqu'à Guinée

–*S. m. paludinosus* Trewavas, 1983, dans certaines eaux douces de la région de Dakar

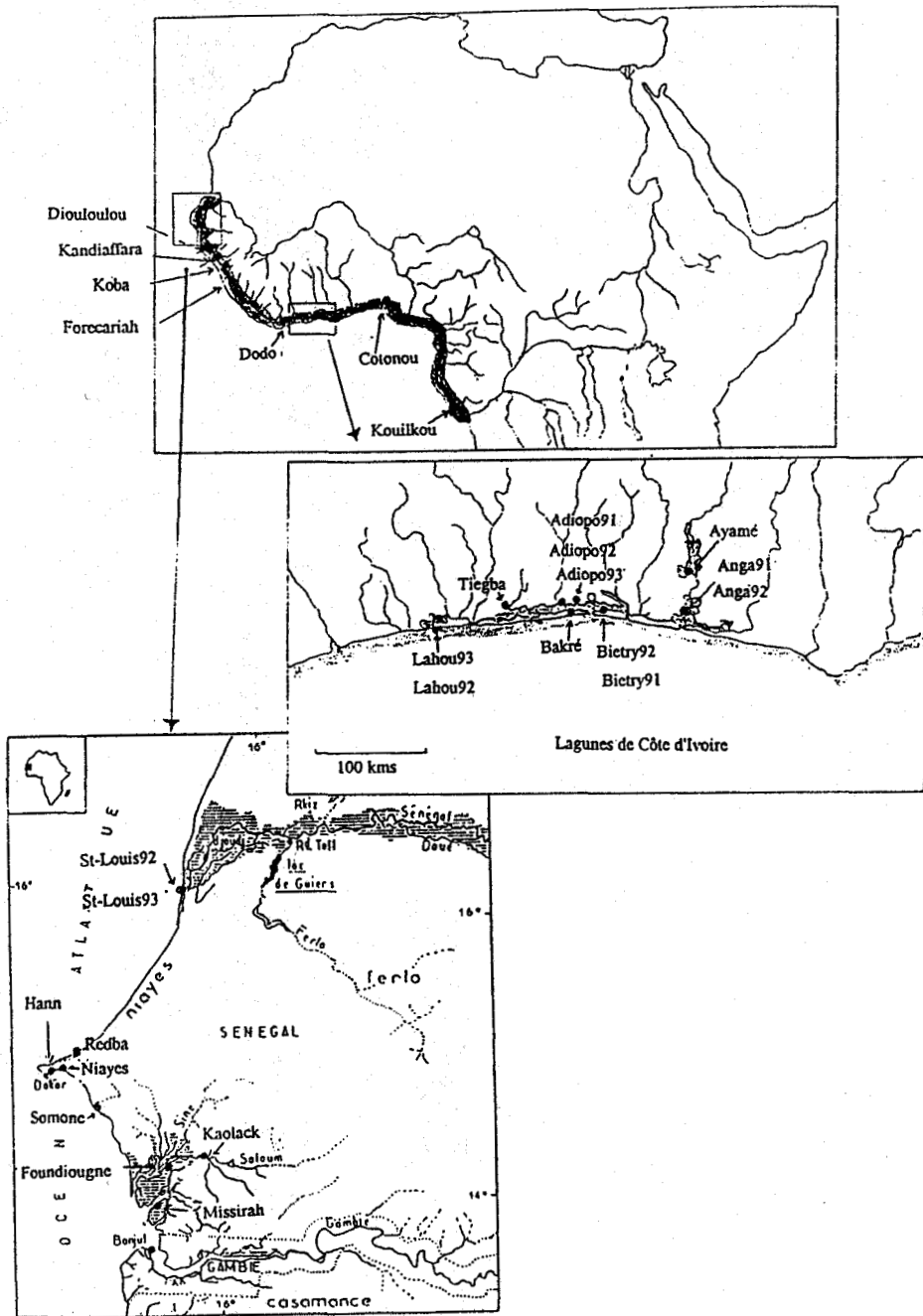
–*S. m. leonensis* (Thys van Den Audenaerde, 1971), de la Sierra Leone jusqu'au Libéria

–*S. m. melanotheron*, Rüppell, 1853, de la côte d'Ivoire jusqu'au Cameroun

–*S. m. nigripinnis* (Guichenot in Duméril, 1859), du Rio muni jusqu'au Zaïre.

Néanmoins, les critères utilisés pour la distinction des sous-espèces sont insuffisants en raison d'une part de la faible différenciation morphométrique des populations et d'autre part de l'absence de frontières géographiques précises entre chaque sous-espèce.

Afin de préciser le statut taxinomique des populations de cette espèce, nous avons entrepris une étude du polymorphisme enzymatique de plusieurs populations appartenant à trois des cinq sous espèces décrites. De plus, cette étude, en apportant des connaissances sur la variabilité génétique des populations de *S. melanotheron*, doit permettre d'orienter les recherches afin d'augmenter les performances en aquaculture de cette espèce. En effet, les performances zootechniques des populations génétiquement les plus différenciées pourront être testées afin de déterminer s'il existe ou non des capacités acquises par certaines d'entre elles et susceptibles d'intéresser le pisciculteur (taux de croissance, comportement reproducteur, fécondité, survie, etc...).



Matériel et méthode

Un total de 911 individus appartenants à 29 populations ont été étudiées (fig 1). Parmi les 27 locus qui ont été mis en évidence, 17 sont polymorphes. Certains d'entre eux sont exprimés par 4 ou 5 allèles.

Les tests de déviation des fréquences alléliques par rapport à celles attendues sous l'hypothèse de l'équilibre de Hardy-Weinberg ont été effectuées à l'aide du test G (Sokal et Rohlf, 1969) fourni par le programme BIOSYS de L. Swoford (1989). La divergence génétique entre les échantillons a été évaluée par la "Neighbor joining method" (Saitou et Nei, 1987) grace au programme NEIGHBOR de J. Felsenstein (Département of genetics, Université de Washington, Seattle, Washington 98195).

Le tableau de fréquences alléliques a également été transformé en une matrice de présence/absence (1/0) d'allèles. Cette matrice a ensuite été traitée par un algorithme de parcimonie (Eck et Dayhoff, 1966; Kluge et Farris, 1969) par le programme MIX de J. Felsenstein.

Résultats

Si l'on observe la distribution des fréquences alléliques aux locus Aat-2, Acp-1 et Gpi-2, sur tous les échantillons analysés, on constate que la différenciation génétique de *S. melanotheron* se présente sous la forme d'une variation géographique clinale (fig. 2). Les trois clines observés sont tous superposés. Les pentes plus ou moins abruptes sont situées dans la région comprise entre la frontière Guinée-Sierra Leone (point 13) et la frontière Libéria-Côte d'Ivoire (point 14). Cette région représente la transition entre deux formes relativement différenciées.

Le tableau I représente deux paramètres qui permettent de mesurer la variabilité génétique : le taux de polymorphisme qui est le pourcentage de locus polymorphe dans chaque population, et le taux d'hétérozygotie qui est fonction du nombre d'individus hétérozygotes dans une population.

Ces variables ont été calculées pour chaque population. L'existence d'une relation avec la localisation géographique des populations est mise en évidence par le tableau II.

On constate que c'est dans les zones occidentales d'Afrique de l'Ouest, c'est à dire le Sénégal et la Guinée, que la variabilité génétique est la plus importante. Par contre, dans les régions plus à l'Est comme la Côte d'Ivoire, le Bénin et le Congo, la variabilité génétique est de moitié plus faible.

Globalement, la distribution géographique des fréquences alléliques, des taux de polymorphisme et d'hétérozygotie, confirme la présence de deux groupes relativement différenciés.

Les fréquences alléliques observées ont permis de calculer des indices de distance entre chaque population. L'indice de distance utilisé est celui de Nei (1978) l'un des plus couramment utilisés. A partir de la matrice de distance, un dendrogramme a été construit selon la méthode dite de Neighbor joining décrite par Saitou et Nei (1987). La longueur des branches est proportionnelle à la distance génétique séparant les populations (fig. 3).

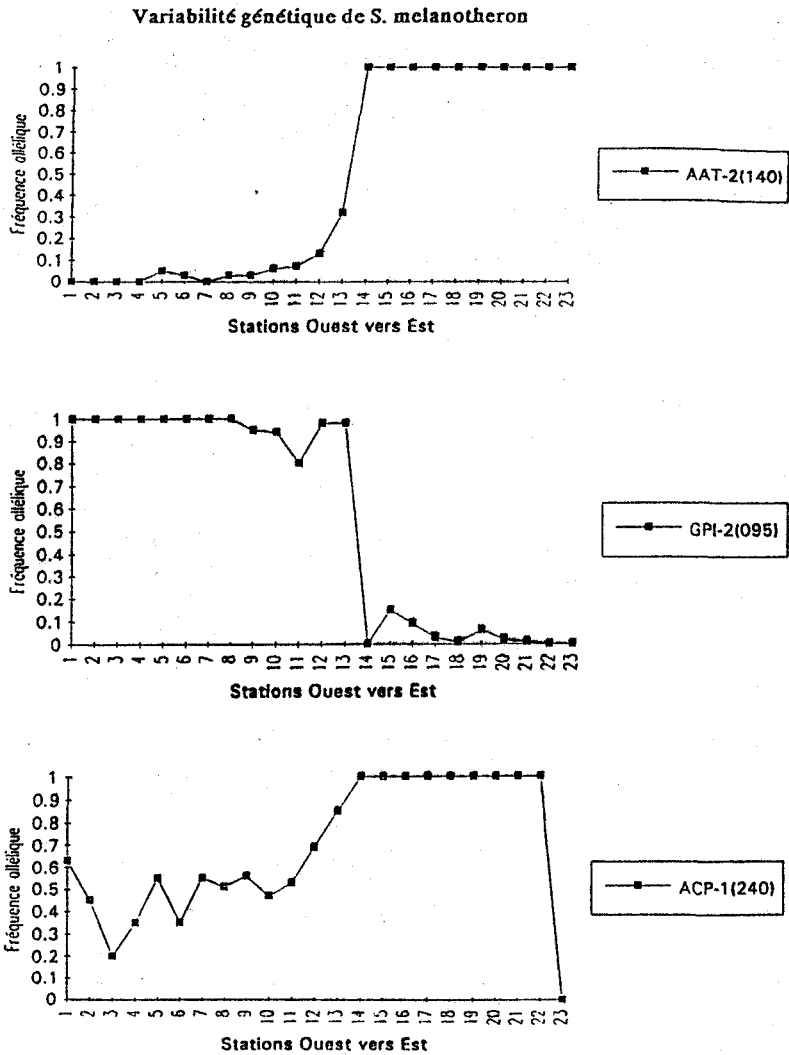


Figure 2. Fréquence des allèles Aat-2 (140), Gpi-2 (95) et Acp-1 (240) pour les échantillons de l'espèce *S. melanotheron*.

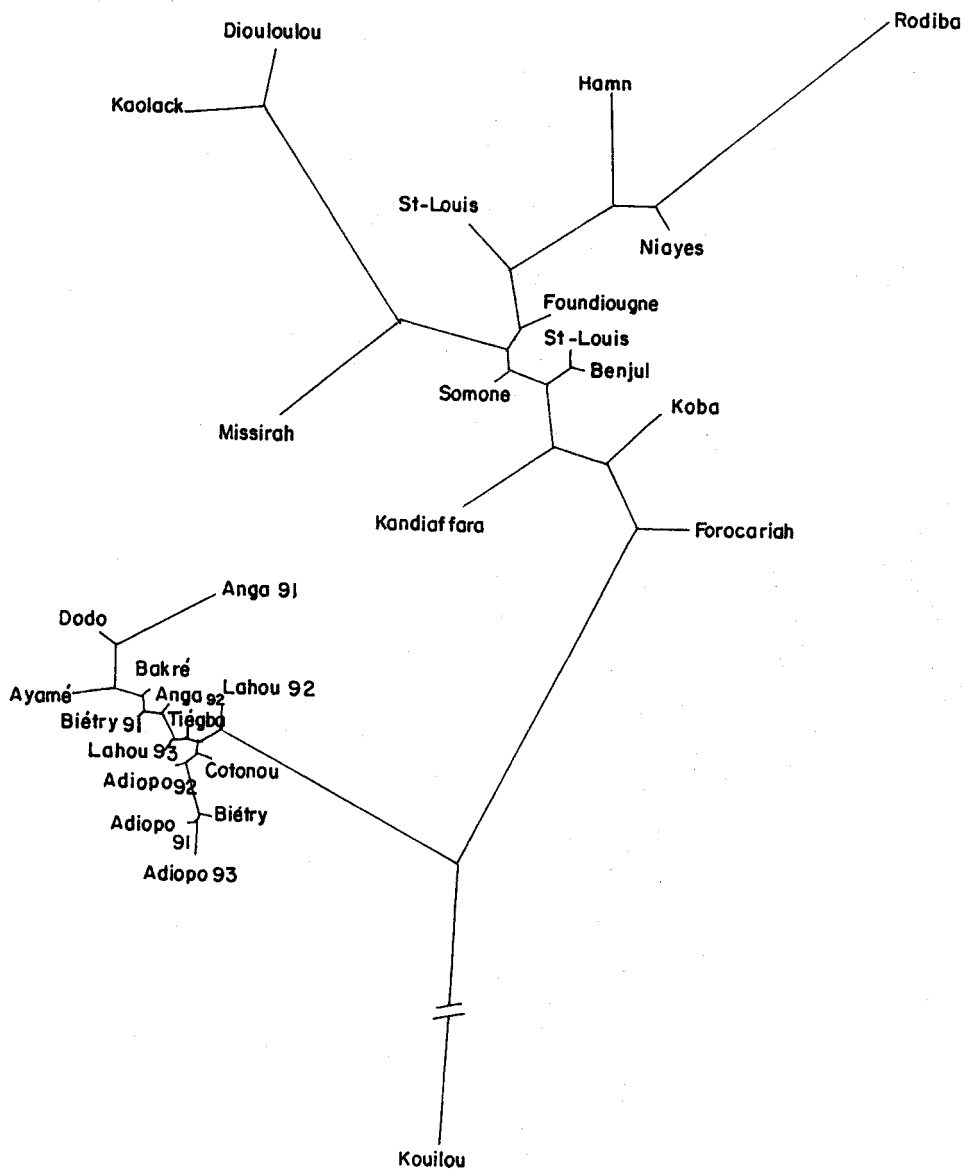


Figure 3. Réseau montrant les proximités génétiques entre les échantillons, obtenu par le programme Neighbor.

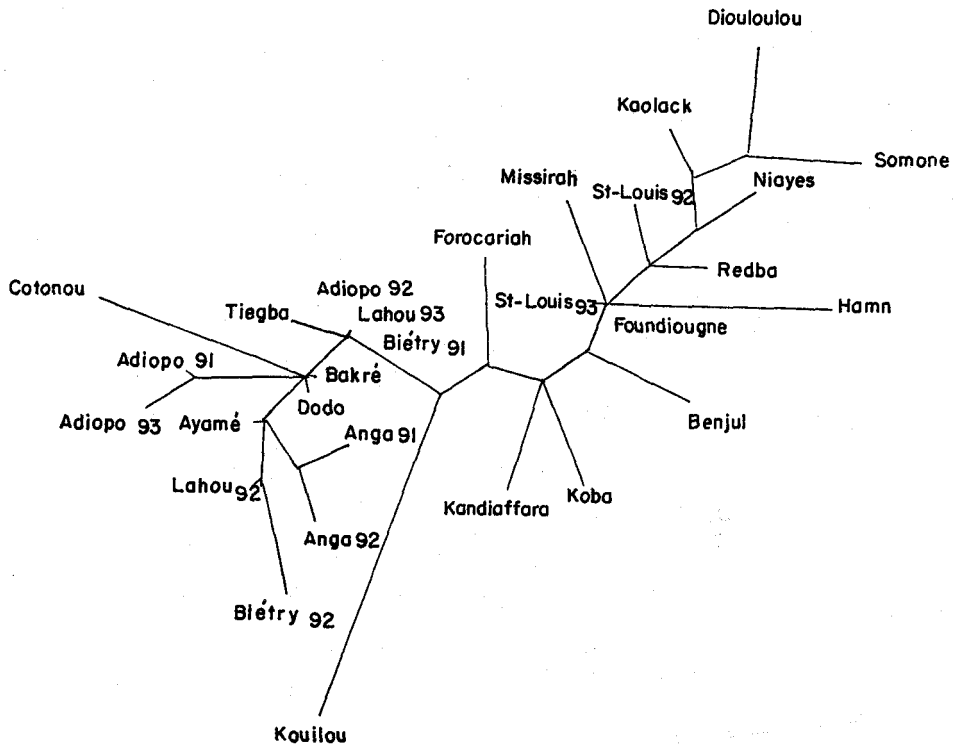


Figure 4. Réseau montrant les proximités génétiques entre les échantillons, obtenu par le programme MIX.

Tableau I. Paramètres permettant de mesurer la variabilité génétique dans les échantillons.

Zones géographiques	Sénégal	Guinée	Côte d'Ivoire	Bénin-Congo
Taux de polymorphisme	17.15%	17.26%	9.68%	9.25%
Taux d'hétérozygotie théoriques	0.060 +/- 0.02	0.057 +/- 0.02	0.032 +/- 0.02	0.026 +/- 0.017

On retrouve les deux grands groupes précédemment définis : les populations du Sénégal et de la Guinée d'une part, les populations de la Côte d'Ivoire du Bénin et du Congo d'autre part. Une analyse plus détaillée montre que la population Bas Kouilou au Congo est très différenciée des autres populations de Côte d'Ivoire ou du Bénin. Elle constitue d'ailleurs un sous-groupe indépendant.

Si l'on représente, sur cette figure, les différentes sous espèces étudiées, on observe une concordance entre les regroupement mis en évidence par la systématique morphologique et ceux révélés par l'analyse génétique.

Enfin, un dendrogramme a été obtenu par la technique de parcimonie en utilisant une matrice de présence/absence d'allèles (fig. 4). Ici aussi, on observe Les trois groupes de populations précédemment décrits. Les populations du Sénégal et de la Guinée qui représentent la sous-espèce *S. m. heudeulotii*, les populations de la Côte d'Ivoire et du Bénin qui représentent la sous espèce *S. m. melanotheron*, et la population de Bas Kouilou qui représente la sous-espèce *S. m. nigripinnis*.

Conclusion

L'étude du polymorphisme des protéines enzymatiques des populations de *S. melanotheron* a clairement montré que celles-ci pouvaient être réparties en trois groupes chacun correspondant à une sous-espèce décrite par Trevas (1983).

Nos données n'infirmant donc pas la systématique de Trevas (1983). Elles montrent également tout l'intérêt qu'il y aurait à étudier les populations qui se trouvent de part et d'autre des limites de répartition des sous-espèces décrites : entre le Gabon et le Cameroun, entre la Côte d'Ivoire et le Liberia, entre la Sierra Leone et la Guinée. Les premiers résultats dont nous disposons suggèrent que la différenciation génétique entre toute ces populations pourrait être clonale et ainsi rendre difficile de leur appliquer le concept de sous-espèce.

Quoi qu'il en soit du statut spécifique de l'ensemble de ces populations, trois groupes distincts ont pu être mis en évidence. Dans l'optique de l'utilisation de cette diversité pour l'aquaculture, il semble intéressant de comparer les performances zootechniques de populations provenant de chacun de ces groupes

Comparaisons des performances de croissance en milieu lagunaire de trois populations génétiquement différenciées de *Sarotherodon melanotheron*, originaires du Sénégal, de la Côte d'Ivoire et du Congo.

Sylvain GILLES

Centre de Recherches Océanologiques, BP V 18, Abidjan, Côte d'Ivoire.

Résumé

Trois populations de *Sarotherodon melanotheron* en provenance de Sénégal, de Côte d'Ivoire et du Congo, ont été testé pour leur vitesse de croissance. La population originaire du Sénégal a présenté un coefficient de croissance stable tout au long de l'expérimentation et voisin de 2 (1,5g/jour à 70g). Les populations originaires de la Côte d'Ivoire et du Congo ont vu leurs coefficients de croissance décroître régulièrement de 2 à 0,5 (maximum 0,5g/j). La population du Sénégal offre donc des potentialités très intéressante pour l'aquaculture lagunaire.

Introduction

Dans le cadre de l'aquaculture des tilapias, il n'existe pas d'espèce susceptible de répondre aux besoins des élevages lagunaire (eau saumâtre à fortes variations de salinité). Le tilapia rouge élevé en eau de mer, est un hybride de *Oreochromis mossambicus* mâle mutant avec *Oreochromis hornorum* femelle (Watanabe *et al.*, 1989), dont la lignée est difficile à maintenir. *Sarotherodon melanotheron* est un tilapia euryhalin qui vit aussi bien en eau douce (il a colonisé récemment le lac d'Ayamé en Côte d'Ivoire), ou saumâtre, qu'en eau de mer ou sursalée (il a été signalé en Casamance dans des eaux ayant 100g/l de sel).

Les études menées sur les potentialités d'élevage de cette espèce, aussi bien en Côte d'Ivoire (Legendre *et al.*, 1989) qu'au Nigeria (Pauly, 1976) et au Sénégal (Djiba, 1987; Diallo, 1993) n'ont pas donné de résultats encourageants: 0,5g/jour de gain de poids maximum, indice de consommation supérieur à 5.

Cependant l'aire de répartition de cette espèce est vaste, elle s'étend de la Mauritanie à l'Angola, et Trevawas (1983) a reconnu cinq sous-espèces. On peut donc espérer trouver des populations fortement différenciées génétiquement, et, parmi ces populations, obtenir une souche dont les performances d'élevage soient intéressantes.

L'objet de notre étude a donc été de comparer les performances zootechniques en milieu lagunaire de trois populations appartenant à trois sous-espèces d'origines

géographiques très différentes: *S. m. heudelotii*, *S. m. melanotheron*, et *S. m. nigripinnis* provenant respectivement du Sénégal, de la Côte d'Ivoire et du Congo.

Matériel et méthode

Les géniteurs originaires du Sénégal arrivés en mars 1993, et ceux provenant du Congo, arrivés en mai 1993, ont été gardés en quarantaine au Centre de Recherches Océanologiques d'Abidjan jusqu'au mois de novembre de la même année, puis ont été transférés à la station aquacole de Layo (Centre de Recherches Océanologiques d'Abidjan). Cette station est située au bord de la lagune Ebrié dans laquelle est pompée l'eau destinée aux élevages et aux expérimentations.

L'étude a été menée durant 218 jours, du 4 janvier au 11 août 1994, avec des alevins de première génération, nés en novembre et décembre 1993. Durant cette période la salinité de l'eau a atteint un maximum de 6g/l au mois de février pour décroître jusqu'à 0g/l au mois de juin. La température de l'eau durant cette période a atteint un maximum de 31,5°C au mois d'avril et un minimum de 28°C au mois d'août. Neuf bacs en béton quadrangulaires contenant 3 m³ d'eau ont été utilisés. Le renouvellement en eau était de 3 fois le volume total par jour. Trois cents alevins par population ont été mis en élevage à raison de cent alevins par bacs, soit à une densité de 33 par m³.

tableau 1. Récapitulatif des poids moyens et des écart-types pour chaque lot mis en élevage (C: Congo, S: Sénégal, I: Côte d'Ivoire).

	C1	S1	I1	C2	S2	I2	C3	S3	I3
PM en g	0,35	0,22	0,55	0,36	2,72	0,77	0,32	3,79	0,62
E.type	0,11	0,09	0,24	0,11	0,94	0,39	0,11	0,39	0,29

La totalité des poissons a été alimentée deux fois par jour selon un taux d'alimentation journalier, fixe durant toute l'expérimentation, de 5% de la biomasse de chaque bac. La quantité d'aliment à distribuer était corrigée toutes les deux semaines au moment des contrôles. Cet aliment, qui possède 35% de protéines, contient de la farine de poisson (31%), du son de blé (37%), du tourteau de coton (10%), du copra (21%), et du prémix vitamines et minéraux (0,23%), et de l'huile de palme (0,20%). Toutes les deux semaines un comptage et une pesée globale des poissons de chaque bac ont été effectués de façon à suivre l'évolution de la survie, de la biomasse et du poids moyen. Les rations quotidiennes d'aliment correspondant à 5% des nouvelles biomasses étaient réactualisées pour les deux semaines à venir. De même, l'apparition des parures sexuelles et des premières pontes ont été notées. L'évolution bimensuelle des paramètres suivants a été prise en compte pour caractériser les trois souches : les survies (par réplicat et cumulées), les biomasses (cumulées), les poids moyens (par réplicat), les coefficients de croissance (par réplicat obtenus par l'équation: $C = [(Pf1/3 - Pi1/3) / (Tf - Ti)] 100$ avec Pf: poids

moyen final, Pi: poids moyen initial, Tf: le temps final en jours, Ti: le temps initial en jours, ces valeurs étant appliquées à chaque période), les taux de croissance spécifique (obtenus par l'équation: $TCS = [(Log Pf - Log P) / (Tf - Ti)] 100$), les indices de consommation.

Résultats

Tableau II. Récapitulatif des poids moyens initiaux (PMi), des poids moyens finaux (PMf), des taux de survie (TS %), et de indices de consommation

	C1	C2	C3	S1	S2	S3	I1	I2	I3
PMi g	0,35	0,36	0,32	0,22	2,72	3,79	0,55	0,77	0,62
PMf g	50,5	38,5	33,6	117,4	171,4	146,3	51,4	45,6	44,9
TS %	22	59	67	55	77	72	84	91	79
IC	5,5	5,0	5,2	3,4	3,4	4,5	4,9	4,8	5,9

La mortalité assez forte intervenue dans les jours qui ont suivi la mise en élevage (fig 1) parmi les alevins des souches du Sénégal et du Congo n'a pas été observée avec la souche de Côte d'Ivoire. Cette dernière semble avoir mieux supporté les manipulations initiales de comptage et de pesage individuel. La souche du Sénégal, par contre, est la seule dont la survie se soit stabilisée après le centième jour d'élevage.

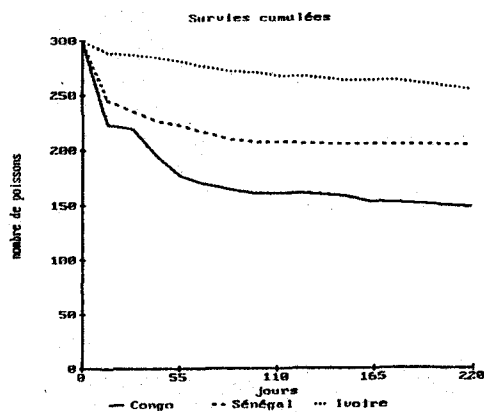


Figure 1. Evolution de la mortalité au cours du temps.

L'apparition des parures sexuelles (opercules de couleur dorée métallique chez les mâles, opercules transparents laissant apparaître le rouge des branchies chez les femelles) a été observée parmi les populations originaires de la Côte d'Ivoire et du Congo 56 jours après le début de la manipulation, soit à des poids moyens respectifs de 7 et 8 grammes. Ces parures ne sont apparues dans la population originaire du Sénégal qu'à partir du 70^{ième} jour à un poids moyen de 26 grammes. Les premières pontes ont été observées le 84^{ième} jour simultanément parmi les populations provenant de la Côte d'Ivoire et du Congo à des poids moyens respectifs de 13 et 9 grammes, et le 112^{ième} jour parmi la population originaire du Sénégal à un poids moyen de 56 grammes.

La différence notable observée entre les évolutions des biomasses des souches de Côte d'Ivoire et du Congo (figure 2) est imputable aussi bien à l'écart entre les survies des deux souches qu'à une croissance inférieure de la souche du Congo. On constate, en effet, dans le tableau II, qu'au sein des trois réplicats de cette souche, il existe une relation inverse entre la survie et le poids moyen final.

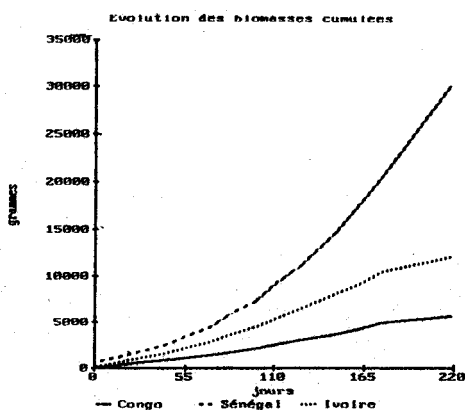


Figure 2. Evolution des biomasses au cours du temps

Cette relation, par contre, n'est pas observée avec la souche du Sénégal, les courbes de croissance de chaque réplicat, identiques et décalées dans le temps, étant directement dépendantes des poids moyens initiaux (figure 3). On constate cependant un infléchissement dans la croissance de la souche S3 en fin d'élevage, imputable à un envasement du bac, au moment des premières fortes pluies.

Nous avons comparé, pour les lots n°1 de chaque population (PMi équivalents), l'évolution des taux de croissance spécifique et des coefficients de croissance avec le temps (figure 4) afin de choisir, entre ces deux mesures, celle qui nous permettrait de mieux caractériser chaque croissance, et, par là, obtenir une valeur caractéristique pour chacune des populations.

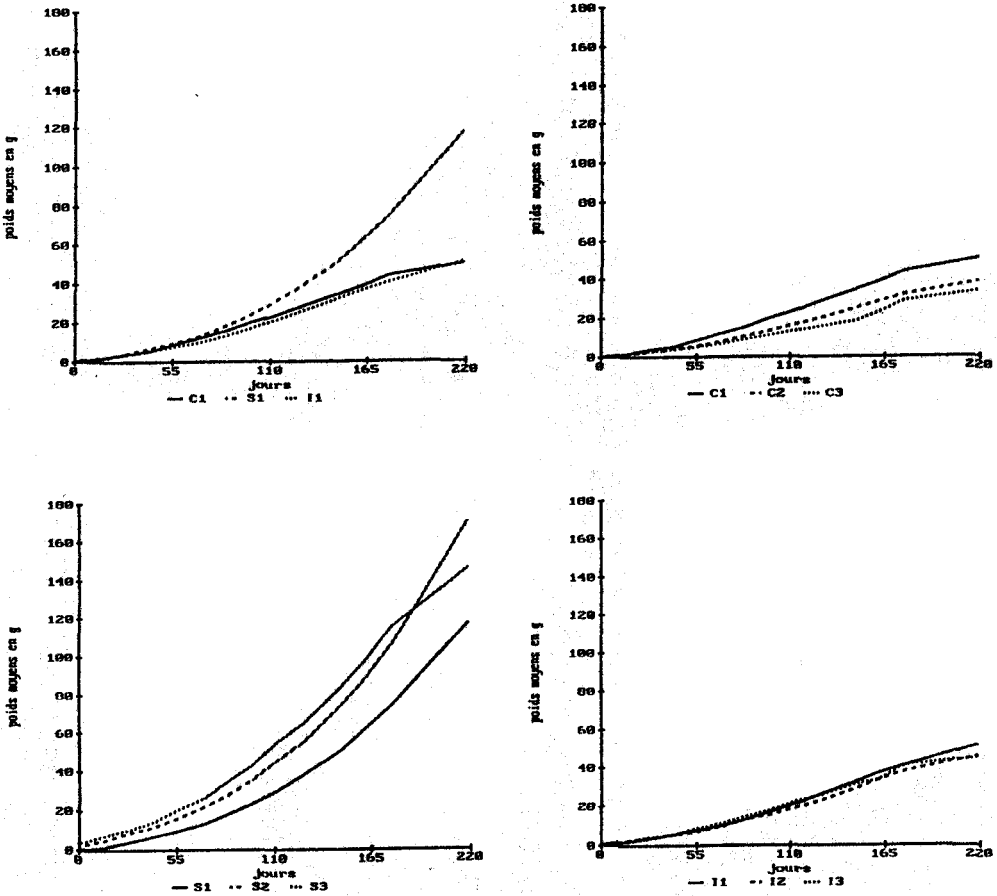


Figure 3. Evolution des poids moyens au cours du temps.

Nous n'avons pas tenu compte, sur la figure 4, des premières mesures effectuées le quatorzième jours, qui pouvaient être le reflet de l'état des alevins durant la période qui a précédé la manipulation (carence alimentaire, croissance compensatrice). Nous constatons une amplitude plus faible de la variation des coefficients de croissance et une stabilisation de ces coefficients avec la population originaire du Sénégal. Nous avons donc retenu ces coefficients pour caractériser nos populations, en étudiant leur évolution en fonction du poids des poissons, ceci afin d'éliminer les décalages dans les croissances liés à des poids moyens initiaux différents. Cette mesure permet aussi de s'affranchir des vitesses de croissance différentes sur une période donnée et de pouvoir comparer les performances des populations par rapport à une valeur intrinsèque, en l'occurrence pour une gamme de poids commune aux différentes populations. D'autre part la représentation graphique amplifie les variations de croissance pour chaque période et permet ainsi une meilleure analyse.

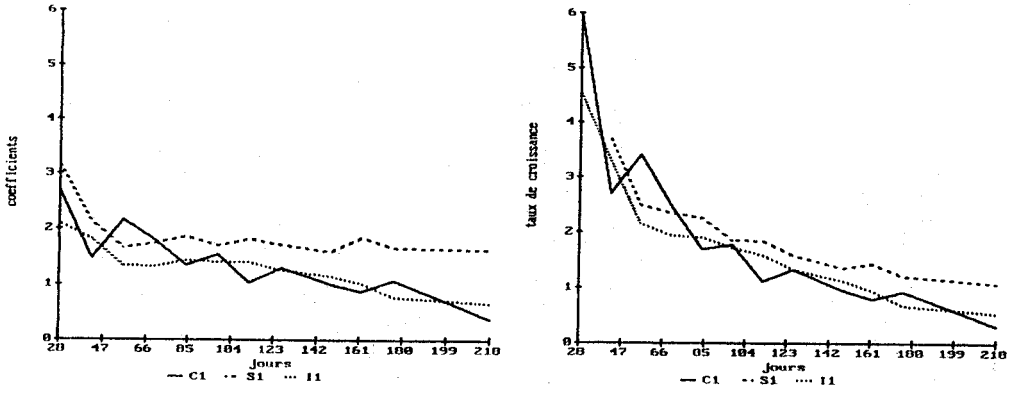


Figure 4. Coefficients de croissance et taux de croissances observés.

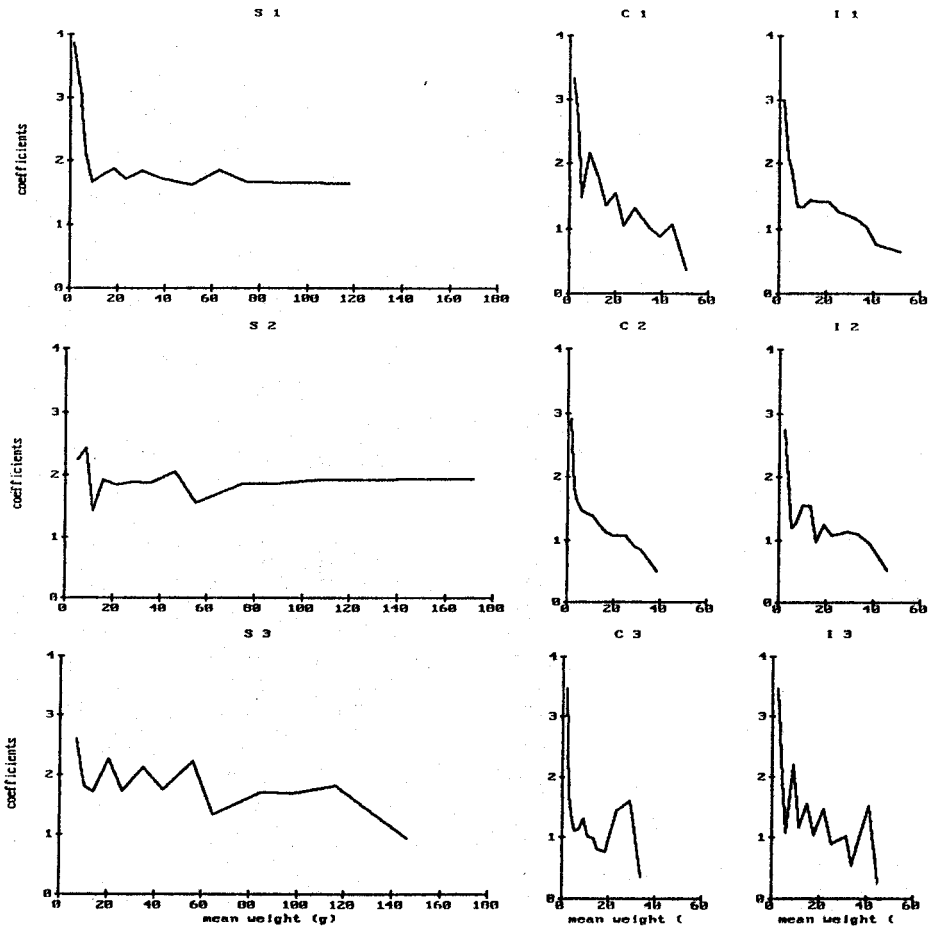


Figure 5. Coefficients de croissance observés.

Les coefficients de croissance (fig. 5) des lots S1 et S2 se sont stabilisés rapidement à partir de 10g de poids moyen, à des valeurs comparables proches de 2. Les fluctuations importantes des valeurs du coefficient de croissance du lot S3 sont le reflet de l'instabilité du milieu (envasement du bac au moment des premières fortes pluies), dans lequel ce lot était placé. On retrouve les mêmes aberrations dans les lots C3 et I3. Le décalage entre les valeurs des coefficients des lots C1 et C2, que l'on retrouve avec les courbes de croissance (figure 3, B), s'explique par la différence entre les survies, et par conséquent par la différence entre les quantités d'aliment reçues entre chaque ajustement des rations. On peut estimer que les tendances à la baisse des coefficients de croissance des souches de Côte d'Ivoire et du Congo sont similaires.

Les souches de Côte d'Ivoire et du Congo n'ont pas des indices de consommation significativement différents (tableau 2). Ceux de la souche du Sénégal, par contre, ont été nettement inférieurs aux précédents.

Discussion

Il paraît logique que la meilleure survie ait été enregistrée avec la population originaire de Côte d'Ivoire, celle-ci étant élevée dans son milieu d'origine. Cependant, la survie de cette population ne s'est jamais stabilisée, contrairement à celle de la population originaire du Sénégal. La survie de la population provenant du Sénégal semble satisfaisante compte tenu du fait que les mortalités observées ont été consécutives aux pesées individuelles initiales. En effet, la mortalité la plus forte a été enregistré dans le lot S1, celui dans lequel les alevins étaient les plus petits (0,22g), donc les plus fragiles.

Les survies différentes entre les lots S1 et S2 ont entraîné un écart dans les densités d'élevage qui n'a pas eu de répercussions sur les croissances puisque celles-ci ont été identiques. Nous étions donc, jusqu'à la fin de notre expérience, en dessous du seuil à partir duquel la densité (biomasse) d'élevage infléchit la croissance.

Conclusions

La population provenant du Sénégal et appartenant à la sous espèce *S.m. heudelotii* a eu, dans nos conditions d'élevage, une croissance nettement supérieure à celles des deux autres populations que nous avons retenues. L'eau d'élevage était celle de la lagune Ebrié, et elle a été sujette à de fortes variations de qualité (turbidité, charge en matières organiques, degré d'eutrophisation) qui n'ont pas affecté cette population. L'écart de salinité (0-6g/l), par contre, est resté faible, et il n'est pas représentatif de l'ensemble du milieu lagunaire de Côte d'Ivoire. Il est donc nécessaire de reprendre ce travail dans des conditions de salinités supérieures, dans la gamme de 20 à 35 g/l. Cependant, on peut d'ores et déjà considérer que cette population possède des potentialités très intéressantes pour l'aquaculture lagunaire.

Différenciation morphologique de neuf populations de *Chrysichthys nigrodigitatus* (Lacépède, 1803)

Mark M. Hanssens et Guy G. Teugels

Musée Royal de l'Afrique Centrale, Laboratoire d'Ichtyologie, B-3080, Tervuren,
Belgique.

Introduction

Chrysichthys nigrodigitatus est un Siluriforme de la famille des Claroteidae. Il est présent dans la plupart des bassins hydrographiques du Sénégal jusqu'en Angola. C'est une espèce d'intérêt aquacole pour les pays d'Afrique de l'Ouest.

Matériel et Méthodes

Neuf populations de cette espèce ont été examinées : Dagana (DAGS), Sénégal; Sélingué (SELM), Mali; Layo (LAYI), Côte d'Ivoire; Abengourou (ABEI), Côte d'Ivoire; Bonoua (BONI), Côte d'Ivoire; Koutoukro (KOUK), Côte d'Ivoire; Jacquerville (JACI), Côte d'Ivoire; Grand Lahou (LAHI), Côte d'Ivoire; Kouilou (KOUK), Congo.

Pour chaque spécimen, quinze mensurations ont été prises (fig. 1) : longueur totale (1), longueur standard (2), longueur de la tête (3), longueur du museau (4), largeur de la bande prémaxillaire (5), longueur du processus occipital (6), largeur du processus occipital (7), longueur du barbillon nasal (8), distance prédorsale (9), distance préadipeuse (10), distance prépectorale (11), distance prépelvienne (12), distance préanale (13), distance dorsale-adipeuse (14), longueur de la dorsale (15). Huit caractères méristiques ont également été mesurés pour chaque spécimen : nombre de branchiospines sur l'épibranchiale, nombre de branchiospines sur le cerato- et hypobranchiale, nombre de rayons mous à la dorsale, nombre de rayons mous à la pectorale, nombre de rayons simples à la pelvienne, nombre de rayons branchus à la pelvienne, nombre de rayons simples à l'anale, nombre de rayons branchus à l'anale.

Les analyses statistiques des données ont été réalisées avec le programme CSS : STATISTICA (Statsoft, version 2.20, 1991).

Résultats

Les données des treize caractères morphométriques obtenus sur l'ensemble des spécimens ont été soumises à une analyse en composantes principales en répartissant les spécimens en quatre groupes correspondants à leur pays d'origine (fig. 2). On observe que la population du Congo se distingue nettement de la population du Sénégal et du Mali, la distance géographique ne permettant pas un flux génique entre ces populations.

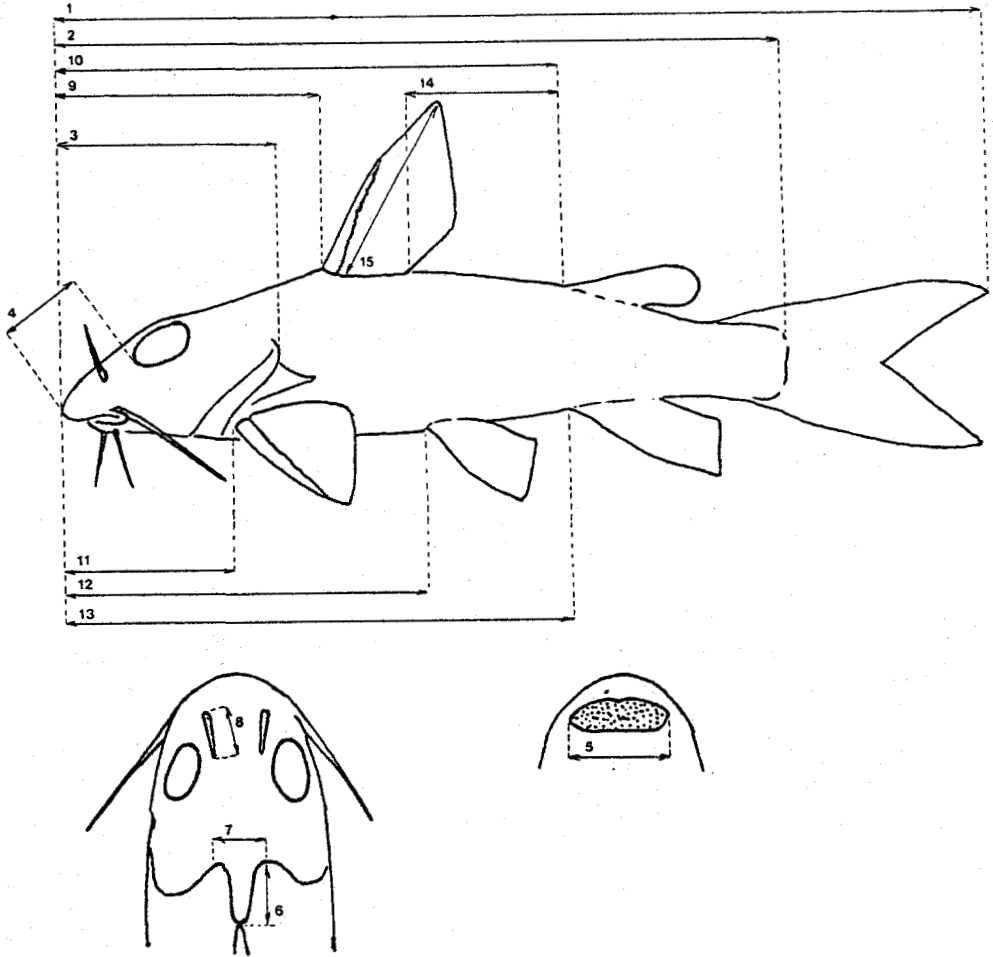


Figure 1. Mensurations prises sur les spécimens examinés de *Chrysichthys nigrodigitatus*.

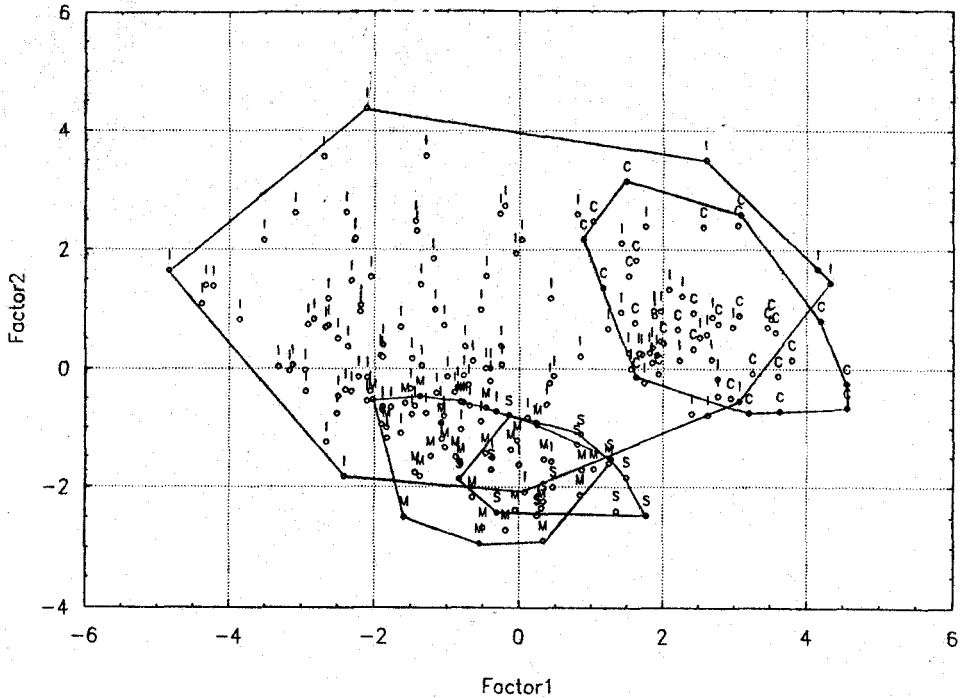


Figure 2. Analyse en composantes principales répartissant les spécimens de *C. nigrodigitatus*.

Par contre, ces deux dernières sont assez proches, sans doute en raison de contacts récents (quelques milliers d'années) entre les hauts cours des fleuves Niger et Sénégal.

Les caractères les plus discriminant dans cette analyse sont la longueur de la tête, la distance prédorsale, la distance préanale et la distance prépectorale sur le premier axe, la longueur du barbillon nasal, la largeur de la bande prémaxillaire, la longueur de la nageoire dorsale et la longueur du museau sur le deuxième axe.

Il existe un recouvrement important entre la zone occupée par la population de Kouilou et la zone occupée par les populations ivoiriennes. Ce recouvrement se fait en particulier avec les populations lagunaires de Côte d'Ivoire (Layo, Jacquerville) alors qu'il est inexistant avec les populations de la Comoé Abengourou, Koutoukro). La population de Bas Kouilou provient de l'embouchure du Kouilou située en zone d'eau saumâtre.

La figure 3 montre les résultats d'une analyse en composantes principales de treize caractères morphométriques pour les six souches provenant de la Côte d'Ivoire. Parmi celles-ci, on peut distinguer deux groupes : les populations lagunaires, (Grand Lahou, Layo, Jacquerville et Bonoua) et les populations provenant de la Comoé (Koutoukro et Abengourou). On observe que les spécimens du dernier groupe, se recouvrent presque entièrement, leur origine géographique est assez proche (environ 120 km). En comparant l'étendue des nuages, on observe également que ces deux populations sont moins polymorphes que les populations lagunaires.

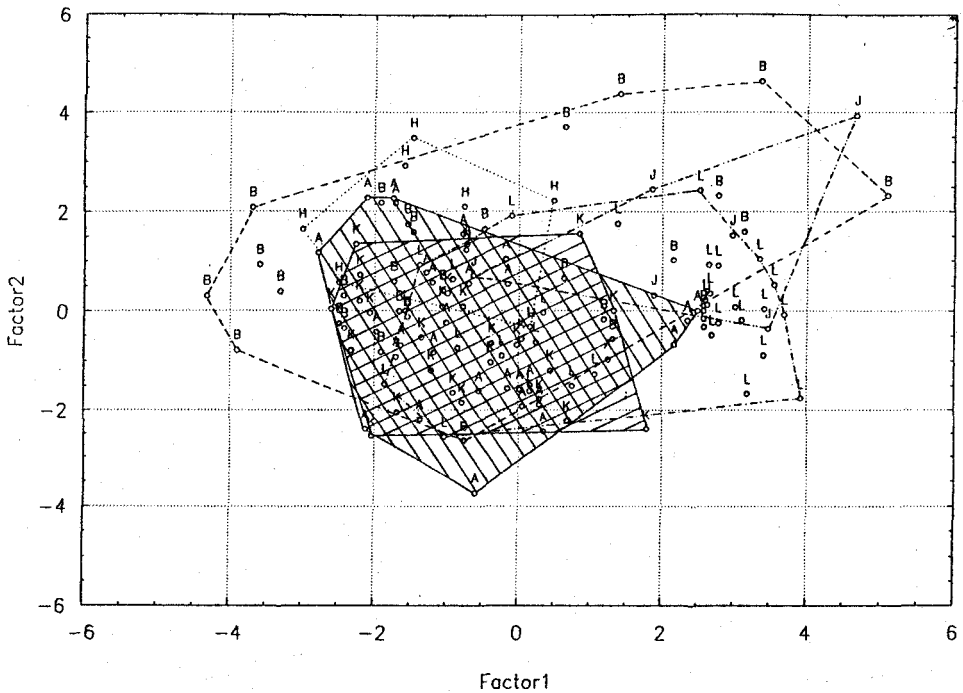


Figure 3. Analyse en composantes principales de 13 caractères morphométriques pour les différentes populations de Côte d'Ivoire. A=Abengourou, B=Bonoua, H=Grand Lahou, J=Jacqueville, K=Koutoukro, L=Layo.

Sur l'ensemble des caractères méristiques observés, seuls deux d'entre eux ont montré une certaine variation entre les différentes populations : le nombre de branchiospines sur la partie inférieure du premier arc branchial et le nombre de rayons branchus à la nageoire anale.

La population Kouilou se distingue par un nombre plus élevé (15-18) ce qui permet une certaine distinction avec les populations lagunaires de Côte d'Ivoire (11-16).

La population Kouilou a la moyenne la plus élevée. Des moyennes différentes sont observées pour les souches Dagana ($m=9$) et Sélingué ($m=10$).

Conclusion

Un polymorphisme important est observé chez les populations lagunaires (Grand Lahou, Layo, Jacqueville, Bonoua) alors que les populations provenant de bassins côtiers (Kouilou, Dagana, Sélingué, Abengourou et Koutoukro) montrent une variation moins élevée. Il est remarquable à ce sujet que la population de Layo soit si polymorphe dans la mesure où c'est une population domestiquée. Les populations des bassins côtiers d'origine géographique éloignée (Kouilou, Dagana, Sélingué) se distinguent facilement entre elles. Les populations provenant d'un même bassin (Abengourou, Koutoukro) se ressemblent parfaitement. Un chevauchement important est également observé pour les populations lagunaires de Côte d'Ivoire.

Différenciation morphologique de huit populations de *Sarotherodon melanotheron* Rüppell, 1852 (Cichlidae).

Guy G. Teugels et Mark. M. Hanssens

Musée Royal de l'Afrique Centrale, Laboratoire d'Ichtyologie, B-3080, Tervuren, Belgique.

Introduction

Sarotherodon melanotheron est une espèce de tilapia qui vit dans les lagunes et les estuaires du Sénégal à l'Angola. On la trouve également en mer notamment au large de Dakar ou en Guinée. Trewavas (1983) a distingué cinq sous-espèces (fig. 1) : *S. m. nigripinnis* (Guichenot in Duméril, 1859) connue de la région côtière de la Guinée équatoriale jusqu'au Zaïre; *S. m. melanotheron* Rüppell, 1853, connue de la zone côtière du Cameroun jusqu'en Côte d'Ivoire; *S. m. leonensis* (Thys van den Audenaerde, 1971) connue de la zone côtière de la Sierra Leone jusqu'au Libéria; *S. m. heudelotii* (Duméril, 1859) connue de la zone côtière du Sénégal à la Gambie; *S. m. paludinosus* Trewavas, 1983, connue de la région côtière près de Dakar.

Matériel et méthode

Le matériel examiné provient de huit localités : Niari (NIAS), 6 spécimens; Saloum (SALS), 15 spécimens; Banjul (BANG), 14 spécimens; Koba (KOBG), 15 spécimens; Bofon (BOFG), 6 spécimens; lagune Ebrié (EBRI), 47 spécimens; lagune Aby (ABYI), 32 spécimens, et Kouilou (KOUK), 28 spécimens.

Pour l'analyse morphométrique, 22 mensurations ont été prises (fig. 2) : longueur totale (1), longueur standard (2), longueur de la tête (3), longueur du museau (4), diamètre de l'oeil (5), distance interoculaire (6), longueur de l'os préorbital (7), largeur de la zone dentée de l'os pharyngien (8), longueur de l'os pharyngien (9), hauteur du corps (10), hauteur du pédoncul caudal (11), longueur du pédoncul caudal (12), distance prédorsale (13), distance prépectorale (14), distance préventrale (15), distance préanale (16), longueur de la nageoire dorsale (17), longueur de la plus grande épine dorsale (18), longueur de la nageoire pectorale (19), longueur de la nageoire ventrale (20), longueur de la nageoire anale (21) et longueur de la troisième épine anale (22) (supérieure, inférieure et sur la caudale) et nombre d'écaillés autour du pédoncule caudal. Les caractères méristiques analysés sont les suivants : nombre de branchiospines sur la partie inférieure du premier arc branchial, nombre d'épine à la nageoire dorsale, nombre de rayons branchus à la nageoire dorsale, nombre d'épines à la nageoire anale, nombre de rayons branchus à la nageoire anale, nombre d'écaillés en ligne latérale.

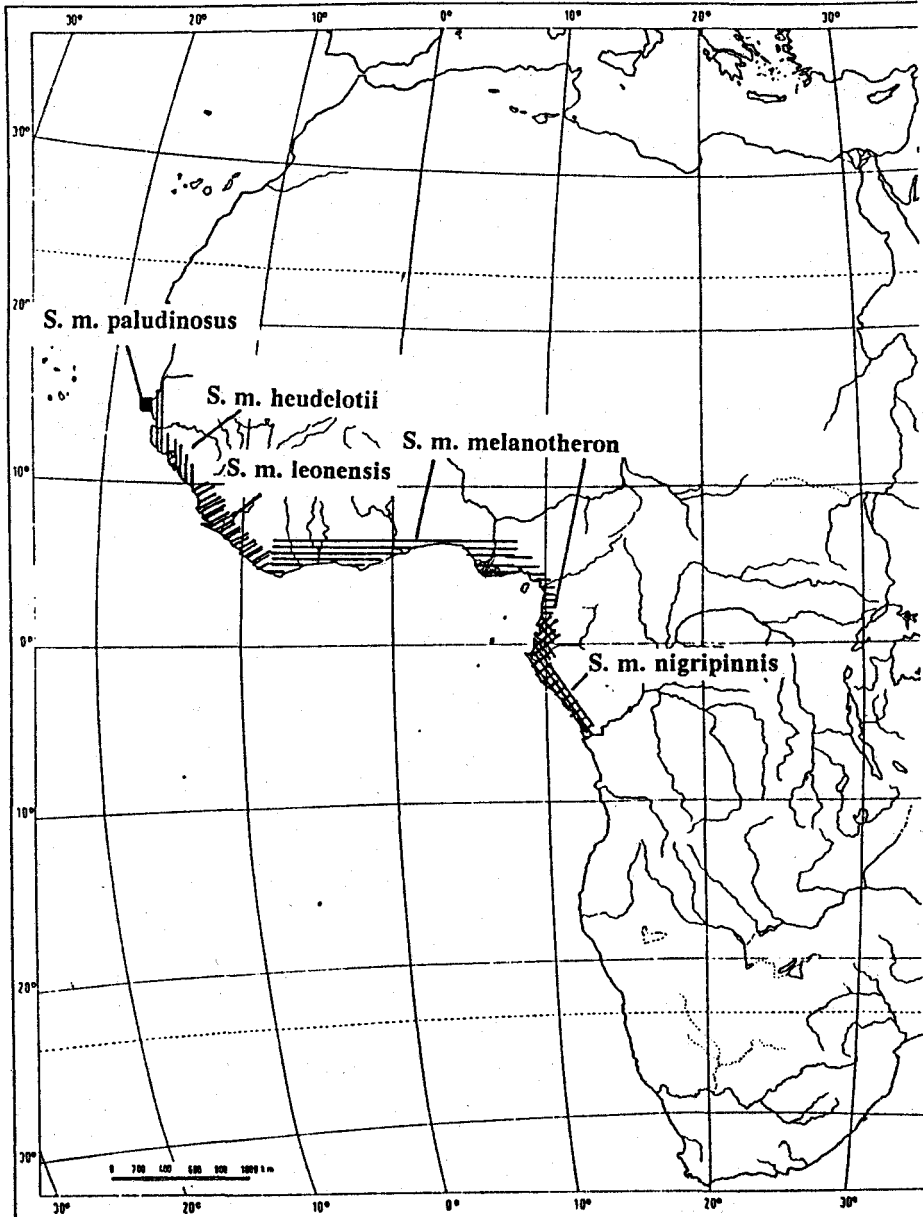


Figure 1. Distribution des sous-espèces de *Sarotherodon melanotheron* (d'après Teugels et Thys van den Audenaerde, 1992; Trewavas, 1983).

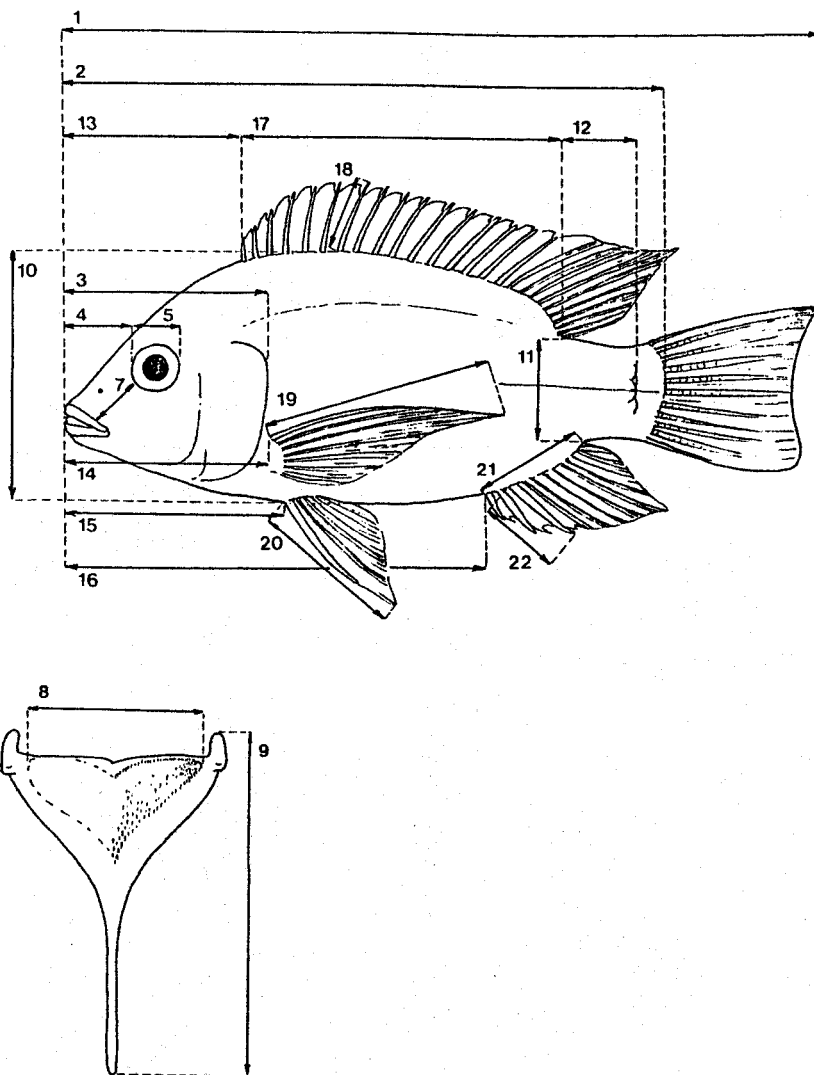


Figure 2. Mensurations prises sur les spécimens examinés de *Sarotherodon melanotheron*.

Les analyses statistiques des données ont été réalisées avec le programme CSS : STATISTICA (Statsoft, version 3.1).

Résultats

Une première analyse en composantes principales a été faite sur les données méristiques, transformées en logarithme, en utilisant la matrice de covariance. Six groupes ont été distingués sur la base du pays d'origine des spécimens. Dans une analyse en composantes principales, le premier facteur exprime principalement les différences entre les spécimens ou populations qui sont reliées à la taille du spécimen, le deuxième facteur exprime les différences de forme entre les spécimens ou populations qui ne sont pas reliées à la taille des individus (fig. 3).

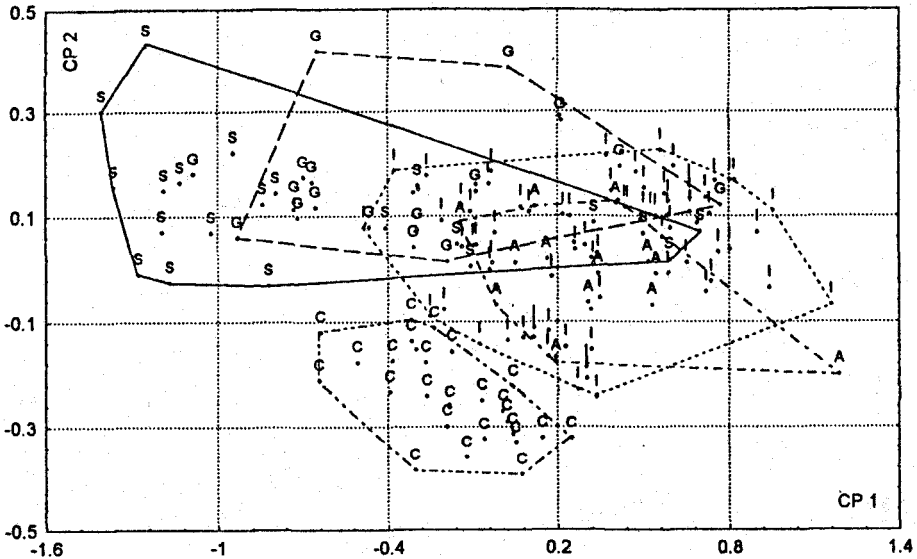


Figure 3. Analyse en composantes principales utilisant 20 caractères métriques sur différents échantillons de *S. melanothron*, groupés par pays d'origine. S=Sénégal, A=Gambie, G=Guinée, I=Côte d'Ivoire, C=Congo.

On observe chez toutes les populations un grand polymorphisme. La population de Gambie est légèrement différenciée de celles du Sénégal. Les souches provenant de Guinée et du Sénégal d'un côté et celle du Congo de l'autre sont bien séparées par le deuxième facteur, les souches sénégalaises et guinéennes se trouvent dans la partie positive du deuxième facteur alors que la population du Congo se trouve dans la partie négative.

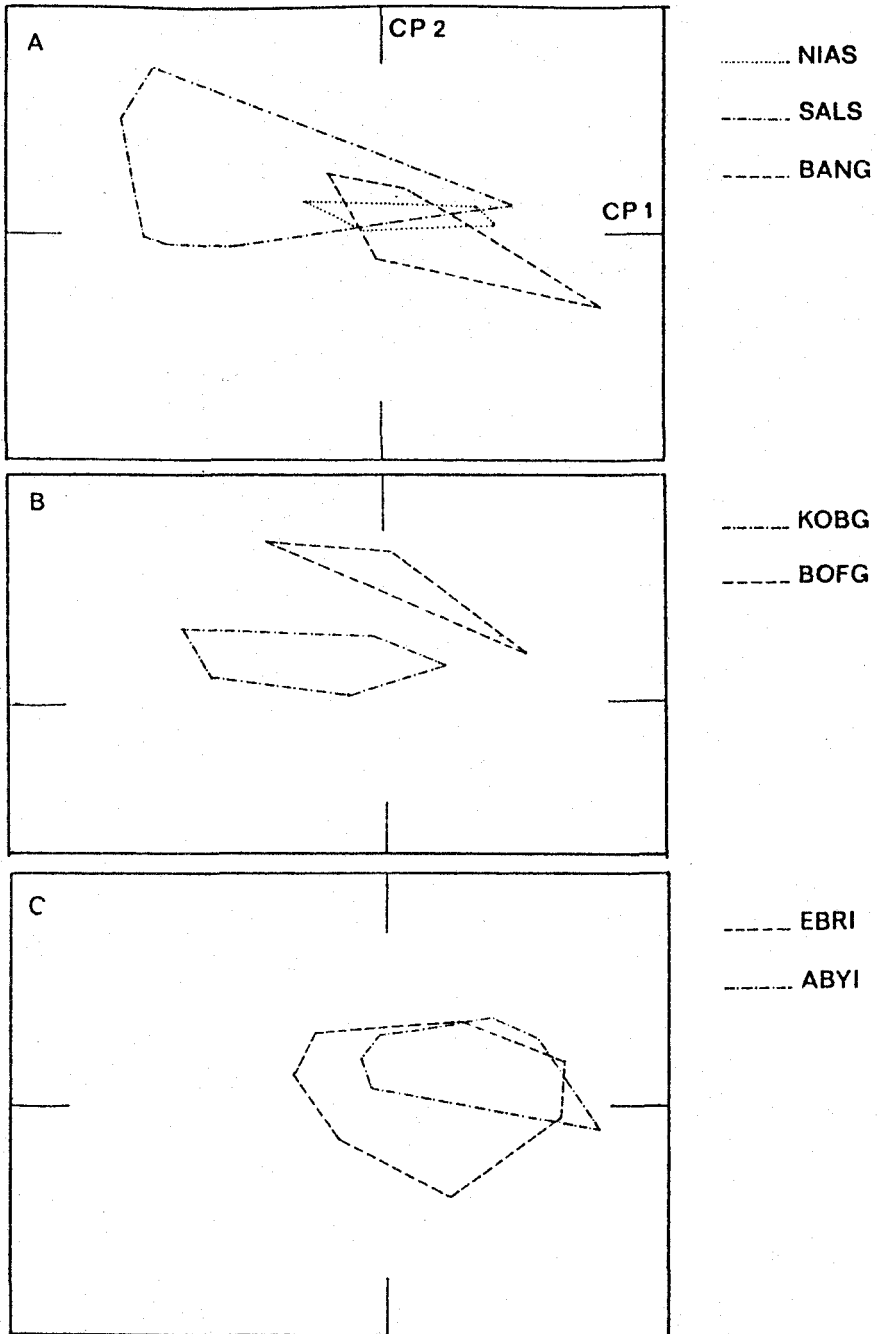


Figure 4. Analyse en composantes principales utilisant 20 caractères métriques sur différentes populations de *S. melanotheron*; A, Sénégal et Gambie; B, Guinée; C, Côte d'ivoire.

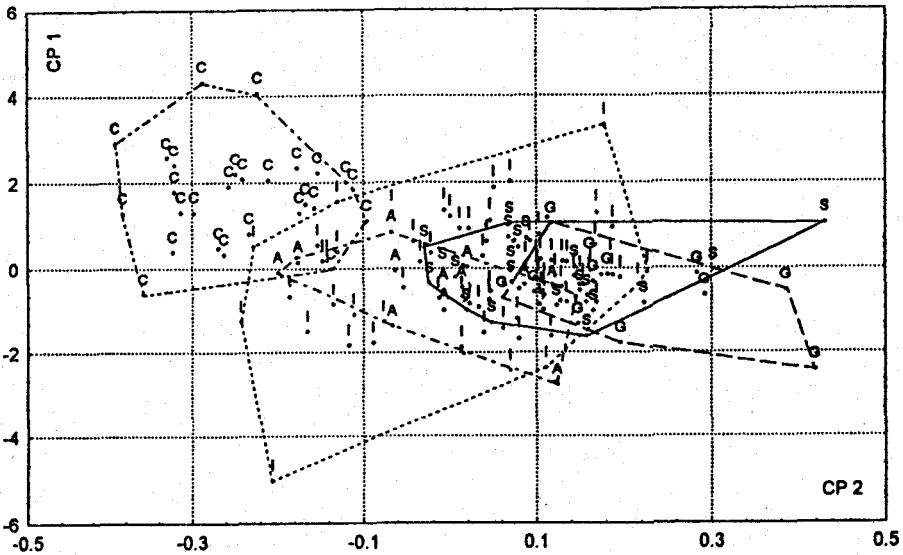


Figure 5. Analyse en composantes principales utilisant 20 données métriques et 7 données méristiques; sur différents échantillons de *Sarotherodon melanotheron*, S=Sénégal, A=Gambie, G=Guinée, I=Côte d'Ivoire, C=Congo.

Une deuxième analyse en composantes principales a été faite sur les données méristiques (fig. 4), mais en détaillant les différentes populations pour chaque pays. Seules les deux populations de Guinée sont bien séparées.

Une analyse en composantes principales a été faite sur les données méristiques (tab II, fig. 5). Les caractères nombre d'épine à la nageoire anale et nombre d'écaillés autour du pédoncule caudale n'ont pas été utilisés parce qu'ils ne présentent pas de variation. Dans la fig. 5, le premier axe est défini par le deuxième facteur de l'analyse métrique et le second axe est défini par le premier facteur de l'analyse méristique afin de mieux séparer les populations (puisque les résultats de l'analyse métrique et méristique sont intégrés dans un seul graphique). Les souches guinéennes et congolaises sont nettement séparées, avec les populations de Sénégal, de la Gambie et de Côte d'Ivoire dans une position intermédiaire.

Le second axe, qui est le premier facteur de l'analyse méristique permet également de distinguer les populations guinéennes et sénégalaises de la souche congolaise.

Discussion

Trewavas (1983) a distingué cinq sous-espèces au sein de l'espèce *Sarotherodon melanotheron* (fig. 1). Nous avons essayé de retrouver ces sous-espèces

parmi les différentes populations que nous avons examinées. La population de Kouilou se distingue facilement des autres par la combinaison des caractères suivants : longueur de la tête, longueur du museau, relation largeur/longueur de l'os pharyngien inférieur, longueur de la nageoire dorsale, longueur de la nageoire ventrale, longueur de la nageoire anale, nombre de branchiospines sur la partie inférieure du premier arc branchial et nombre de rayons mous à la nageoire dorsale. Cette population correspond à la description de *S. m. nigripinnis*, donnée par Trewavas (1983).

Les populations provenant de Côte d'Ivoire (Ebrié et Aby) se ressemblent parfaitement à l'exception de la relation diamètre de l'oeil/longueur de l'os préorbital, mais ce caractère et notamment le diamètre de l'oeil dépend largement de la taille des spécimens examinés qui n'est pas homogène pour les deux souches. Pour les caractères morphométriques et méristiques, l'ensemble de ces populations se distingue assez bien des populations du Congo, du Sénégal et de la Guinée. On observe une superposition avec les populations de la Gambie. D'après Trewavas (1983), les populations de Côte d'Ivoire appartiennent à *S. m. melanotheron*.

L'analyse en composantes principales pour 20 caractères métriques (fig 3), ne permet pas de distinguer les populations provenant de la Guinée de celles provenant du Sénégal. Une superposition partielle est observée avec les populations provenant de la Gambie. Les mêmes observations peuvent être faites pour l'analyse en composantes principales pour 7 caractères méristiques (fig. 5).

D'après Trewavas (1983), les populations provenant de Guinée de Gambie et du Sénégal (en partie) appartiennent à *S. m. heudelotii*.

Il est remarquable de constater que les deux populations de Guinée se distinguent assez bien dans une analyse en composantes principales en utilisant 20 caractères métriques (fig. 4). En nous basant sur les critères donnés par Trewavas (1983), la population Bofon (BOFG) semble avoir plus d'affinités avec *S. m. leonensis*. N'ayant pas pu examiner de matériel provenant de Sierra Leone et du Liberia, cette supposition mérite d'être confirmée.

Nous n'avons pas pu distinguer la sous-espèce *S. m. paludinosus*, connue de la région de Dakar. Pourtant, nous avons examiné des spécimens provenant de cette zone (Niaï, NIAS). Ces spécimens ne diffèrent pas de ceux provenant du Sine Saloum (SALS).

Conclusion

L'analyse morphométrique des différentes populations du tilapia *Sarotherodon melanotheron* a permis de distinguer clairement la souche provenant du Kouilou (Congo) et qui correspond à la sous-espèce *S. m. nigripinnis*. Les populations provenant de la Côte d'Ivoire se distinguent plus ou moins bien des autres populations sauf de celle de la Gambie. Celle-ci se distingue plus ou moins bien des populations provenant de la Guinée et du Sénégal. Enfin, les deux populations de la Guinée se distinguent assez bien. Ces résultats mettent en cause la distinction en sous-espèces telle qu'elle a été proposée par Trewavas (1983), notamment en ce qui concerne les sous-espèces *S. m. melanotheron* et *S. m. heudelotii*.

Différenciation génétique de 20 populations d'*Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758).

Béatrice Gourène (1) et Jean François Agnèse (2).

- (1) Centre de Recherches Océanologique, B P V18, Abidjan, Côte d'Ivoire.
 (2) ORSTM, Centre de Recherches Océanologique, B P V18, Abidjan, Côte d'Ivoire.

Introduction

Oreochromis niloticus est une espèce de tilapia dont l'aire de répartition s'étend de l'Afrique de l'Ouest (on le trouve dans le Sénégal, le Niger et la Volta) jusqu'aux rivières et lacs de la vallée du Rift en passant par le Nil. C'est l'espèce de tilapia la plus utilisée en pisciculture tropicale. Son comportement reproducteur, incubation buccale des oeufs par la femelle, lui a valu d'être rangée dans le genre *Oreochromis* par Trevawas, (1983). Les populations qui composent cette espèce sont relativement différenciées morphologiquement puisque Trevawas (1983) décrit sept sous espèces : *Oreochromis niloticus niloticus* (dans le Nil et les bassins d'Afrique de l'Ouest) *O. n. cancelatus* (dans les lacs et rivières d'Ethiopie), *O. n. filoa* (dans les sources d'eau chaude du système de l'Awash en Ethiopie), *O. n. barengoensis* (dans le lac Baringo), *O. n. vulcani* (dans le lac Turkana), *O. n. sugutae* (dans la rivière Suguta) et *O. n. eduardianus* (dans les lacs Eduard, Kivu, Albert, Tanganika). Une huitième sous espèce a été décrite par Seyoum et Kornfield (1992a); *Oreochromis niloticus tana* qui vit dans le lac Tana sur le Nil bleu.

Seyoum et Kornfield (1992a) ont étudiés les populations d'Afrique de l'Est alors que Rognon (1993) a étudié les populations d'Afrique de l'Ouest et du Nil. Au cours de ce travail, nous avons étudié le polymorphisme des protéines enzymatiques d'un nombre important (18) de populations naturelles de cette espèce. Notre étude prend en compte la quasi totalité des sous espèces existantes (seule la sous-espèce *O. n. tana* est absente).

Matériel et méthodes

Après dissection sur place, les échantillons ont été conservés dans l'azote liquide jusqu'au laboratoire où ils ont été maintenus à -80°C jusqu'à leur analyse. Un total de 583 individus ont été analysés, représentant 20 populations et sept sous espèces (Fig. 1): *O. n. niloticus*, Sénégal (Dagana), Niger (Sélingué et Bamako), Tchad (lac Tchad, N'djamena) Volta (Battor) et Nil (Chobra, Caire, Manzalla); *O. n. cancelatus*, lacs

Ziway, Awasa, Koka; *O. n. filoa*, sources chaudes dans le bassin de la rivière Awash (Sodoré); *O. n. sugutae*, rivière Suguta à Kapédo; *O. n. eduardianus*, Lac Eduard; *O. n. baringoensis*, lac Baringo; *O. n. vulcani*, lac Turkana à Loyangalani. Trois échantillons ont été prélevés dans des stations piscicoles, Quaroun en Egypte, la souche Bouaké d'une part et la souche Volta d'autre part de la station piscicole (Institut DES SAVANES) de Bouaké en Côte d'Ivoire.

Trois indices ont été utilisés pour évaluer la variabilité génétique : la diversité allélique (A) qui est le nombre moyen d'allèles par locus, le taux de polymorphisme (P) qui correspond au nombre de locus polymorphes par rapport au nombre de locus étudiés, l'hétérozygotie moyenne (H), Nei (1978). Les tests de déviation des fréquences alléliques par rapport à celles attendues sous l'hypothèse de l'équilibre de Hardy-Weinberg ont été effectuées à l'aide du test G fourni par le programme BIOSYS de L. Swoford. La divergence génétique entre les échantillons a été évaluée par une méthode d'agglomération hiérarchique à partir d'une matrice de distance de Rogers (1972). Cette matrice obtenue à partir du tableau de fréquences alléliques a été traitée par le programme FITCH de J. Felsenstein (Département of genetics, Université de Washington, Seattle, Washington 98195) utilisant l'algorithme d'agglomération de Fitch et Margoliash (1967).

Le tableau de fréquences alléliques a également été transformé en une matrice de présence/absence (1/0) d'allèles. Cette matrice a ensuite été traitée par un algorithme de parcimonie (Eck et Dayhoff, 1966; Kluge et Farris, 1969) par le programme MIX de J. Felsenstein.

Résultats et discussion

Sur les 25 locus qui ont été étudiés, seul 10 se sont révélés polymorphes. Parmi ces derniers, FBP1 présente un allèle, FBP1-110, dans les populations de la sous espèce *O. n. cancelatus* (lacs Ziway, Awasa, Koka, rivière Awash) et dans celle de *O. n. filoa* (Sodoré). De même, l'allèle FBP2-110 n'est présent que dans l'échantillon de *O. n. edouardianus*. Le locus LDH2 est représenté par 2 allèles Ldh2-100 et Ldh2-80 dans la Volta. On retrouve ces deux allèles dans l'échantillon domestique de Bouaké-Volta.

Comparativement à d'autres espèces de tilapia, *O. niloticus* est très peu polymorphe (0.0 % < P < 3 %). Chez *Sarotherodon melanotheron* par exemple, on observe des valeurs de P égales à 15 % (Pouyaud, 1994). L'hétérozygotie est également faible, elle varie de 0.0% à 4.5%. Par comparaison, cette hétérozygotie varie de 2,8% à 9,7% chez *Sarotherodon melanotheron* (Pouyaud, 1994).

Le phénogramme obtenu (fig 2) montre que les populations sont génétiquement structurées. Elles se regroupent en fonction de leur origine géographique. Ainsi, les populations de l'ouest et du nord de l'Afrique sont nettement séparées de celles de l'Est. Le regroupement des populations correspond également aux sous espèces décrites par Trewavas (1983). Les sous espèces sont donc bien génétiquement différenciées à l'exception de *O. n. filoa* (Sodoré) qui ne se distingue pas du groupe des échantillons de *O. n. cancelatus*.



Figure 1. Carte de répartition des points d'échantillonnage des populations de *O. niloticus*.

Tableau 1: Liste des systèmes étudiés, des tissus et des tampons utilisés dans l'étude du polymorphisme enzymatique de *Oreochromis niloticus*. F: foie; M : muscle; O : oeil; TC 6,7 : Tris citrate pH 6,7; TEB 8,6 : Tris Edta Borate pH 6,8; MC 2 Amine Citrate pH 6,1; RW : Ridgeway pH 8,0.

Systèmes enzymatiques	Locus	Tissus			Tampons
Aspartate aminotransferase (EC 2.6.1.1)	AAT-1	F	M	O	TC 6,7
	AAT-2	F		O	TC 6,7
	AAT3		M	O	TC 6,7
Alcohol deshydrogenase (EC 1.1.1.1)	ADH	F			MC 2
Adenylate kinase (EC 2.7.4.3)	AK		M		MC 2
Creatine kinase (EC 3.1.3.1)	CK-1		M	O	MC 2
	CK-2		M	O	MC 2
Fructose biphosphatase (EC 3.1.3.11)	FBP-1		M		MC 2
	FBP-2	F			MC 2
Fumarase hydratase (EC 4.2.1.2)	FH		M		MC 2
Glucose 6 phosphate isomerase (EC 5.3.1.9)	GPI1		M		RW
	GPI2	F		O	RW
Isocitrate deshydrogenase (EC 1.1.1.14)	IDHP-1	F			MC 2
	IDHP-2		M		MC 2
Lactate deshydrogenase (EC 1.1.1.27)	LDH-1		M	O	MC 2
	LDH-2	F	M	O	MC 2
	LDH-3			O	MC 2
Malate deshydrogenase (EC 1.1.1.37)	MDH-1		M	O	MC 2
	MDH-2	F	M	O	MC 2
Manose 6-phosphate isomerase (EC 5.3.1.8)	MPI		M		TEB 8,6
Phosphoglucomutase (EC 5.4.2.2)	PGM		M		TEB 8,6
Protéine totale	PROT-1		M		MC 2
	PROT-2		M		MC 2
Superoxyde dismutase (EC 1.15.1.1.)	SOD	F			MC 2

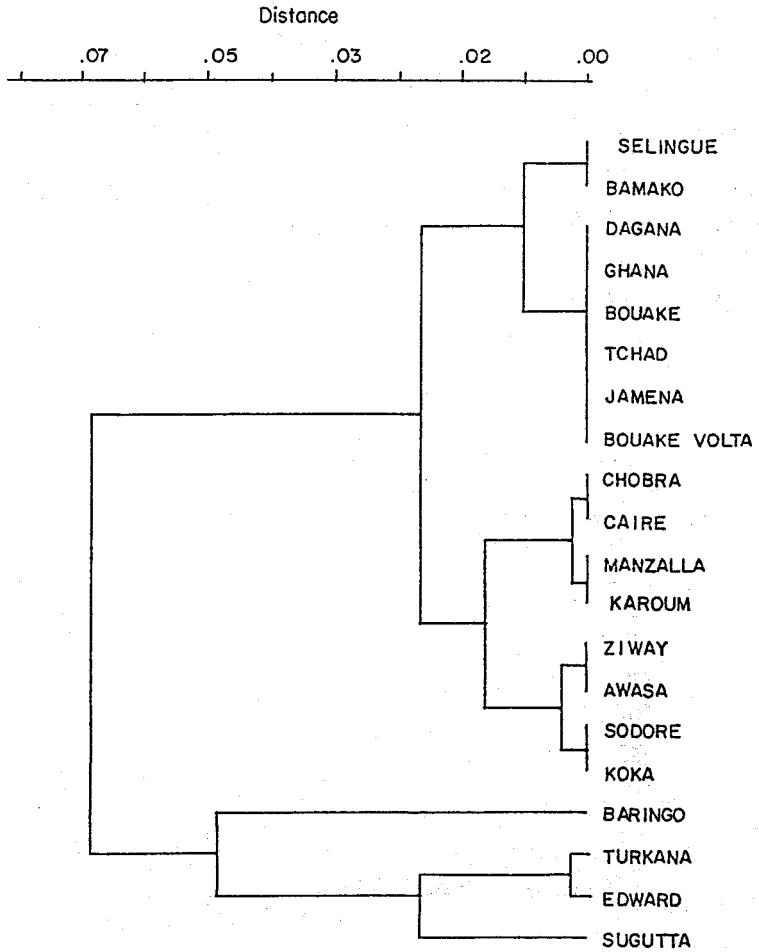


Figure 2. Dendrogramme obtenu avec le programme FITCH à partir de la matrice de distance génétique de Rogers (1972), montrant les relations génétiques entre les différentes populations de *O. niloticus*.

Ces résultats montrent que la sous espèce la plus proche de *O. n. niloticus* est *O. n. cancelatus* contrairement aux résultats de Seyoum et Kornfield (1992b) qui observent, sur la base d'étude de fragments de restriction de l'ADN mitochondrial, une proximité génétique entre les échantillons de *O. n. niloticus*, *O. n. eduardianus* et *O. n. vulcani*.

Enfin concernant la sous espèce *O. n. niloticus* on observe une différenciation entre les populations de l'ouest (Sénégal, Niger, Volta, Tchad) et celles de l'est (Manzalla, Caire, Quaroun).

Conclusion

Au terme de cette étude nous pouvons dire que l'espèce *O. niloticus* est relativement peu polymorphe. Malgré cette faible différenciation génétique, on observe une très forte structure génétique. Chaque sous espèce semble génétiquement différenciée (sauf la sous espèce *O. n. filoa*). Ces résultats confirment dans l'ensemble, le découpage de l'espèce en 7 sous espèces fait par Trevawas (1983).

Différenciation génétique des populations de *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) et *Clarias anguillaris* (Linnaeus, 1758)

Filip Volckaert (1), Peter Galbusera (1) et René Guyomard (2).

(1) Université catholique de Louvain, Laboratoire d'écologie et d'aquaculture, Institut de zoologie. Naamsestraat 59, B-3000, Louvain, Belgique.

(2) Laboratoire de Génétique des Poissons, INRA, 78352, Jouy en Josas, France

Introduction

Les poissons du genre *Clarias* sont abondamment utilisés en pisciculture, soit pour leur chair soit pour limiter la reproduction d'autres poissons comme les tilapias. Parmi toutes les espèces rencontrées en Afrique, deux d'entre elles intéressent l'aquaculture : *Clarias anguillaris* et *Clarias gariepinus*. Ces deux espèces sont très proches morphologiquement. Teugels (1986) a montré qu'elles avaient un nombre de branchiospines différent. *C. anguillaris* possède de 16 à 40 branchiospines et chez *C. anguillaris*, on en trouve entre 24 et 110. Le nombre de branchiospines variant avec l'âge des individus, il peut être difficile d'utiliser ce critère sur des individus jeunes. Pour ces raisons, importance des espèces en pisciculture et difficultés d'identification, il est apparu nécessaire d'entreprendre une étude de leur différenciation génétique. A ce jour, aucune étude n'avait encore été entreprise sur des populations naturelles des principaux bassins africains.

Matériel et méthodes

Après dissection sur place, les échantillons ont été conservés dans l'azote liquide jusqu'au laboratoire où ils ont été maintenus à -30°C jusqu'à leur analyse. Au total, 145 individus ont été analysés, représentant 9 populations et deux espèces, pour *C. anguillaris*, Sélingué (MAL1) et Bamako (MAL2), Dagana (SEN1) et Layo (CIV1 et CIV2), pour *C. gariepinus*, Chobra et Manzalla (EGY1 et EGY 2), Dagana (SEN2) et un échantillon d'une population domestique des Pays Bas en provenance de Bangui (RCA). Parmi les 24 locus étudiés, 5 se sont révélés monomorphes pour le même allèle dans toutes les populations. Ce sont : AAT-1, CK-2, MDH-1, MEP-2 et SOD-1. Le tableau I représente les fréquences alléliques observées aux différents locus pour chaque population.

Tableau I. Fréquences alléliques observées aux locus polymorphes dans les populations de *Clarias gariepinus* et *Clarias anguillaris*.

Populations Locus	Allèle	SENA	SENB	RCI	MAL1	MAL2	EGY1	EGY2	CIV1	CIV2
		n=17	n=14	n=25	n=10	n=17	n=10	n=20	n=15	n=17
AAT-2	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	0.98	1.00	1.00
	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.02	0.00	0.00
AK	100	1.00	1.00	0.98	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	50	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CK-1	100	0.93	0.27	1.00	0.00	0.006	1.00	1.00	0.00	0.00
	115	0.07	0.73	0.00	1.00	0.94	0.00	0.00	1.00	1.00
FBP	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	1.00	0.91
	200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.09
FH	100	0.14	0.96	0.33	0.60	0.91	0.00	0.00	0.90	0.94
	110	0.00	0.00	0.05	0.40	0.00	0.00	0.00	0.07	0.06
	120	0.86	0.04	0.62	0.00	0.09	0.85	0.92	0.03	0.00
	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.08	0.00	0.00
GPI-1	100	0.79	1.00	1.00	1.00	0.97	0.90	0.95	1.00	1.00
	0	0.21	0.00	0.00	0.00	0.03	0.10	0.05	0.00	0.00
GPI-2	100	0.00	0.00	0.53	0.00	0.00	0.90	0.78	0.03	0.00
	150	0.00	0.09	0.47	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
	210	0.83	0.91	0.00	1.00	0.97	0.10	0.15	0.97	1.00
	230	0.17	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
	50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00
G3PDH	100	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	1.00	0.97	1.00	1.00
	300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00
	50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
IDHP-1	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	1.00	0.97	0.94
	120	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.06
	90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00
IDHP-2	100	0.57	0.95	0.53	1.00	1.00	0.30	0.53	1.00	1.00
	115	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	125	0.29	0.00	0.26	0.00	0.00	0.55	0.37	0.00	0.00
	87	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.05	0.00	0.00
	60	0.00	0.00	0.31	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00
	40	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LDH-1	100	1.00	1.00	1.00	0.95	1.00	0.95	1.00	1.00	1.00
	0	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00
LDH-2	100	0.07	0.88	0.00	0.65	0.59	0.00	0.00	0.63	0.68
	50	0.93	0.12	1.00	0.35	0.41	1.00	1.00	0.37	0.32
MDH-2	100	0.33	0.00	0.95	0.00	0.00	0.75	0.63	0.00	0.00
	83	0.67	1.00	0.05	1.00	1.00	0.25	0.37	1.00	1.00

Tableau I. Suite

Populations Locus	Allèle	SENA	SENB	RCI	MAL1	MAL2	EGY1	EGY2	CIV1	CIV2
		n=17	n=14	n=25	n=10	n=17	n=10	n=20	n=15	n=17
MDH-3	100	0.79	0.67	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	80	0.14	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	57	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MEP-1	100	0.70	0.86	0.92	0.95	0.80	0.95	0.91	0.30	0.32
	50	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00
	80	0.30	0.14	0.00	0.05	0.20	0.05	0.00	0.63	0.68
	110	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
	120	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00
	130	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
MPI	100	0.64	1.00	1.00	1.00	0.94	1.00	0.90	1.00	0.70
	015	0.36	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.10	0.00	0.30
	67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
PGM	100	0.71	0.75	1.00	0.95	0.94	0.95	0.96	1.00	1.00
	112	0.29	0.25	0.00	0.05	0.06	0.05	0.02	0.00	0.00
	80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
PGDH	100	0.36	0.46	0.00	0.55	0.50	0.05	0.12	0.50	0.50
	50	0.00	0.04	0.00	0.05	0.15	0.00	0.15	0.00	0.00
	75	0.64	0.46	1.00	0.30	0.35	0.95	0.73	0.50	0.50
	85	0.00	0.04	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	67	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SOD-2	100	1.00	1.00	0.24	0.95	0.88	0.20	0.13	1.00	1.00
	20	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.20	0.12	0.00	0.00
	50	0.00	0.00	0.36	0.00	0.00	0.10	0.05	0.00	0.00
	55	0.00	0.00	0.24	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00
	117	0.00	0.00	0.04	0.05	0.12	0.35	0.55	0.00	0.00

Références citées

Abban, E.K., Skibinski ,D.O.F., (1988). Protein variation in *Schilbe mystus* (L) and *Eutropius niloticus* (Ruppel) (Pisces Siluriformes) in the Volta bassin of Ghana West Africa. *Aquaculture and Fisheries Management* 1988. 19, 25–37.

Agnèse, J.F., (1989). Différenciation génétique de plusieurs espèces de siluriformes ouest-africains ayant un intérêt pour la pêche et l'aquaculture. Thèse de L'Université de Montpellier II, France. 216 p.

Agnèse, J.F., Pasteur, N., Levêque, C. (1989). Différenciation génétique de quelques populations de *Chrysichthys nigrodigitatus* et de *Chrysichthys johmelsi* (Pisces Bagridae) de Côte d'Ivoire et du Mali. *Rev Hydrobiol. Trop.* 22(2) : 101–106 (1989).

Agnèse, J.F., (1991). Taxonomic status and genetic differentiation among West African populations of the *Chrysichthys auratus* complex (Pisces Siluriformes) based on protein electrophoresis. *Aquaculture and fisheries Managment* 1991, 229–237.

Albaret, J.J., (1994). Les poissons : biologie et peuplements. In: Dufour P., J.R. Durand et S.G. Zabi (Eds). *Environnement et ressources aquatiques de Côte d'Ivoire.* 2 – Les milieux saumâtres : l'exemple de la lagune Ebrié. 239–269.

Anadu, D.I., Eze, C.C., (1992). Culturing Catfish under different stocking densities. *Aquaculture magazine*, sept/Oct, 92, 48–54.

Anonyme, (1976).– Etat actuel de l'aquaculture en Côte d'Ivoire. Direction de la Pisciculture et de la Pêche en Eaux Continentales, Ministère de l'Agriculture. CIFA Tech. Pap. N°4, suppl. 1, Symp. *Aquaculture in Africa*, Accra, Ghana, 1975, pp. 23–38.

Anonyme, (1987). *Projet pilote de développement de l'Aquaculture Lagunaire. Bilan des travaux 1985–1986.* 1 : Rapport général. 2 : Annexes. Ministère de la Production Animale, Direction des Pêches, Abidjan, 110 p. et annexes.

Anonyme, (1993).– *Projet "Appui à la professionnalisation piscicole du Centre". Rapport d'activité Année 1.* Ministère de l'Agriculture et de Ressources Animales – Association Française des Volontaires du progrès, 40 pp.

Assouhan, J., (1992). Etude des facteurs du milieu sur la survie et la croissance larvaire d'un silure africain *Heterobranchius longifilis*. Mémoire de D.A.A., ENSA de Rennes, France, 34 p.

Avise, J.C., Aquadro, L.F., (1982). A comparative summary of genetic distances in the vertebrates pattern and correlations. *Evol. Biol.* 15, 161–185.

Bard, J., De Kimpe, P., Lessent, P., (1976). Nouveaux poissons et nouvelles méthodes d'élevage en Afrique. CIFA Tech. Pap. n°4, Suppl. 1, Symp. on Aquaculture in Africa, Accra, Ghana, 1975 : 365-372.

Bell-Cross, G., (1976). The fishes of Rhodesia. National Museums and Monuments of Zimbabwe, Hare, 268 p.

Cavaillès, M., Konan, K., Doudet, T., (1981). Essai d'élevage de poissons en cages flottantes en eaux continentales. C.T.F.T., Div. Rech. Piscic. Bouaké, Côte d'Ivoire, 28 p.

Cissé, A., (1986). Résultats préliminaires de l'alimentation artificielle de *Tilapia guineensis* et de *Sarotherodon melanotheron* en élevage. In: Aquaculture research in African regions, FIS seminar, PUDOC, Wageningen, 103-111.

Cissé, A., (1989). Etude du rapport protéine-énergie dans l'alimentation de *Sarotherodon melanotheron*. Influence sur la consommation alimentaire, la croissance et la composition de la carcasse. Doc. Sc. Cent. Rech. Océanogr., Abidjan, Côte d'Ivoire.

Clay, D. (1977)., Biology of the tropical catfish (family: Clariidae) with special emphasis on its suitability for culture (including bibliography). Canada, *Fish and Mar. Service Manuscript*, (1458), 68 p.

Copin, Y., Oswald, M., (1988). La pisciculture semi-intensive de tilapia devient une réalité sociale et économique. Une démonstration concrète en Côte d'Ivoire. *Aquaculture*, n°17 : 15-21.

Daget, J., Iltis, A., (1965). Poissons de Côte d'Ivoire (Eaux douces et saumâtres). Mémoires de l'IFAN, n°74, 385 p.

De Kimpe, P., Micha, J.C., (1974). First guidelines for the culture of *Clarias lazera* in Central Africa. *Aquaculture*, 4 : 227-248.

De Leeuw, R., Goos, H.J.T., Richter, C.J.J., Eding, E.H., (1985). Pimozide-LHRHa-induced breeding of the African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell). *Aquaculture*, 44, 295-302.

Depelchin, J., Depelchin, A., (1984). G.V.C. de Nambekaha. Rapport des Commissaires aux Comptes sur le premier cycle de production (de 1982 à janvier 1984). Korhogo, Côte d'Ivoire, 18 p. multigr.

Dia, A. K., Hem, S., Legendre, M., (1985). Les recherches en Aquaculture lagunaire en Côte d'Ivoire. Cent. Rech. Océanogr. Abidjan, 52 p.

Diallo, A. (1993). Premiers essais d'élevage en polyculture de *Tilapia guineensis* et de *Sarotherodon melanotheron* en Basse Casamance, Sénégal. In: Archive n°193, Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Tiaroye, Sénégal.

Djiba, A. (1987). Contribution à l'étude de la biologie de *Sarotherodon melanotheron heudelotii*. Thèse d'Université, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal.

Doudet, T., (1988). Comparaison de la tolérance au milieu lagunaire saumâtre de différentes espèces et hybrides d'*Oreochromis* pour leur utilisation en aquaculture (Lagune Ebrié, Côte d'Ivoire). In : Atelier sur la Recherche Aquacole en Afrique (14-17/11/1988), Bouaké, Côte d'Ivoire ; IDESSA-PNUD/FAO-CRO : 294-315.

Doudet, T, Legendre, M., (1986). L'aquaculture. In : Aménagement de la pêche et de l'aquaculture en Côte d'Ivoire : 109-125.

Eck, R.R., Dayhoff, M.O., (1966). Atlas of protein sequence and structure. Natl. Biomed. Res. Found., Silver Spring, Maryland, USA.

Fitch, W.M., Margoliash, E., (1967) Construction of phylogenetics trees. Science, 155 : 279-284.

Gras, R., (1958).- Une année de pêche d'un acadja de la lagune de Porto-Novo. CTFT, Série D.R. Août 1958 (4):1-15.

Franks, S., (1974). The spotted squeater *Synodontis nebulosus*, the butter catfish *Schilbe mystus*, the vundu *Heterobranchus longifilis* and the electric catfish *Malapterus electricus* in Lake Kariba : a man-made tropical ecosystem in Central Africa. Balon, E.K., A.G. Coche (Eds), Monographiae Biologicae, vol. 24 : 325 - 332.

Galbreath, P.F., Ziehi, A.D., (1988). Pratique de l'élevage monosex de *Tilapia nilotica* en milieu rural en Côte d'Ivoire. In : Atelier sur la Recherche Aquacole en Afrique (14-17/11/1988), Bouaké, Côte d'Ivoire ; IDESSA-PNUD/FAO-CRDI :337-356.

Geiger, R. (1984). Design and synthesis of LH-RH agonists and antagonists. In: LHRH and its analogs, F. Labrie, A. Belanger, & E. Dupont ed., Elsevier Science Publishers B.V., 36-49.

Goetz, F. W., (1983). Hormonal control of oocyte final maturation and ovulation in fishes. In: Fish Physiology, W. S. Hoar, D. J. Randall, & E. M. Donaldson ed., Academic Press, Inc., New York, 117-170.

Hem, S., (1982). L'aquaculture en enclos: adaptation au milieu lagunaire ivoirien. Aquaculture, 27 (3) : 261-272.

- Hem, S., Legendre, M., Trébaol, L., Cissé, A., Otémé, Z., Moreau, Y., (1994).** L'aquaculture. *In*: Dufour P., J.R. Durand et S.G. Zabi (Eds). Environnement et ressources aquatiques de Côte d'Ivoire. 2 - Les milieux saumâtres: l'exemple de la lagune Ebrié, 455-505.
- Hem, S., Avit, J.B.L.F., (1994).**- First results on "acadja-enclos" as an extensive aquaculture system (West Africa). *Bulletin of Marine Science*, 55 (2):1040-1051.
- Hogendoorn, H., Vismans, M.M., (1980).** Controlled propagation of the African catfish, *Clarias lazera* (C. &V.). II. Artificial reproduction. *Aquaculture*, 21, 39-53.
- Jalabert, B., Moreau, J., Planquette, P., Billard, R., (1974).** Déterminisme du sexe chez *T. nilotica* et *T. macrochir* : action de la méthyltestostérone dans l'alimentation des alevins sur la différenciation sexuelle ; obtention de mâles inversés fonctionnels. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, 14 : 729-739.
- Jalabert, B. (1976).** In vitro oocyte maturation and ovulation in rainbow trout (*Salmo gairdneri*), northern pike (*Esox lucius*), and goldfish (*Carassius auratus*). *J. Fish. Res. Board Can.*, 33, 974-988.
- Kluge, A.G., Farris, J.S., (1969).** Quantitative phylogenetics and the evolution of anurans. *Syst. Zool.* 18: 1-32.
- Koffi, C., (1988).** 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. *In* : Atelier sur la Recherche Aquacole en Afrique (14-17/11/1988), Bouaké, Côte d'Ivoire; IDESSA-FNUD/FAO-CRDI : 49-63.
- Koffi, C., Oswald, M., (1991).** Proposition d'une grille pour évaluer le compte d'exploitation des pisciculteurs. *In* : Ziehi A. et Dion G.G. eds., Vulgarisation de la pisciculture en milieu rural. Projet 3-P-87-0032, Programme "Pisciculteurs Témoins". CRDI, Rapp. intermédiaire, 80 p.
- Lazard J., (1986).**- La pisciculture : une composante des systèmes de production agricole. Communication présentée au séminaire "Relations Agriculture Elevage", DSA-CIRAD - Montpellier - 10-13 septembre 1985. *Les cahiers de la Recherche Développement*, 1986 (9): 27-34.
- Lazard J., Weigel J.Y., Stomal, B., Lecomte, Y., (1990).**- Bilan Orientation de la pisciculture en Afrique francophone subsaharienne. CTFT-CIRAD, Rapport pour le Ministère de Coopération et du Développement. 205 p.
- Lazard, J., Legendre, M., (1994).** La pisciculture tropicale: enjeux et problèmes de recherche. Exemple de la pisciculture africaine. *Cahiers Agriculture*, 3: 83-92.

Lazard, J., (1980). Le développement de la pisciculture intensive en Côte d'Ivoire : exemple de la ferme piscicole pilote de Natio-Kobadara (Korhogo). *Bois et Forêts des Tropiques*, 190 : 45-66.

Lazard, J., (1984). L'élevage du tilapia en Afrique. Données techniques sur sa pisciculture en étang. *Bois et Forêts des Tropiques*, 206 : 33-50.

Lazard, J., (1987). Projet Aquaculture de Banfora (Burkina-Faso). Bilan diagnostic. Propositions de relance. C.T.F.T., Nogent-sur-Marne : 55 p.

Lazard, J., (1990). Transferts de poissons et développement de la production piscicole. Exemple de trois pays d'Afrique subsaharienne. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, 23 (3) : 251-265.

Lazard, J., Lecomte Y., Weigel, J.Y., (1991). Pisciculture en Afrique subsaharienne. 155 p.

Legendre, M., Ecoutin, J.M., Hem, S., Cissé, A., (1990). Recherches sur les tilapias lagunaires de Côte d'Ivoire. In : *l'Aquaculture des Tilapias, du Développement à la Recherche*, C.T.F.T., Nogent-sur-Marne : 93-116.

Legendre, M., (1983). Examen préliminaire des potentialités d'un silure africain *Heterobranchus longifilis* (Valenciennes, 1840) pour l'aquaculture en milieu lagunaire. *Doc. Sc. Cent. Rech. Océanogr. Abidjan*, 14 : 97-107.

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., (1989). Enquête préliminaire sur la consommation du silure *H. longifilis* en Côte d'Ivoire. *Arch. Sci. Centre Rech. Océanogr. Abidjan*, 12 (1) : 1-12.

Legendre, M., (1991). Potentialités aquacoles des Cichlidae (*Sarotherodon melanotheron*, *Tilapia guineensis*) et Clariidae (*Heterobranchus longifilis*) autochtones des lagunes ivoiriennes. Thèse de Doctorat, Université Montpellier II.

Legendre, M., Albaret, J.J., (1984). Protocole d'identification des espèces autochtones présentant un intérêt potentiel pour l'aquaculture en milieu lagunaire. *NDR, 07/84, CRO Abidjan*, 4 p.

Legendre, M., Teugels, G.G., Cauty, C., Jalabert, B., (1992). A comparative study on morphology, growth rate and reproduction of *Clarias gariepinus*, *Heterobranchus longifilis* and their reciprocal hybrids (Pisces, Clariidae). *J. Fish Biol.*, 40 : 59-79.

Legendre M., Hem S., Cissé, A., (1989).– Suitability of brackishwater tilapia species from Côte d'Ivoire for lagoon aquaculture. –II– Growth and rearing methods. *Aquat. Living Resour.*, (2): 81–89.

Lessent, P., (1968). Essais d'hybridation dans le genre *Tilapia* à la Station de Recherches Piscicoles de Bouaké, Côte d'Ivoire. *F.A.O. Fish. Rep.*, 44 (4) : 148–159.

Luquet, P., Otémé, Z.J., Cissé, A., (1994). Mise en évidence et valorisation de la croissance compensatrice chez *Heterobranchus longifilis*. Atelier international sur les Bases Biologiques de l'Aquaculture des Siluriformes, Montpellier, France, 24–27 mai, 1994.

Micha, J.C., (1973). Etudes des populations piscicoles de l'Ubangui et tentatives de sélection et d'adaptation de quelques espèces à l'étang de pisciculture. *CTFT*, Paris, 110p.

Morissens, P., Dembélé, I., Da Costa, K.S., (1990). Programme "Pisciculteurs Témoins". Essais diagnostics menés en étangs sur 12 modèles d'élevage de poissons à la station de recherches piscicoles de Kokondékro. Rapport Technique, 24 p.

Morissens P., Oswald M., Sanchez, F., Hem, S., (1991) Approche de nouveaux modèles d'exploitation piscicole adaptés au contexte rural ivoirien. International Symposium on *Tilapia* in Aquaculture ISTA III, Abidjan 11– 16 november 1991 : 14 p.

Nagahama Y., Yamashita, M., (1989). Mechanisms of synthesis and action of 17α , 20β -dihydroxy-4-pregnen-3-one, a teleost maturation-inducing substance. *Fish Physiol. Biochem.*, 7, 193–200.

Nei, M., (1978) Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. *Genetics*, 89 : 583–590.

Otémé, Z.J., Luquet, P., (1994). Evolution des performances zootechniques et rendement en muscle au cours de la croissance chez le silure *Heterobranchus longifilis*. Atelier International sur les Bases Biologiques des Siluriformes. Montpellier, France, 24–27 mai, 1994.

Otémé, Z. J., Gilles, S., (1994). Elevage larvaire du silure *Heterobranchus longifilis*: taux d'alimentation journaliers et mise au point d'une grille de rationnement. Atelier International sur les Bases Biologiques des Siluriformes. Montpellier, France, 24–27 mai, 1994.

Pariselle, A., Euzet, L., (1994) Three new species of *Cichlidogyrus* Paperna, 1960 (Monogenea, Ancyrocephalidae) parasitic on *Tylochromis jentinki* (Steindachner, 1895) (Pisces, Cichlidae) in West Africa. *Systematic Parasitology*, 29, 229–234.

Pariselle, A., Euzet, L., (1995) Gill parasites of the genus *Cichlidogyrus* Paperna, 1960 (Monogenea, Ancyrocephalidae) from *Tilapia guineensis* (Bleeker, 1862), with description of six new species. *Systematic Parasitology*, 00, 000–000.

Pariselle, A., Bilong Bilong, C.F., Euzet, L., (sous presse) Four new species of *Cichlidogyrus* Paperna, 1960 (Monogenea, Ancyrocephalidae) gill parasites on *Hemichromis fasciatus* Peters, 1858 in Africa. With remarks on parasitic species richness among Cichlid fishes. *International Journal for Parasitology*.

Pariselle, A., Euzet, L., (sous presse a) *Scutogyrus* n. g. (Monogenea, Ancyrocephalidae) for *Cichlidogyrus longicornis minus* Dossou, 1982 and three new species affine, parasitic on African cichlids. *Journal of the Helminthological Society of Washington*.

Pariselle, A., Euzet, L., (sous presse b) Monogenea ectoparasites branchiaux de *Pelmatochromis buettikoferi* (Steindachner, 1895) (Cichlidae) en Guinée. *Parasite*.

Pariselle, A., Euzet, L., (sous presse c) *Cichlidogyrus* Paperna, 1960 (Monogenea, Ancyrocephalidae) gill parasites from the west african Cichlidae of the subgenus *Coptodon* Regan, 1920 (Pisces), with description of five new species. *Systematic Parasitology*.

Pariselle, A., Euzet, L., (sous presse d) Five new species of *Cichlidogyrus* Paperna, 1960 (Monogenea, Ancyrocephalidae) gill parasite from *Tilapia brevipanus* Boulenger, 1911; *Tilapia buettikoferi* (Hubrecht, 1881) and *Tilapia cessioniana* Thys van den Audenaerde, 1968 (Teleostei, Cichlidae) in Guinea, Ivory Coast and Sierra Leone (West Africa). *Journal of Parasitology*.

Pasteur, N., Pasteur, G., Bonhomme, F., Catalan, J., Britton-Davidian., J., (1987). Manuel de génétique par électrophorèse des protéines. Collection technique et documentation, éditeur Lavoisier Paris. 217 p.
et

Peter, R E., Chang, J.P., Nahorniak, C.S., Omelianuk, R.J., Sokolowska, M., Shih, S.H., Billard, R., (1986). Interactions of catecholamines and GnRH in regulation of gonadotropin secretion in teleost fish. In: *Recent Progress in Hormone Research*, Academic Press, Inc., 513–548.

Planquette, P., Petel, C., (1976). Quelques données sur la mise au point de méthodes d'élevage de *Tilapia nilotica* associé à un prédateur. Symposium Pêches en Eaux Douces, Mexico. 16 p. multigr.

Pliya, J., (1980).– La pêche dans le sud-ouest du Bénin. Agence de Coopération Culturelle et technique, Paris 296 pp.

Pouyaud, L., Agnèse, J.F., (sous presse) Phylogenetic relationships between 21 species of three tilapiine genera *Tilapia*, *Sarotherodon* and *Oreochromis* using allozyme data. *Journal of Fish Biology*.

Pullin R.S.V., (1988).– Ressources génétiques en tilapias pour l'aquaculture. Atelier sur les ressources génétiques en tilapias pour l'aquaculture 23–24 mars 1987, Bangkok, Thaïlande, ICLARM, 129 p.

Rogers, J.S., (1972). Measures of genetic similarity and genetic distances. *Studies in genetics VII*, University of Texas Publications, 7213 : 145–153.

Rognon, X., (1993). Diversité génétique et relations phylogénétiques chez le Tilapias (Pisces: Cichlidae). Comparaison des données du polymorphisme enzymatique et mitochondrial. Thèse de l'Université de Paris XI, Orsay. 175p

Satia, B., (1988).–Aquaculture Regional Sector survey for the Africa Region. ADCP/REP/88/. (Document provisoire de l'ADCP.FAO). 44 p.

Saitou, N., Nei, M., (1987). The neighbor joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. *Mol. Biol. Evol.* 4 (4): 406–425.

Séka, A., (1984). Possibilités d'élevage d'un poisson Clariidae des régions forestières de Côte d'Ivoire : *Heterobranchus longifilis*. D.E.A., Univ. Toulouse, 33 p.

Seyoum, S., Kornfield, I., (1992a). Identification of the subspecies of *Oreochromis niloticus* (Pisces : Cichlidae) using restriction endonucleases analysis of mitochondrial DNA. *Aquaculture*, 102 : 29–42.

Seyoum, S., Kornfield, I., (1992b). Taxonomic notes on the *Oreochromis niloticus* subspecies-complex (Pisces: Cichlidae), with a description of a new subspecies. *Can. J. Zool.*, Vol 70, 2161–2165

Slembrouck, J., Legendre, M., (1988). Aspects techniques de la reproduction contrôlée de *Heterobranchus longifilis* (Clariidae). *Cent. Rech. Océanogr. Abidjan*, NDR 02/88, 19 p.

Swoford, D.L., Selander, R.B., (1989). Biosys-1 : a computer program for the analysis of allelic variation in populations genetics and biochemical systematics, release 1.7. Illinois Natural History Survey.

Teugels, G.G., Denayer, B., Legendre, M., (1990). A systematic revision of the African catfish genus *Heterobranchus* Geoffroy Saint-Hilaire, 1809 (Pisces: Clariidae). *Zool. J. Linn. Soc.*, 98 : 237–257.

Teugels, G.G., Guyomard, R., Legendre, M., (1992). Enzymatic variation in African Clariid Catfishes. *Journal of Fish Biology* 40, 87–96.

Teugels, G.G., (1986). A systematic revision of the african species of the genus *Clarias* (Pisces; Clariidae). Musée Royal de l'Afrique Centrale, ANN. VOL. 247. Sciences zoologiques, 199p.

Trewavas, E., (1983). Tilapiine Fishes of the genera *Sarotherodon*, *Oreochromis* and *Danakilia*. British Museum (Natural History), London, 583p.

Van der Bank, F. H., Grobler, J.P., Preez, H.H., (1992). A comparative biochemical genetic study of three populations of domesticated and wild African Catfish (*Clarias gariepinus*) Comp. Biochem. Physiol. Vol. 101B, N° 3, pp 387-390, 1992

Watanabe, W.O., Ernst, D.H., Olla, B.L., Wicklund, R.I., (1989). Aquaculture of red tilapia (*Oreochromis sp*) in marine environments: state of art. In Advances in Tropical Aquaculture. Tahiti, Feb. 20 -March 4, 1989. Aquacop. IFREMER. Actes de colloques 9, 780p: 487-498.

Welcomme R.L., (1972).- An evaluation of the acadja method of fishing as practiced in the coastal lagoons of Dahomey (West Africa). J. Fish. Biol., 4 : 39-55.

Wongbé, Y., (1988). La Station de Recherches Piscicoles de Bouaké Kokondekro. In : Atelier sur la recherche aquacole en Afrique (14-17/11/1988), Bouaké, R.C.I. IDESSA-PNUD/FAO-CRDI : 11-37.

Ziehi, A., Dion, G.G., (1991). Vulgarisation de la pisciculture en milieu rural. Projet 3-P-87-0032. Programme "Pisciculteurs Témoins". CRDI, Rapp. Intermédiaire, 90 p.

Ziéhi, A.D., (1993). Recherche en aquaculture. Compétence, nécessité et priorité. Séminaire FAO au Zimbabwe, 73 p.

Liste des participants

ABBAN Eddie Koffi, Institute of Marine Biology, P.O. BOX 38, Achimota, Ghana.

AGNESE Jean-François, ORSTOM, Centre de Recherches Océanologique, BP V18, Abidjan, Côte d'Ivoire.

AMATCHA Charlotte, Projet d'Aquaculture Lagunaire, BP V19, Abidjan, Côte d'Ivoire.

AMON KOTHIAS Jean-Baptiste, Centre de Recherches Océanologique, BP V18, Abidjan, Côte d'Ivoire.

AVIT Jean-Baptiste L; F., Centre de Recherches Océanologique, BP V18, Abidjan, Côte d'Ivoire.

ARFI robert, ORSTOM, Centre de Recherches Océanologique, BP V18, Abidjan, Côte d'Ivoire.

ASSEMIEN Olga, IDESSA, Station piscicole, 01 BP 633 Bouaké 01, Côte d'Ivoire.

ASSI KOKO Celestine, Faculté des Sciences et Techniques, laboratoire d'Hydrobiologie, 22 BP 582, Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

ASSOUHAN Joseph, Projet BAD-OUEST, BP 405, Man, Côte d'Ivoire.

BLIMI Mabea, Projet BAD-OUEST, BP 405, Man, Côte d'Ivoire.

BONHOMME François, Laboratoire Génome et Populations, URA 1493, USTL, F 34095 Montpellier, CEDEX 5, France.

CISSE Adou, Centre de Recherches Océanologique, BP V18, Abidjan, Côte d'Ivoire.

COULIBALY Fatoumata, Centre de Recherches Océanologique, BP V18, Abidjan, Côte d'Ivoire.

COULIBALY Fatoumata Sylla, Programme Ressources Halieutiques et Pisciculture, BP 47, Mopti, Mali.

DA COSTA Agostino, IDESSA, Station piscicole, 01 BP 633 Bouaké 01, Côte d'Ivoire.

DANKWA H, Institute of Marine Biology, P.O. BOX 38, Achimota, Ghana.

DIALLO Anis, C.R.O.D.T., BP 2241, Dakar, Sénégal

DION Gaston, Projet BAD-OUEST, BP 405, Man, Côte d'Ivoire.

DJOBBO Janson, Direction de l'Aquaculture et des Pêches, BP V19, Abidjan, Côte d'Ivoire.

DJOMAN Athanase, Centre de Recherches Océanologique, BP V18, Abidjan, Côte d'Ivoire.

GALBUSERA Peter, Université catholique de Louvain, Laboratoire d'écologie et d'aquaculture, Institut de zoologie. Naamsestraat 59, B-3000, Louvain, Belgique.

GILLES Sylvain, ORSTOM, Centre de Recherches Océanologique, BP V18, Abidjan, Côte d'Ivoire.

GOURENE Béatrice, Centre de Recherches Océanologique, BP V18, Abidjan, Côte d'Ivoire.

GOURENNE Germain, Faculté des Sciences et Techniques, laboratoire d'Hydrobiologie, 22 BP 582, Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

GUYOMARD René, Laboratoire de Génétique des Poissons, INRA, 78352, Jouy en Josas, France.

HANSSENS Mark M., Musée Royal de L'Afrique Centrale, Laboratoire d'Ichtyologie, B-3080, Tervuren, Belgique.

HEM Saurin, ORSTOM, Centre de Recherches Océanologique, BP V18, Abidjan, Côte d'Ivoire.

KANDEM TOHAM André, BP 1314, Douala, Cameroun.

KODAKO Yacouba, Cellule d'appui à l'ADAN, BP 11688, Niamey, Niger

KOTOULAS Yorgos, Institute of Marine Biology of Crete, 71 003 Iraklion, Grèce.

KOUAKOU Ernest, Projet d'Aquaculture Lagunaire, BP V19, Abidjan, Côte d'Ivoire.

KOUAKOU Kouassi, Projet d'Aquaculture Lagunaire, BP V19, Abidjan, Côte d'Ivoire.

KOUTOUAN Agba Mathieu, Projet d'Aquaculture Lagunaire, BP V19, Abidjan, Côte d'Ivoire.

LUQUET Pierre, ORSTOM, Centre de Recherches Océanologique, BP V18, Abidjan, Côte d'Ivoire.

MAMONEKENE Victor, Projet Mayombe, BP 465, Bazzaville, Congo.

M'BOUMBA M'BOUMBA Michel, Direction des pêches maritimes et cultures marines, BP 9498, Libreville, Gabon.

MORISSENS Pierre, IDESSA, Station piscicole, 01 BP 633 Bouaké 01, Côte d'Ivoire.

N'DE A, Laboratoire de Pathologie Aquacole, BP V19, Abidjan, Côte d'Ivoire.

N'DOUBA Valentin, Faculté des Sciences et Techniques, laboratoire d'Hydrobiologie, 22 BP 582, Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

NUNEZ-RODRIGUEZ Jésus, ORSTOM, Centre de Recherches Océanologique, BP V18, Abidjan, Côte d'Ivoire.

OTEME Ziriga Josué, Centre de Recherches Océanologique, BP V18, Abidjan, Côte d'Ivoire.

OUAKE Joseph, CADER-MONO, BP 31 Lokossa, Bénin.

PARISELLE Antoine, ORSTOM, Centre de Recherches Océanologique, BP V18, Abidjan, Côte d'Ivoire.

POIRIER Agnès, Laboratoire de Pathologie Aquacole, BP V19, Abidjan, Côte d'Ivoire.

POUYAUD Laurent, ORSTOM, Laboratoire Génome et Populations, URA 1493, USTL, F 34095 Montpellier, CEDEX 5, France.

SHEP Helguí, Direction de l'Aquaculture et des Pêches, BP V19, Abidjan, Côte d'Ivoire.

TEUGELS Guy, Musée Royal de l'Afrique Centrale, Laboratoire d'Ichtyologie, B-3080, Tervuren, Belgique

TRAORE Kassoum, IDESSA, Station piscicole, 01 BP 633 Bouaké 01, Côte d'Ivoire.

VOLCKAERT Filip, Université catholique de Louvain, Laboratoire d'écologie et d'aquaculture, Institut de zoologie. Naamsestraat 59, B-3000, Louvain, Belgique.

YAPI Yapi, Projet d'Aquaculture Lagunaire, BP V19, Abidjan, Côte d'Ivoire.

Liste des participants

- ABBAN Eddie Koffi**, Institute of Marine Biology, P.O. BOX 38, Achimota, Ghana.
- AGNESE Jean-François**, ORSTOM, Centre de Recherches Océanologique, BP V18, Abidjan, Côte d'Ivoire.
- AMATCHA Charlotte**, Projet d'Aquaculture Lagunaire, BP V19, Abidjan, Côte d'Ivoire.
- AMON KOTHIAS Jean-Baptiste**, Centre de Recherches Océanologique, BP V18, Abidjan, Côte d'Ivoire.
- AVIT Jean-Baptiste L; F.**, Centre de Recherches Océanologique, BP V18, Abidjan, Côte d'Ivoire.
- ARFI robert**, ORSTOM, Centre de Recherches Océanologique, BP V18, Abidjan, Côte d'Ivoire.
- ASSEMIEN Olga**, IDESSA, Station piscicole, 01 BP 633 Bouaké 01, Côte d'Ivoire.
- ASSI KOKO Celestine**, Faculté des Sciences et Techniques, laboratoire d'Hydrobiologie, 22 BP 582, Abidjan 22, Côte d'Ivoire.
- ASSOUHAN Joseph**, Projet BAD-OUEST, BP 405, Man, Côte d'Ivoire.
- BLIMI Mabea**, Projet BAD-OUEST, BP 405, Man, Côte d'Ivoire.
- BONHOMME François**, Laboratoire Génome et Populations, URA 1493, USTL, F 34095 Montpellier, CEDEX 5, France.
- CISSE Adou**, Centre de Recherches Océanologique, BP V18, Abidjan, Côte d'Ivoire.
- COULIBALY Fatoumata**, Centre de Recherches Océanologique, BP V18, Abidjan, Côte d'Ivoire.
- COULIBALY Fatoumata Sylla**, Programme Ressources Halieutiques et Pisciculture, BP 47, Mopti, Mali.
- DA COSTA Agostino**, IDESSA, Station piscicole, 01 BP 633 Bouaké 01, Côte d'Ivoire.
- DANKWA H**, Institute of Marine Biology, P.O. BOX 38, Achimota, Ghana.
- DIALLO Anis**, C.R.O.D.T., BP 2241, Dakar, Sénégal

DION Gaston, Projet BAD-OUEST, BP 405, Man, Côte d'Ivoire.

DJOBLO Janson, Direction de l'Aquaculture et des Pêches, BP V19, Abidjan, Côte d'Ivoire.

DJOMAN Athanase, Centre de Recherches Océanologique, BP V18, Abidjan, Côte d'Ivoire.

GALBUSERA Peter, Université catholique de Louvain, Laboratoire d'écologie et d'aquaculture, Institut de zoologie. Naamsestraat 59, B-3000, Louvain, Belgique.

GILLES Sylvain, ORSTOM, Centre de Recherches Océanologique, BP V18, Abidjan, Côte d'Ivoire.

GOURENE Béatrice, Centre de Recherches Océanologique, BP V18, Abidjan, Côte d'Ivoire.

GOURENE Germain, Faculté des Sciences et Techniques, laboratoire d'Hydrobiologie, 22 BP 582, Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

GUYOMARD René, Laboratoire de Génétique des Poissons, INRA, 78352, Jouy en Josas, France.

HANSSENS Mark M., Musée Royal de L'Afrique Centrale, Laboratoire d'Ichtyologie, B-3080, Tervuren, Belgique.

HEM Saurin, ORSTOM, Centre de Recherches Océanologique, BP V18, Abidjan, Côte d'Ivoire.

KANDEM TOHAM André, BP 1314, Douala, Cameroun.

KODAKO Yacouba, Cellule d'appui à l'ADAN, BP 11688, Niamey, Niger

KOTOULAS Yorgos, Institute of Marine Biology of Crete, 71 003 Iraklion, Grèce.

KOUAKOU Ernest, Projet d'Aquaculture Lagunaire, BP V19, Abidjan, Côte d'Ivoire.

KOUAKOU Kouassi, Projet d'Aquaculture Lagunaire, BP V19, Abidjan, Côte d'Ivoire.

KOUTOUAN Agba Mathieu, Projet d'Aquaculture Lagunaire, BP V19, Abidjan, Côte d'Ivoire.

LUQUET Pierre, ORSTOM, Centre de Recherches Océanologique, BP V18, Abidjan, Côte d'Ivoire.

MAMONEKENE Victor, Projet Mayombe, BP 465, Bazzaville, Congo.

M'BOUMBA M'BOUMBA Michel, Direction des pêches maritimes et cultures marines, BP 9498, Libreville, Gabon.

MORISSENS Pierre, IDESSA, Station piscicole, 01 BP 633 Bouaké 01, Côte d'Ivoire.

N'DE A, Laboratoire de Pathologie Aquacole, BP V19, Abidjan, Côte d'Ivoire.

N'DOUBA Valentin, Faculté des Sciences et Techniques, laboratoire d'Hydrobiologie, 22 BP 582, Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

NUNEZ-RODRIGUEZ Jésus, ORSTOM, Centre de Recherches Océanologique, BP V18, Abidjan, Côte d'Ivoire.

OTEME Ziriga Josué, Centre de Recherches Océanologique, BP V18, Abidjan, Côte d'Ivoire.

OUAKE Joseph, CADER-MONO, BP 31 Lokossa, Bénin.

PARISELLE Antoine, ORSTOM, Centre de Recherches Océanologique, BP V18, Abidjan, Côte d'Ivoire.

POIRIER Agnès, Laboratoire de Pathologie Aquacole, BP V19, Abidjan, Côte d'Ivoire.

POUYAUD Laurent, ORSTOM, Laboratoire Génome et Populations, URA 1493, USTL, F 34095 Montpellier, CEDEX 5, France.

SHEP Helguié, Direction de l'Aquaculture et des Pêches, BP V19, Abidjan, Côte d'Ivoire.

TEUGELS Guy, Musée Royal de l'Afrique Centrale, Laboratoire d'Ichtyologie, B-3080, Tervuren, Belgique

TRAORE Kassoum, IDESSA, Station piscicole, 01 BP 633 Bouaké 01, Côte d'Ivoire.

VOLCKAERT Filip, Université catholique de Louvain, Laboratoire d'écologie et d'aquaculture, Institut de zoologie. Naamsestraat 59, B-3000, Louvain, Belgique.

YAPI Yapi, Projet d'Aquaculture Lagunaire, BP V19, Abidjan, Côte d'Ivoire.

Dépot légal en Côte d' Ivoire
N° 3780
Achevé d'Imprimer 2^{ème} trimestre 1995