
L'AQUACULTURE LAGUNAIRE

Saurin HEM, Marc LEGENDRE, Loïc TRÉBAOL, Adou CISSÉ,
Ziriga OTÉMÉ et Yann MOREAU

Introduction

L'aquaculture est une technique d'élevage qui n'existe pas dans la tradition du continent africain. Son introduction, vers le milieu du siècle, doit beaucoup à la découverte des performances aquacoles du groupe « *Tilapia* »⁽¹⁾. Il s'agissait essentiellement d'une pisciculture en étang d'eau douce et donc en milieu fermé. De nombreux centres de recherche et de formation ont été créés (SATIA, 1988), au sein de programmes de développement visant à la promotion de la pisciculture en milieu rural. Cette période est aussi marquée par une diffusion et un transfert de ce « poisson miracle » vers d'autres continents. À travers le monde, l'élevage des tilapias a connu très vite des progrès et un essor spectaculaires, la recherche ayant fortement contribué à ce développement. De nos jours, l'élevage des tilapias est devenu une véritable industrie pour certains pays, en Asie essentiellement, tels que Taïwan, les Philippines, la Thaïlande... mais aussi Israël (PULLIN, 1988).

Après 40 ans de tentatives, le bilan du développement sur l'ensemble du continent africain est peu satisfaisant et la pisciculture des tilapias reste toujours une activité marginale (CIFA, 1976). L'absence de tradition aquacole en Afrique est très souvent présentée comme la cause de cet insuccès. Mais en réalité, pour le monde rural, la pisciculture n'est qu'une activité économique accessoire. Comparée à l'agriculture, à la culture vivrière ou à l'aviculture, la pisciculture en Afrique est en effet souvent perçue comme plus difficile, économiquement aléatoire et peu rentable.

⁽¹⁾ Dans la suite du texte *Tilapia* pourra être utilisé comme un nom commun passé dans la langue courante (des tilapias) pour désigner l'ensemble des Cichlidae concernés par l'élevage aquatique. *Tilapia* étant bien entendu un genre *stricto sensu*.

En Côte-d'Ivoire, la pisciculture a été introduite vers les années quarante par l'administration coloniale. L'option retenue était une pisciculture à tendance intensive car reposant sur une alimentation artificielle. La justesse de ce choix a pu être confirmée dans des stations de recherches et de production d'alevins. Cependant son transfert en milieu rural s'est heurté à une succession de contraintes (LAZARD, 1986) :

- prolificité du tilapia qui engendre une surpopulation suivie de nanisme ;
- si cette contrainte est surmontée (par isolation des sexes ou par stérilisation), la nécessité de nourrir les poissons reste toujours mal perçue et inadaptée dans un contexte rural africain (difficultés d'approvisionnement régulier en aliments, dualité entre nourrir les poissons ou nourrir sa propre famille) ;
- si ces deux contraintes sont surmontées, le coût de production demeure trop élevé par rapport au pouvoir d'achat des populations.

Hormis quelques cas de réussite, cette situation orienta la pisciculture en milieu rural de plus en plus vers des technologies d'élevage extensif où la nourriture pour le poisson n'est plus un intrant indispensable. Il en résulte une plus grande autonomie pour les éleveurs, mais avec des niveaux de production plus faibles par unité de surface.

L'aquaculture lagunaire, sur l'ensemble du continent, a été tentée ultérieurement. Les premiers plans de développement ne sont en effet signalés qu'après les années 1970 (DADA, 1976; IBRAHIM, 1976; SINGH, 1976). Cependant globalement, très peu d'actions ont été entreprises alors que les lagunes constituent de vastes zones aquacoles potentielles.

Les débuts de l'aquaculture lagunaire en Côte-d'Ivoire ont été marqués par des tentatives d'introduction d'espèces allochtones : les crevettes en enclos en 1971 à Azuretti (Grand-Bassam) et *Oreochromis niloticus* en cage en 1975 à Mopoyem (Dabou) (MAGNET et KOUASSI, 1978) et en 1979 à Bagpo (Jacqueville). L'inadaptation des espèces introduites a abouti à des échecs et à l'abandon de ces projets. Compte tenu de ces difficultés, le choix s'est porté sur l'élevage d'un mâchoiron autochtone (*Chrysichthys nigrodigitatus*) en enclos lagunaires. Cet élevage est basé sur un concept d'**optimisation de l'exploitation du milieu naturel** (structures *in situ* : enclos lagunaires) **par des espèces autochtones**.

Contrairement à la pisciculture des tilapias, l'aquaculture du mâchoiron dans des enclos lagunaires est de type intensif, où l'alimentation est un élément fondamental de la production. Dans cette stratégie, il existe une grande similitude entre l'aquaculture du mâchoiron et l'aviculture du poulet : l'espèce n'est qu'un élément biologique utilisé pour la transformation et la valorisation des sous-produits agro-industriels.

La réussite de cette aquaculture de transformation repose sur trois éléments :

- maîtrise du cycle de production en grande quantité de fingerlings (équivalents des poussins), correspondant à la fabrication des « transformateurs » ;
- mise au point d'aliments performants réalisés à partir des matières premières adaptées aux exigences de l'espèce élevée, correspondant à l'optimisation de la transformation des sous-produits agro-industriels ;
- définition d'un système d'élevage (enclos) écologiquement proche du biotope naturel de l'espèce à élever, afin de minimiser les risques d'inadaptation et de mortalité.

Toutes ces recherches s'articulent autour d'un concept unique : l'adaptabilité au sens large de la filière d'élevage au contexte local.

C'est de l'ensemble des connaissances acquises sur les milieux saumâtres de Côte-d'Ivoire (bioclimatologie, écologie et aquaculture) que découle la concrétisation du projet d'aquaculture lagunaire qui avait été envisagé dès 1975 par les autorités ivoiriennes.

Le choix du mâchoiron est lié en premier lieu à la relative rareté de cette espèce noble, très demandée par les consommateurs ivoiriens. Il existe de ce fait un marché pour les poissons produits.

Dans le cadre d'une prospection du potentiel aquacole des poissons lagunaires, quatre autres espèces ont été retenues puis étudiées : les tilapias lagunaires *Sarotherodon melanotheron*, *Tilapia guineensis*, un silure, *Heterobranchus longifilis* et une carangue, *Trachinotus teraia*.

Dans le texte ci-après, un bilan de l'état actuel des recherches sur chacune de ces espèces sera présenté.

Une conclusion générale discutera du rôle que pourrait jouer l'aquaculture lagunaire en Côte-d'Ivoire. En outre, elle tirera les leçons des expériences, des méthodologies d'approche et des recherches ivoiriennes en aquaculture dans le contexte africain. Enfin, elle évoquera les programmes de recherches prioritaires pour la prochaine phase du développement de l'aquaculture lagunaire en Côte-d'Ivoire.

Le mâchoiron, *Chrysichthys* spp. (Bagridae)

L'appellation de « mâchoiron » regroupe l'ensemble des trois espèces du genre *Chrysichthys* rencontrées dans les lagunes ivoiriennes : *C. maurus*, *C. nigrodigitatus*, et *C. auratus*. La systématique de ce genre fit l'objet de nombreux travaux parmi lesquels on peut citer ceux de DAGET (1954), de DAGET et LUIS (1965), de RICH (1981). Ce dernier a justifié la réhabilitation de *Chrysichthys maurus* (Cuv. et Val., 1839) à la place de *Chrysichthys walkeri*.

La distinction entre *Chrysichthys maurus* et *C. auratus* n'est pas toujours aisée car, pour des individus de taille comparable, les différences morphologiques interspécifiques sont minimales alors que la variabilité intraspécifique peut être très grande en particulier selon les saisons. La distinction de ces deux espèces avec *C. nigrodigitatus* est plus aisée du fait de la plus grande taille de celui-ci et de sa coloration plutôt gris argenté, alors que celle-ci tend au jaunâtre chez *C. maurus* et *C. auratus*.

Les trois espèces, toutes euryhalines, colonisent largement les lagunes saumâtres avec toutefois une préférence pour les eaux oligo- et mésohalines (salinité variant de 0 à 20 g . l⁻¹).

Les mâchoirons, poissons benthiques, se nourrissent principalement au stade adulte de débris organiques et d'invertébrés : larves d'insectes (chironomes, diptères), de crustacés planctoniques, de mollusques, en particulier le bivalve *Corbula trigona* présent en abondance dans le benthos (FAGADE et OLANIYAN, 1973 ; IKUSEMIJU et OLANIYAN, 1975 ; ZABI, 1982). En revanche les juvéniles, jusqu'à la taille de 15 cm, semblent se nourrir essentiellement de zooplancton (KONAN, 1983).

Les *Chrysichthys* sont des espèces robustes résistant bien aux manipulations et capables de supporter momentanément de faibles tensions partielles en oxygène.

Chrysichthys maurus

En milieu naturel, *C. maurus* a une croissance relativement lente, il atteint environ 12 cm (soit 25 g) en un an (AMON KOTHIAS et DIA, 1977).

DIA (1982) a montré que lorsqu'il est élevé en étang à une densité de 3 poissons au m² et nourri avec un aliment artificiel à 33 % de protéines brutes, *C. maurus* passe de 11 g à 200 g en 12 mois. Des résultats similaires avaient été obtenus sur des poissons élevés en bassin (VAN OPSTAL et COTON, 1981) et en enclos (Projet pilote de développement..., 1984).

C. maurus peut se reproduire à partir de l'âge de 10 mois. La taille du plus petit individu mature en lagune Tendo, secteur oriental de la lagune Aby, est de 9 cm (N'GORAN, 1988) alors qu'elle est de 11 cm dans les cours d'eau ivoiriens (ALBARET, 1982).

En milieu naturel, la reproduction de *C. maurus* est saisonnière. Des ovocytes de petit diamètre (100-150 µm) peuvent être observés dès le début de la grande saison des pluies (soit en avril-mai). L'arrivée des eaux douces continentales et la baisse de la température de l'eau (passant alors à 26-29 °C) semblent avoir une influence prépondérante sur le début du processus de reproduction de cette espèce. L'activité de ponte commence en juin et s'étale jusqu'en novembre-décembre. Pendant la saison sèche, à partir de janvier, les couples encore en reproduction sont rares, sauf en zones oligohalines où l'influence des eaux continentales est encore sensible. Pour l'accouplement et le dépôt des œufs, cette espèce recherche des anfractuosités (rochers, bois morts, bambous...). Les parents restent généralement dans le nid avec les alevins jusqu'à la résorption de leur vésicule vitelline. Le dimorphisme sexuel est très marqué : le mâle mature se reconnaît par une tête plus large et la femelle par un embonpoint de l'abdomen et un renflement de la papille urogénitale. La fécondité relative est de l'ordre de 15 à 20 ovocytes par gramme de poids de femelle. Une même femelle ne produit qu'une seule ponte chaque année.

En élevage, l'induction de la ponte par traitement hormonal a été tentée. Des traitements par HCG (hormone gonadotrope chorionique humaine) ont donné des résultats satisfaisants (PHAM et HIRIGOYEN, 1979) ou médiocres avec seulement 31 % de réponses (VAN OPSTAL, comm. pers.). Ces résultats paraissent contradictoires, mais dans les deux cas la maturité initiale des ovocytes n'a pas été déterminée. Selon Van Opstal, l'induction par injection d'extraits hypophysaires de femelle de *C. maurus* semble apporter de meilleurs résultats avec sur 68 % d'obtention de ponte.

En 1979, une méthode d'induction de la ponte par simulation des conditions naturelles de reproduction fut élaborée au CRO d'Abidjan. Des couples matures sélectionnés ont été maintenus en eau douce à 27 °C et confinés dans des tubes en PVC (substitués aux réceptacles naturels de ponte). De nombreuses pontes ont pu être ainsi obtenues (DIA *et al.*, 1986). L'élevage de cette espèce, qui a été abandonné par la suite en raison de sa croissance médiocre (DIA *et al.*, 1986), a permis de mettre au point les techniques de reproduction, d'alevinage et de grossissement qui ont été appliquées à *Chrysichthys nigrodigitatus* dont le potentiel aquacole est apparu par la suite bien meilleur.

Chrysichthys auratus

La biologie de *C. auratus* semble très proche de celle de *C. maurus* mais avec une croissance nettement inférieure. Cette espèce ne présente donc aucun intérêt aquacole.

Chrysichthys nigrodigitatus

En milieu naturel, *C. nigrodigitatus* atteint 18 cm (longueur à la fourche) en un an, 24 cm en deux ans et 30 cm en trois ans (DIA, 1975). Des études menées par VAN OPSTAL et COTON (1981) ont montré qu'élevé en bassin il mettait onze mois pour passer de 15 g (11 cm) à 250 g (26 cm). Des croissances identiques ont été observées en élevage en enclos (HEM, 1982).

À l'état sauvage, *C. nigrodigitatus* se reproduit en général à partir de la taille de 33 cm (3 ans d'âge) avec un comportement analogue à celui de *C. maurus* (recherche de réceptacle de ponte par le couple). La fécondité relative de cette espèce est voisine de celle de *C. maurus*. OTÉMÉ (1993) donne comme moyenne une valeur de 15 ovocytes par gramme de poids de femelle, avec des valeurs extrêmes de 6 et 24. KOUASSI (1973) a estimé pour sa part une fécondité relative de 24 ovocytes par gramme de poids corporel.

Ce rapide panorama des connaissances sur la biologie des *Chrysichthys* rend compte des motivations qui ont conduit à recentrer l'effort de recherche sur *C. nigrodigitatus* au détriment de *C. maurus* et de *C. auratus*, dont les croissances sont plus faibles. En outre, *C. nigrodigitatus* est un des poissons les plus appréciés en Côte-d'Ivoire où il présente une très bonne valeur commerciale (WEIGEL, 1989). Depuis 1979, les travaux de recherche réalisés au CRO ont porté plus particulièrement sur la reproduction de cette espèce qui conditionne toute possibilité de production à grande échelle. Cet effort a permis, en 1984, à la station de Layo, d'obtenir une centaine de pontes de bonne qualité ; résultat régulièrement reproduit les années suivantes.

REPRODUCTION DE *C. nigrodigitatus* EN MILIEU D'ÉLEVAGE

En 1980, les trois premières pontes issues d'individus sauvages stabulés en enclos lagunaire à Layo ont permis de constituer le premier stock de géniteurs nés en captivité. Ces derniers commencèrent à se reproduire massivement à partir de 1984 (fig. 1). Un transfert vers le développement s'est alors amorcé et les premières pontes de production à l'écloserie de Jacquville ont été obtenues en 1987.

Reproduction pendant la saison normale

Deux méthodes simulant les conditions naturelles ont été expérimentées, à savoir :

- le « mariage forcé » (HEM, 1986) qui consiste à confiner dans un tube fermé, à l'obscurité, un mâle et une femelle proche de la maturité ;
- la reproduction des couples en liberté dans un bassin disposant de réceptacles de ponte ouverts.

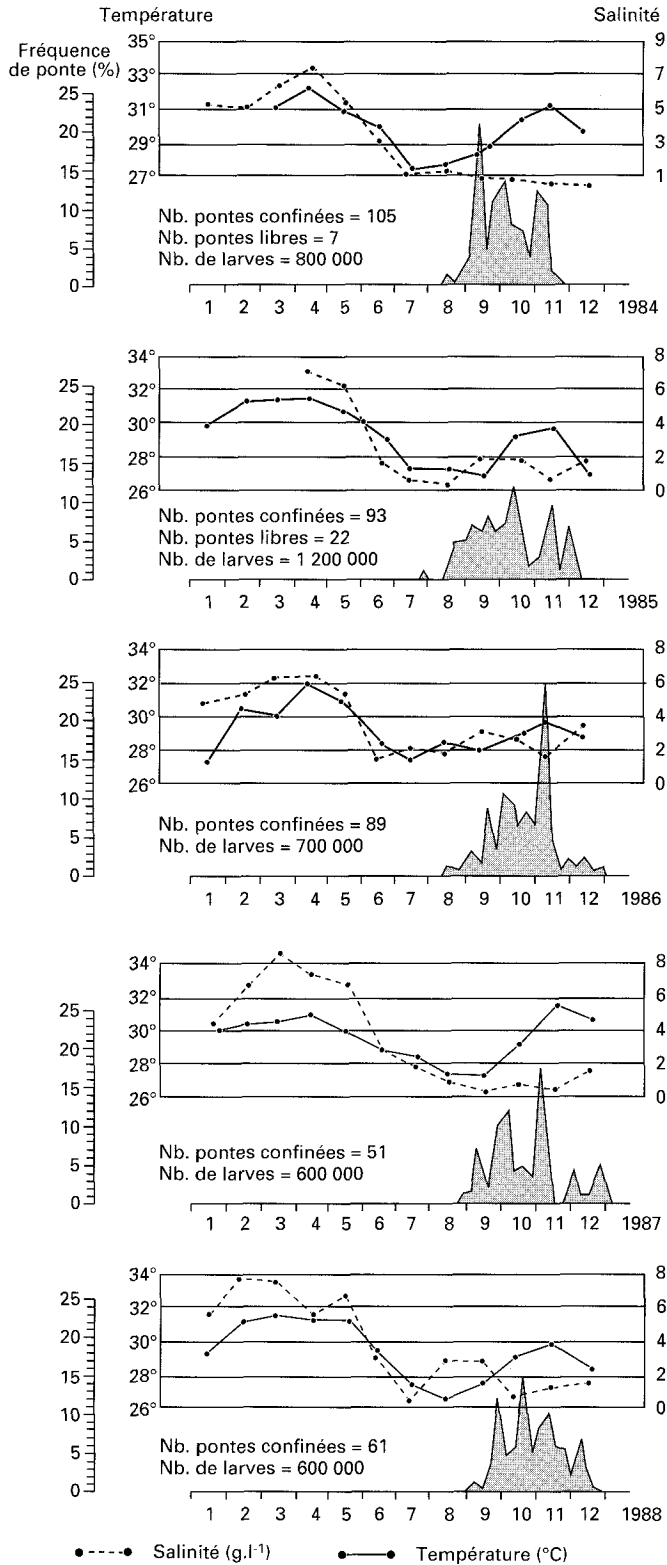


Figure 1

Répartition temporelle des pontes de *C. nigrodigitatus* obtenues sur la station de Layo et évolution des moyennes mensuelles de salinité et de température pour les années 1984 à 1988.

Pour des raisons pratiques, la première méthode a été choisie par l'écloserie de Jacqueville depuis 1987.

Le contrôle de la reproduction de *C. nigrodigitatus* se déroule en trois phases successives :

- entretien des géniteurs pendant la période de repos sexuel en leur assurant une bonne prise en poids ;
- sélection des femelles en fin de vitellogenèse et formation des couples ;
- collecte des pontes et mise en incubation des œufs pendant la saison naturelle de reproduction (de septembre à décembre).

Préparation des géniteurs

250 couples sont stockés en enclos lagunaire. Ces géniteurs sont marqués individuellement par injection intradermique de bleu Alcian selon un codage numérique.

Une pêche de contrôle et de suivi de la maturation sexuelle est effectuée mensuellement jusqu'en août. Pour les mâles, les paramètres biologiques enregistrés sont :

- le poids et la longueur à la fourche (calcul du facteur de condition) ;
- la largeur de l'opercule et de la tête pour quantifier le degré de maturation.

Chez les femelles, on note le poids et la longueur, le diamètre des ovocytes prélevés par biopsie intraovarienne.

Pour les géniteurs s'étant déjà reproduits, une préparation est indispensable pendant la période de repos sexuel, surtout pour les femelles. En effet, à l'issue de chaque ponte, celles-ci perdent en moyenne 30 % de leur poids qu'elles doivent retrouver avant une nouvelle vitellogenèse. À cet effet, les géniteurs reçoivent pendant cette période une ration journalière égale à 4 % de la biomasse (granulés « mâchoiron » fabriqués à Layo, titrant 36 % de protéines brutes), à laquelle on ajoute une ration hebdomadaire de foie de bœuf frais correspondant à 1 % de la biomasse.

Normalement, au bout de quatre mois (de décembre à avril) de repos et de nourrissage enrichi, les femelles ont la capacité de retrouver leur poids pré-ponte. Celles dont l'augmentation ne dépasse pas 15 % sont « réformées ». Ce sont le plus souvent des individus en mauvais état sanitaire ou âgés de plus de cinq ans. Elles ne représentent chaque année qu'environ 5 % du stock.

Maturation

À Layo, le début de vitellogenèse, caractérisé par l'apparition d'ovocytes de faible diamètre (moins de un millimètre), est noté en avril-mai. Il coïncide avec une baisse annuelle de la température et de la salinité, conséquence des premières pluies indiquant la fin de la grande saison sèche. L'activité de vitellogenèse maximale se situe au cours de la période allant d'avril à août. La phase finale de la maturation gonadique intervient en août et le diamètre moyen des ovocytes est alors 2,5 à 3,0 mm.

Choix des géniteurs

En août, on procède à la sélection des géniteurs pour la formation des couples. Cette étape correspond à la phase la plus délicate de la reproduction artificielle du mâchoiron. Une présélection des femelles est effectuée sur des critères morphologiques notamment l'embonpoint de l'abdomen. L'examen des ovocytes après biopsie intraovarienne constitue ensuite l'élément déterminant du choix final. Pour sélectionner les mâles, la morphologie liée à la maturation (en particulier l'élargissement de la tête, l'épaississement de la lèvre inférieure, la coloration, etc.) est pour le moment le seul critère pris en compte. Le choix dépend ainsi beaucoup de l'expérience du sélectionneur.

Estimation de la date des pontes

Les observations effectuées pendant les saisons de reproduction de 1984 à 1988 ont montré l'existence d'une corrélation entre le diamètre des ovocytes et le nombre de jours avant la ponte. Les courbes correspondant à chaque saison de ponte peuvent être ajustées par des équations exponentielles négatives (fig. 2). Les différences observées pour les divers paramètres de ces courbes annuelles traduisent l'existence d'une variabilité certainement d'origine climatique.

Bien qu'une fluctuation parfois importante (± 10 jours) entre la date théorique et la date effective de ponte soit observée, le diamètre des ovocytes, seul paramètre pris en compte dans ce modèle d'estima-

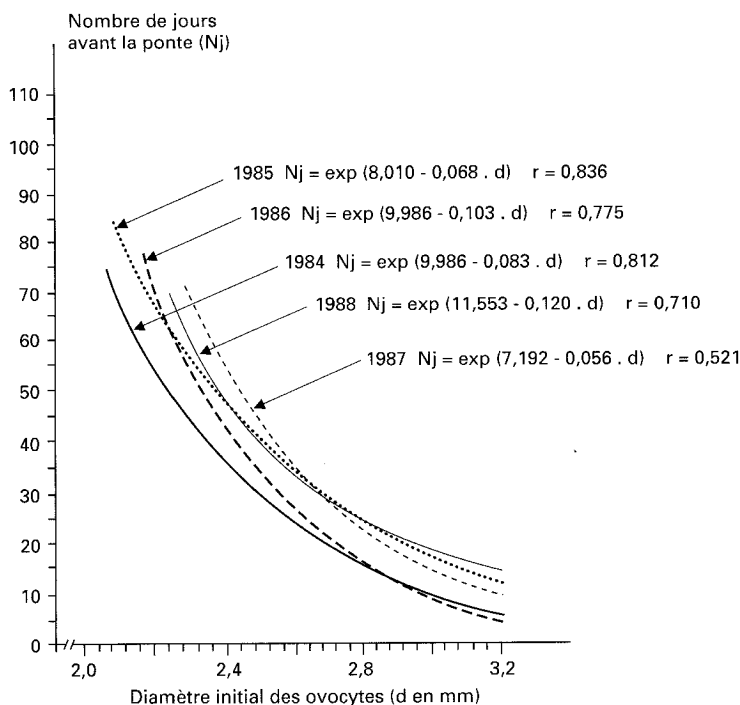


Figure 2

Modèle de prévision pour *C. nigrodigitatus* du nombre de jours avant la ponte à partir du diamètre initial moyen des ovocytes (pour les saisons de 1984 à 1988).

tion de la date de ponte, constitue donc un indice pratique du suivi de la maturation des femelles. L'obtention d'un modèle prévisionnel plus précis devrait être possible si d'autres paramètres tels que la température, la salinité, l'oxygène dissous et le degré de maturation des mâles étaient intégrés.

Fréquence de ponte

Les observations faites de 1984 à 1988 prouvent l'existence d'une saison de ponte marquée à la station de Layo. Les pontes débutent fin août et leur fréquence est maximale entre septembre et octobre (plus de 50 %). On observe ensuite une baisse vers fin novembre et l'activité de ponte s'achève en décembre (fig. 1).

Si la majorité des pontes se situe régulièrement entre septembre et novembre, le maximum annuel se déplace sensiblement selon les années. Après cinq années d'observations, il semble possible d'établir une liaison entre ce maximum et le réchauffement de l'eau succédant au minimum annuel de température. Ce réchauffement constitue vraisemblablement l'une des conditions nécessaires à la dernière phase de la maturation des gonades.

Rôles de la température et de la salinité

En lagune, les évolutions saisonnières de la température et de la salinité sont généralement concomitantes. De ce fait, à partir d'expérimentation en milieu ouvert naturel, l'étude de la contribution respective de chacun de ces deux paramètres dans le processus de la maturation des ovaires est délicate.

Population élevée en enclos lagunaire

Il existe chez les femelles adultes de *C. nigrodigitatus* un développement progressif et synchrone des gonades mettant en évidence l'existence d'une saison de reproduction. Les rapports gonado-somatiques (RGS) moyens présentent des valeurs relativement élevées en août et atteignent un maximum en

septembre-octobre (RGS = 8). Cette période est caractérisée par une eau de salinité et de température respectivement de $0,4 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ et de $29 \text{ }^\circ\text{C}$. À partir de novembre-décembre, on note une baisse progressive des RGS, la valeur minimale annuelle, égale à $0,5$, étant observée en février (OTÉMÉ, 1993).

Population lagunaire sauvage

Le suivi du RGS de femelles adultes capturées dans le milieu naturel donne les résultats suivants (HEM *et al.*, 1987) :

- Dans la zone de la digue de Jacquville soumise à de fortes variations saisonnières de salinité (fig. 3a), on observe en 1986 une nette augmentation du RGS (supérieur à 3) à partir du mois de mai avec un maximum en juillet (fig. 3b). Cette évolution traduit une maturation des gonades de mai à juillet qui coïncide avec une chute brutale de la salinité (12 à $4 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$) et une variation relativement importante de la température de l'eau (baisse initiale de 31 à $27 \text{ }^\circ\text{C}$ puis remontée à $30 \text{ }^\circ\text{C}$, fig. 3a). À partir des pontes obtenues en captivité d'août à décembre, il est possible de confirmer que la maturation observée en milieu libre correspond effectivement à la première phase de maturation des femelles. L'absence de femelles à RGS élevé dans les captures après le mois d'août s'expliquerait alors par l'inaccessibilité des femelles mûres aux engins de pêche.
- Dans une zone à faible variation de salinité (fig. 4a), voisine de Layo et de l'embouchure du fleuve Agnéby, l'activité reproductrice s'étend sur toute l'année. Les RGS enregistrés sont en permanence proches de 2 (fig. 4b). Cette valeur moyenne est plus élevée que celle de la passe de Jacquville en période d'inactivité sexuelle (RGS = $0,3$). Cette observation en zone dessalée d'un état de développement des gonades supérieur à celui noté en zone plus saline suggère une influence négative de la salinité sur la maturation gonadique des femelles.

Population élevée en milieu contrôlé

Des observations effectuées en conditions contrôlées (décembre 1987 et janvier 1988) confirment l'influence négative de la salinité sur la reproduction (HEM *et al.*, 1987). Une chambre thermostatée maintenue à une température constante de $29 \text{ }^\circ\text{C}$ est alimentée en eau de lagune. Tant que la salinité reste inférieure à $3 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$, les processus de maturation se déroulent normalement. De 4 à $7 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$, on constate des perturbations qui se traduisent par un ralentissement de la fréquence des pontes. Quand la salinité dépasse $7 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$, on note des cas de résorption d'ovocytes. Si l'eau saumâtre de lagune est remplacée dans le circuit thermostaté par de l'eau potable de ville, deux évolutions sont alors possibles : lorsque la résorption n'est pas trop avancée (moins de 20% des ovocytes), la maturation peut reprendre. Dans le cas contraire, la résorption se poursuit, mais une nouvelle génération d'ovocytes apparaît, qui se développe jusqu'à la ponte. Un phénomène similaire de résorption ovocytaire a été noté lorsque la température est supérieure à $32 \text{ }^\circ\text{C}$ (HEM *et al.*, 1987).

En résumé, une eau de salinité inférieure à $3 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ et de température voisine de $28 \text{ }^\circ\text{C}$ semble donc réunir deux conditions nécessaires et indissociables pour le bon déroulement de la maturation des gonades et de la ponte.

Recherches sur le décalage des pontes

Le contrôle de la reproduction de *C. nigrodigitatus* pendant la saison normale de ponte a permis d'obtenir de 1984 à 1988 une production annuelle en éclosérie d'environ $700\,000$ larves. La maturation et les pontes étaient strictement inféodées aux conditions climatiques naturelles du milieu, limitant par conséquent la période de production des larves de septembre à novembre. L'étalement des périodes d'éclosion, d'alevinage, de prégrossissement et de grossissement permettait d'assurer la production sur l'ensemble de l'année et de rentabiliser les infrastructures. Pour disposer de « pontes hors saison », les recherches ont porté sur la détermination des facteurs de contrôle de la maturation. Pour des raisons de facilité d'expérimentation et de simplification des interprétations, seule la variable température a été

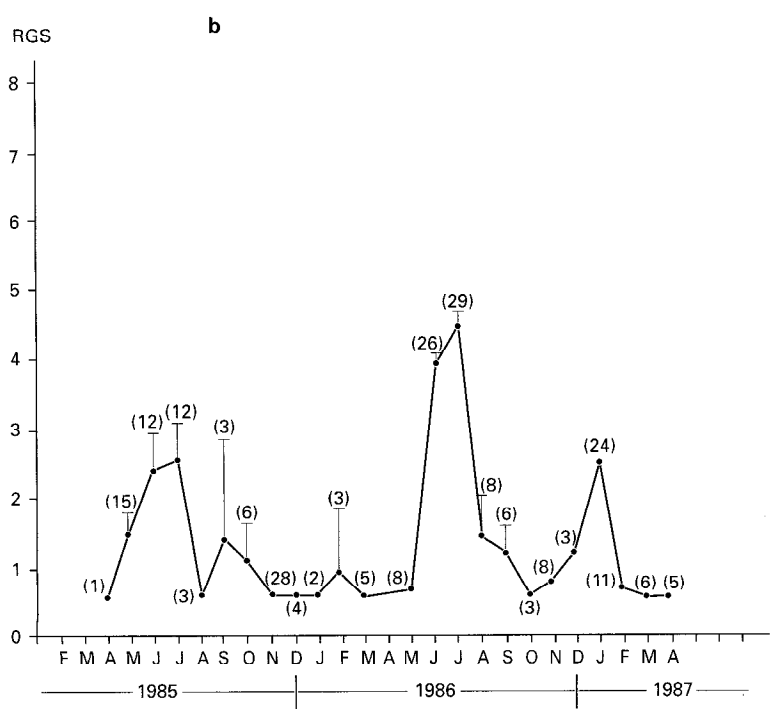
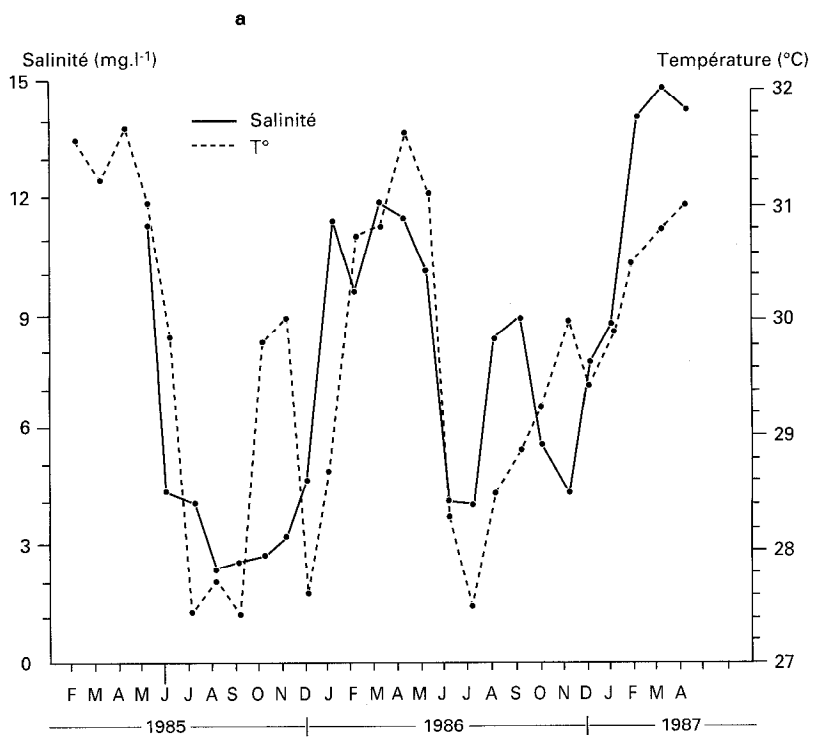


Figure 3
Évolutions moyennes de la salinité, de la température (a) et du RGS (avec intervalle de confiance) des femelles de *C. nigrodigitatus* (b) à la passe de Jacquerville (les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre de femelles examinées).

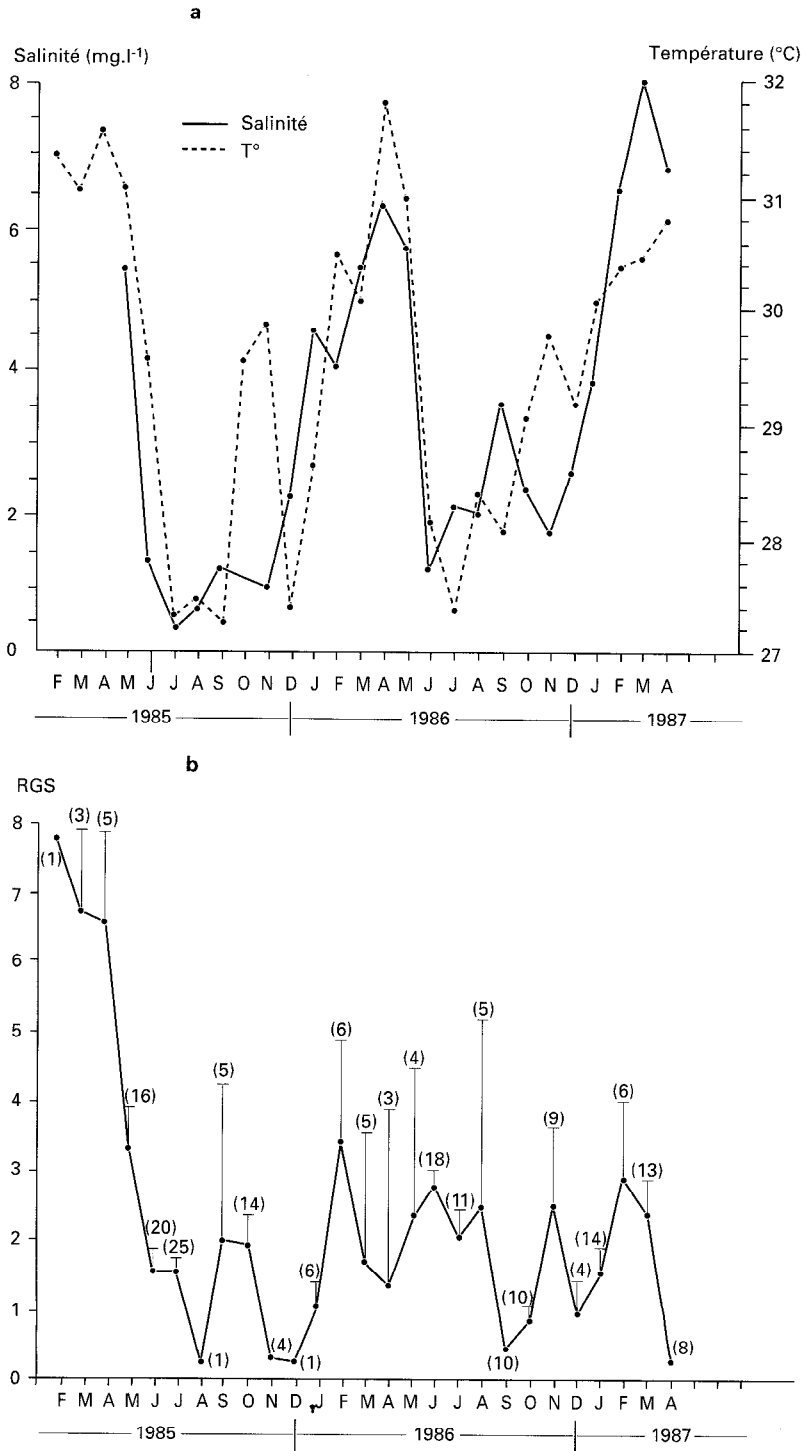


Figure 4
 Évolutions moyennes de la salinité, de la température (a) et du RGS (avec intervalle de confiance) des femelles de *C. nigrodigitatus* (b) dans la région Laya-Agnéby (les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre de femelles examinées).

retenue. Les expériences ont ainsi été conduites en eau douce. La ponte est initialement bloquée par une baisse de la température à 20 °C et est ensuite provoquée par un simple réchauffement de l'eau de 29 à 30 °C (fig. 5). Les premières pontes hors saison ont ainsi été obtenues à la station de Layo en 1987 (fig. 6). Deux chambres thermostatées comprenant chacune un bac circulaire de 12 m³ fonctionnant en circuit fermé avec filtration biologique ont permis de réaliser ces expériences. Depuis ces premiers essais, des pontes hors saison ont été régulièrement obtenues et confirment ainsi la fiabilité de ce procédé pour le contrôle de la maturation des femelles et pour l'étalement de la période de reproduction en captivité de *C. nigrodigitatus*.

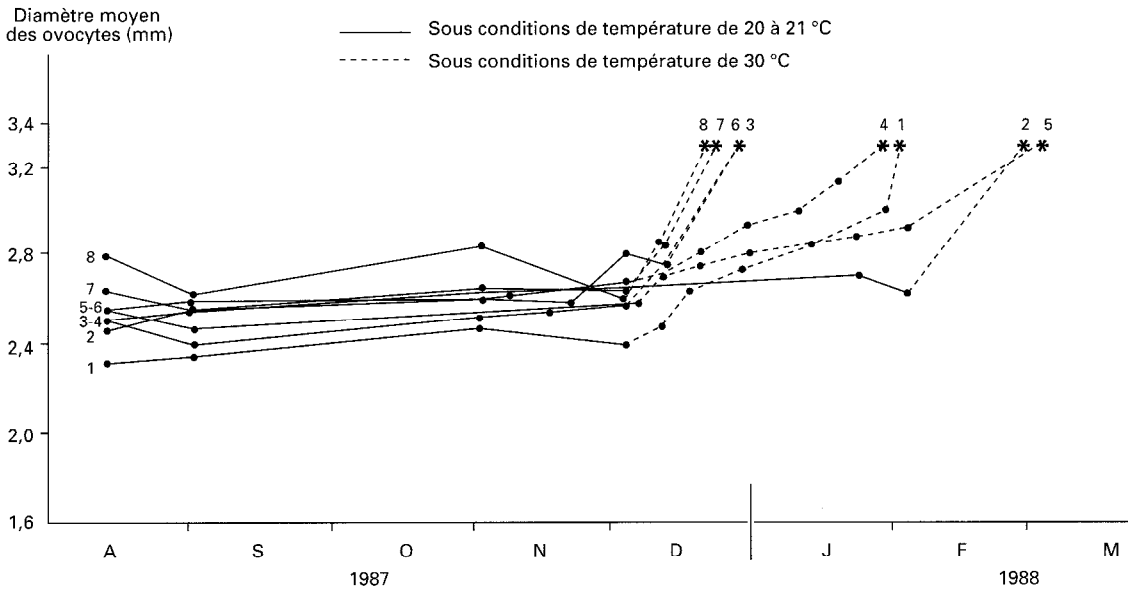


Figure 5

Évolution du diamètre ovocytaire de femelles de *C. nigrodigitatus* soumises à différents régimes de température en milieu contrôlé (1987-1988). * = taille des ovocytes à la ponte.

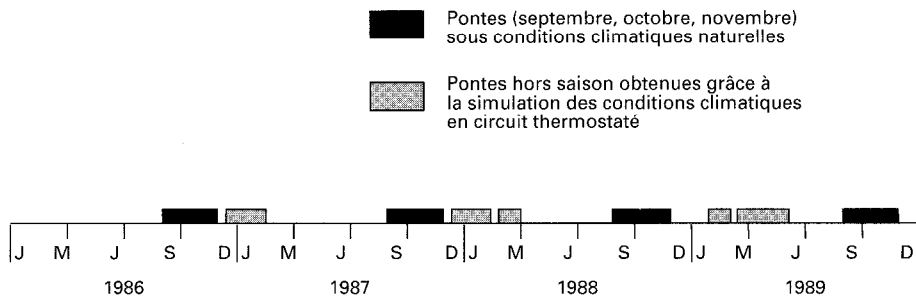


Figure 6

Pontes saisonnières et hors saison obtenues depuis 1984 à la station de Layo (*C. nigrodigitatus*). On note un décalage progressif de plus en plus important entre les périodes de reproduction naturelle et induite.

MÉTHODES D'ÉLEVAGE

Alevinage

L'éclosion intervient après cinq jours pour une température d'incubation de 27 à 29 °C. Les larves pèsent alors environ 25 mg. Elles sont dotées d'une vésicule vitelline d'environ 3 mm de diamètre, dont la résorption complète dure de 13 à 15 jours à la température de 28 à 30 °C. À partir de ce stade, les larves acceptent une nourriture artificielle contenant 45 % de protéines brutes, présentée sous forme de farine (DIA et OTÉMÉ, 1986). Ces larves sont élevées pendant trois semaines dans des bacs circulaires en bois résiné alimentés par de l'eau lagunaire partiellement décantée.

Prégrossissement

À l'issue de cette phase, les alevins pèsent de 70 à 80 mg et ils entrent dans la filière de pré-grossissement comportant deux étapes successives.

La première se déroule en étang, où les alevins reçoivent un aliment artificiel mais se nourrissent également à partir du plancton, présent en abondance dans ce milieu. Ce pré-grossissement semi-extensif permet de produire en 3 mois des alevins de 5 g environ. La seconde est réalisée en milieu lagunaire dans des cage-enclos de petites mailles (8 mm). En 3 mois, des *fingerlings* de 15 g sont ainsi obtenus. Pour cette phase, une densité optimale de 100 poissons par mètre carré a été définie (HEM *et al.*, 1987, fig. 7). Ce mode de production de *fingerlings* peu onéreux a donné des résultats variables mais semble globalement bien adapté au contexte de l'aquaculture lagunaire.

Grossissement en enclos

Le grossissement consiste à amener les juvéniles de 10 à 15 g à la taille marchande de 300 g et cela dans des conditions économiques satisfaisantes. La structure d'élevage employée est l'enclos lagu-

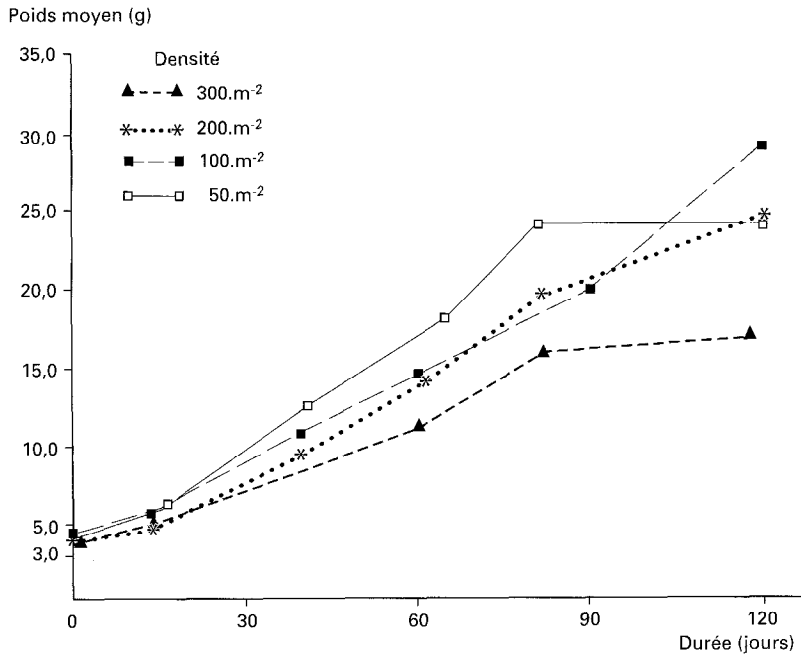


Figure 7

Croissance pondérale des *C. nigrodigitatus* en pré-grossissement en cage-enclos lagunaires pour différentes densités d'élevage.

T 0 = date de la fin de la 1^{re} période de pré-grossissement en étang.

naire dont les modalités techniques d'implantation ont été décrites par HEM (1982). Les hauts-fonds lagunaires sableux, dont la profondeur est de 1 m environ, sont les sites les plus propices à l'installation de ce type de structure. Les charges en poissons sont généralement de 10 *fingerlings* par mètre carré, densité actuellement conseillée aux pisciculteurs pilotes.

Cependant des essais de grossissement à différentes densités ont été expérimentés (fig. 8). Avec une densité de 20 poissons par m², les performances de croissance, de survie et les coefficients de conversion sont satisfaisants (HEM *et al.*, 1987). Ces résultats ouvrent ainsi de nouvelles perspectives pour l'élevage commercial. En condition d'élevage standard (10 *fingerlings* par m²), la taille marchande est atteinte en 12 mois avec un coefficient de conversion de l'ordre de 2 pour un aliment à 35 % de protéines brutes. Les taux de survie à l'issue du cycle de grossissement sont généralement supérieurs à 90 %. Globalement, la composition de l'aliment artificiel peut être considérée comme satisfaisante. Toutefois, le poste alimentation représentant près de 50 % du prix de revient des poissons marchands, des études sont encore nécessaires pour en réduire le coût et ainsi optimiser sur le plan économique l'élevage du mâchoiron.

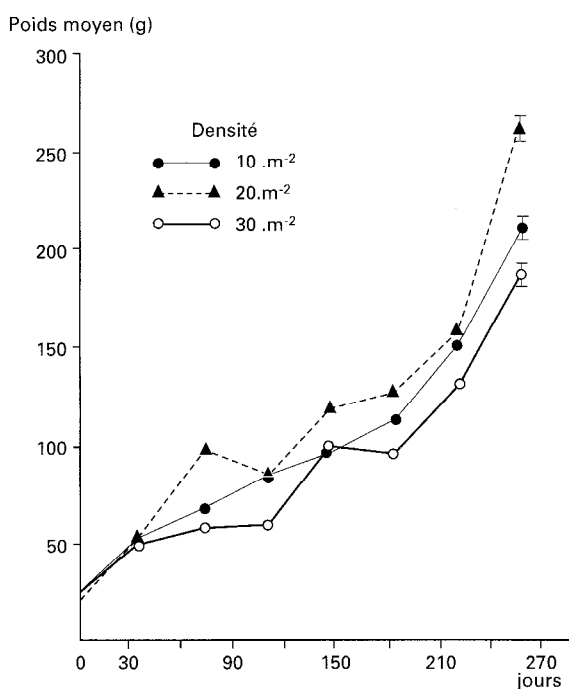


Figure 8

Croissance pondérale des *C. nigrodigitatus* en grossissement en enclos lagunaires pour différentes densités d'élevage.

T 0 = date de la fin de la 2^e période de pré-grossissement en cage-enclos.

CONCLUSION

Les travaux sur *Chrysichthys nigrodigitatus* ont bénéficié d'une bonne articulation recherche-développement avec la mise en place, en 1985, d'une structure appropriée sous l'autorité de la Direction des pêches maritimes et lagunaires. Le Projet de développement de l'aquaculture lagunaire a permis le transfert des connaissances dans des conditions satisfaisantes. En particulier, grâce aux stations de Layo et de Jacquville, il a été possible de fournir en alevins les piscicultures privées encadrées par le Projet. Ce début de production commerciale laisse entrevoir des perspectives heureuses de développement de l'aquaculture dans ce pays et pour les divers milieux lagunaires d'Afrique de l'Ouest.

Les tilapias *Sarotherodon melanotheron* et *Tilapia guineensis* (Cichlidae)

Les premiers essais d'élevage de tilapias dans les lagunes ivoiriennes ont porté sur une espèce allochtone, *Oreochromis niloticus*, en raison notamment de sa forte croissance. Dans la majorité des cas, ces essais (voir notamment MAGNET et KOUASSI, 1978 et 1979) se sont soldés par des taux de mortalité importants d'origine encore mal identifiée, indiquant une mauvaise adaptation de l'espèce pour la pisciculture intensive en lagune Ébrié.

Dès lors, il paraissait essentiel d'évaluer les potentialités pour l'élevage de deux espèces de tilapias autochtones, *Tilapia guineensis* et *Sarotherodon melanotheron*, qui sont naturellement adaptées au milieu lagunaire (DAGET et LITIS, 1965). Ce sont des espèces estuariennes typiques, abondantes dans toutes les lagunes ivoiriennes et dans les lagunes et estuaires d'Afrique de l'Ouest en général où elles vivent et se reproduisent dans une gamme de salinité très étendue (de 0 à plus de 80 g . l⁻¹ ; cf. II-7). Elles sont de plus très appréciées localement et de consommation courante. Cet ensemble de considérations a motivé une série de travaux portant sur la biologie, le comportement et la croissance des tilapias lagunaires.

REPRODUCTION

La biologie de la reproduction des deux espèces de tilapias lagunaires a fait l'objet d'une étude approfondie (LEGENDRE et ÉCOUTIN, 1989 ; LEGENDRE *et al.*, 1989), tant en milieu naturel (secteurs ouest de la lagune Ébrié) que dans les conditions d'élevage en enclos (station de Layo).

Les **schémas comportementaux** associés à la reproduction et aux soins parentaux prodigués aux œufs et aux alevins différencient nettement les deux espèces et constituent plus généralement un des critères distinctifs entre les genres *Tilapia* et *Sarotherodon* (TREWAVAS, 1982).

T. guineensis est une espèce qui pond sur substrat. Au moment de la ponte, il édifie un nid en forme de cuvette d'où plusieurs galeries de dimensions variables s'enfoncent dans le sédiment. Les œufs puis les alevins y sont l'objet d'une garde parentale vigilante qui limite l'action des prédateurs éventuels.

S. melanotheron est un incubateur buccal. Lors de la reproduction, il ne pratique que de petites dépressions à la surface du sédiment dans lesquelles les œufs sont déposés et fécondés, avant d'être rapidement repris en bouche par le mâle (ARONSON, 1949). L'éclosion des œufs a lieu dans la cavité buccale et ce n'est qu'après une résorption complète de la vésicule vitelline que ce comportement de protection parentale prend fin, les alevins devenant alors définitivement autonomes.

La **taille de première maturation** sexuelle (L50)⁽¹⁾ est variable selon l'espèce et le milieu considéré. Pour *S. melanotheron*, les femelles d'élevage entrent en maturation à une taille très inférieure (140 mm) à celle observée en milieu naturel (176 mm). Chez *T. guineensis*, bien que les L50 soient voisines en lagune et en élevage (159 et 154 mm, respectivement), on remarque cependant une plus forte proportion de petits individus sexuellement actifs dans les enclos (fig. 9). En élevage, la première maturation sexuelle intervient vers l'âge de 6 à 8 mois chez *S. melanotheron* et de 7 à 9 mois chez *T. guineensis*. Mais en l'absence de données sur la croissance des tilapias en milieu naturel, on ne peut préciser si le décalage observé en enclos et en lagune résulte d'une simple différence de croissance ou s'il s'accompagne également d'une différence dans l'âge à la première maturation. EYSON (1983) rapporte que lorsque les poissons sont maintenus en milieu confiné, *S. melanotheron* peut être sexuellement actif dès l'âge de 4 à 6 mois, à une très petite taille (4 à 5 cm).

Les tilapias lagunaires ne présentent pas de **saison de reproduction** bien marquée, les deux espèces se reproduisant sans interruption tout au long de l'année. Des variations saisonnières sont cependant mises en évidence dans l'intensité de l'activité sexuelle et de la fécondité. L'activité sexuelle, caractérisée

(1) Taille à laquelle 50 % de la population est mature.

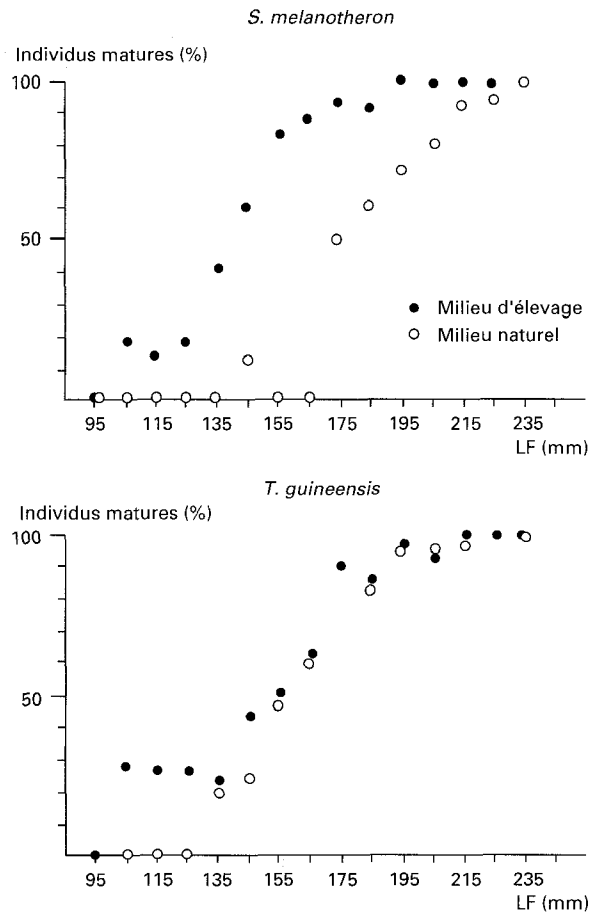


Figure 9

Détermination de la taille (longueur à la fourche) de première maturation sexuelle chez les femelles de *S. melanotheron* et *T. guineensis* en milieu naturel et en milieu d'élevage.

par le rapport gonado-somatique moyen et par la proportion d'individus matures, s'avère plus élevée en saison sèche et chaude (janvier à avril) que pendant la saison des pluies (juin à août). La fécondité relative moyenne, qui suit la même évolution, est maximale durant la saison sèche. Ces fluctuations saisonnières sont toutefois plus marquées sur le site de Layo que dans les secteurs ouest de la lagune Ébrié, vraisemblablement du fait de la plus grande stabilité de l'hydroclimat qui caractérise ces derniers (DURAND et SKUBICH, 1982).

Des différences intéressantes dans la **stratégie de reproduction** de *S. melanotheron* et de *T. guineensis* ont été observées entre populations naturelles et populations d'élevage. Pour les femelles de *S. melanotheron* de poids équivalents, les œufs produits en milieu d'élevage sont plus nombreux et plus petits que dans les conditions naturelles. Les relations entre le poids de la ponte (poids moyen d'un œuf x fécondité) et le poids de la femelle sont en revanche homogènes dans les deux milieux (fig. 10). Chez ces deux espèces de tilapias, la quantité de matière élaborée au cours d'un cycle de reproduction (mesurée par le poids de la ponte) apparaît donc comme une constante spécifique probablement déterminée génétiquement, l'environnement intervenant sur la partition du matériel gonadique et sur la stratégie de reproduction : œufs petits et nombreux (stratégie r) ou gros mais peu nombreux (stratégie K).

Ces modifications de la stratégie de reproduction pourraient ici découler des conditions d'élevage plutôt défavorables qui se traduisent aussi par un coefficient de condition moyen des poissons plus faible en enclos qu'en milieu naturel. On sait notamment que l'aliment artificiel employé est mal utilisé par ces

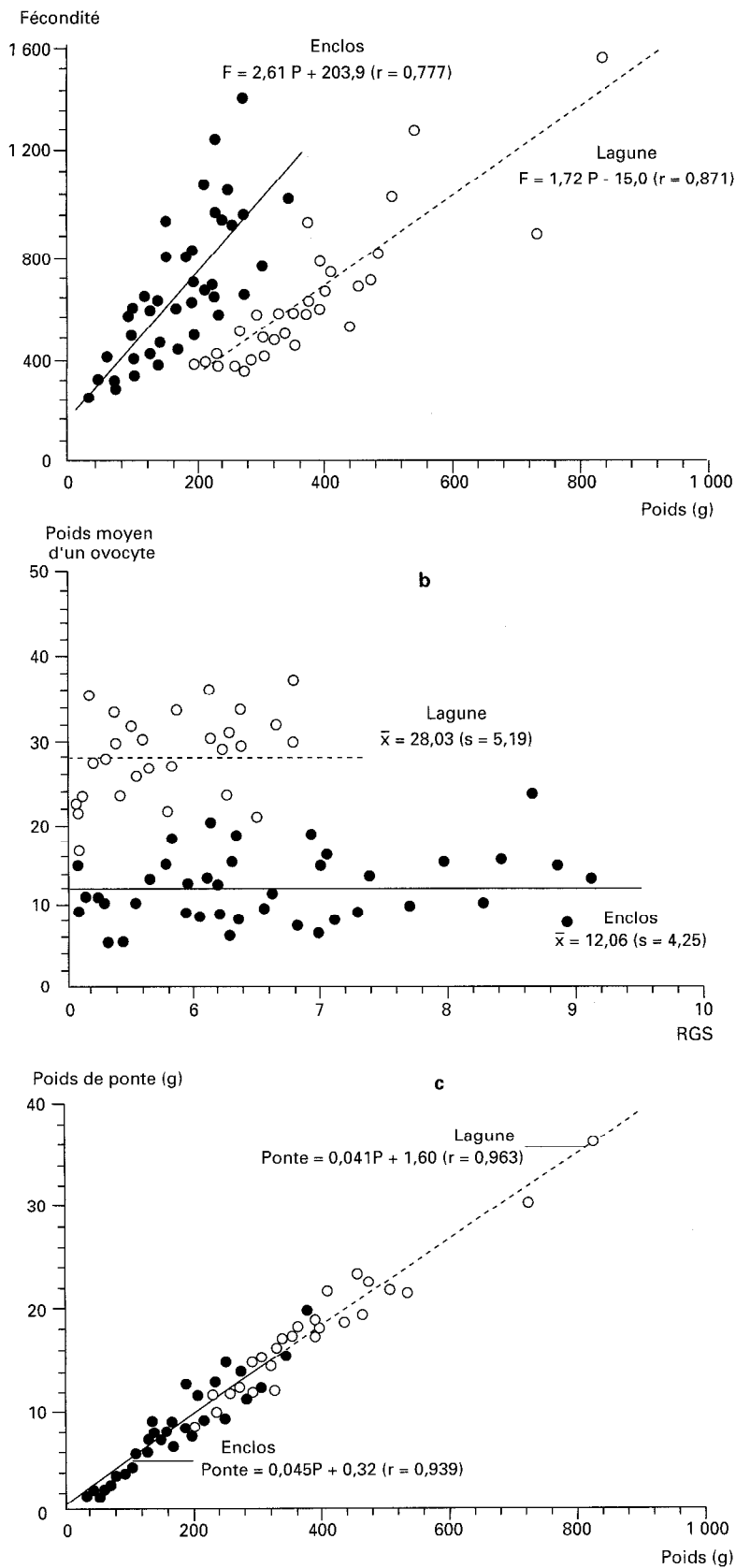


Figure 10

Comparaison des relations fécondité-poids de femelle (a), poids des ovocytes-RGS (b) et poids de ponte-poids de femelle (c) chez *S. melanotheron* en milieu naturel (lagune) et en milieu d'élevage (enclos).

tilapias en élevage (cf. *infra*) ; le confinement relatif des poissons en enclos, qui conduit nécessairement à un accroissement des contacts entre individus, constitue peut-être aussi pour ces poissons territoriaux un facteur de stress.

La **fréquence de ponte**, ou intervalle de temps séparant deux pontes successives, a été étudiée à partir de plusieurs couples de *S. melanotheron* et de *T. guineensis* isolés dans des bassins en béton de 2 m³, chaque couple étant suivi sur une période variant de 400 à 600 jours. Dans ces conditions, l'intervalle de temps moyen séparant deux pontes successives se situe aux alentours de 2 semaines chez *S. melanotheron* et 3 semaines chez *T. guineensis*. L'évolution saisonnière du nombre moyen de pontes par mois (fig. 11) montre un net ralentissement de l'activité sexuelle des deux espèces au plus fort de la saison des pluies (juin-juillet), ce qui corrobore les observations rapportées ci-dessus concernant le cycle saisonnier de reproduction.

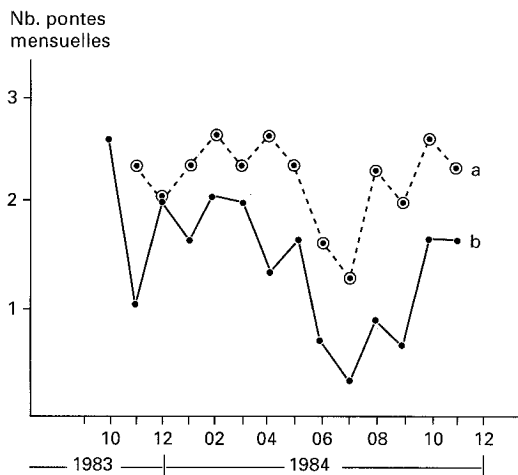


Figure 11
Évolution saisonnière du nombre moyen de pontes mensuelles pour une femelle de *S. melanotheron* (a) et de *T. guineensis* (b) en bassins cimentés.

Chez *S. melanotheron*, la quantité d'alevins produite pour un couple donné est fonction de la taille de la femelle, mais elle dépend aussi du volume de la cavité buccale du mâle et donc de sa taille. L'étude de la relation entre le nombre d'œufs ou d'alevins incubés et le poids des mâles incubateurs a porté sur 127 individus capturés en enclos. Une relation linéaire positive ($r = 0,793$) est observée entre ces deux paramètres (fig. 12). Les paramètres des régressions linéaires calculées entre l'effectif incubé et

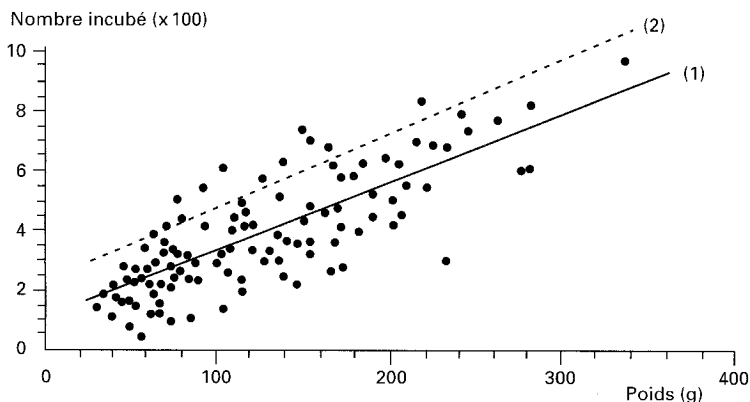


Figure 12

Relation entre le nombre d'œufs ou d'alevins incubés et le poids des mâles de *S. melanotheron* élevés en enclos. (1) ($N = 2,29 P + 107,15$; $r = 0,739$) ; (2) rappel de la droite de régression obtenue dans la relation entre fécondité et poids des femelles de *S. melanotheron* élevées en enclos ($F = 2,61 P + 203,91$; $r = 0,777$).

le poids de mâle, d'une part, et entre la fécondité et le poids de femelle, d'autre part, ont été comparées au moyen de l'analyse de Reeve. Aucune différence n'est mise en évidence entre les pentes. Par contre, les ordonnées à l'origine diffèrent significativement ($p < 0,01$). Ces résultats suggèrent l'existence d'une préférence liée à la taille dans la formation des couples. Sur la base d'expériences en aquarium, BARLOW et GREEN (1970) rapportent que la proportion d'appariements réussis est la plus forte lorsque le mâle est de même taille ou légèrement plus petit que la femelle et tend à décroître lorsque le mâle est de taille supérieure. Mais il est à noter que, dans nos essais, les fréquences de pontes les plus élevées et les plus régulières ont été observées lorsque le mâle était plus grand que la femelle. Si la formation des couples se faisait préférentiellement entre un mâle et une femelle de tailles voisines, il y aurait globalement une perte d'œufs (de l'ordre d'une centaine) au moment de leur reprise en bouche par le mâle. L'efficacité de l'incubation buccale chez *S. melanotheron* devrait donc être optimale lorsqu'une femelle s'accouple avec un partenaire de taille supérieure.

Sur la base des résultats précédents, on sait qu'il est possible de produire des alevins de *T. guineensis* et de *S. melanotheron* tout au long de l'année, avec toutefois un léger ralentissement de l'activité sexuelle en saison des pluies. Disposant d'une part des modèles prédictifs de fécondité — fonction de la taille des femelles — et du nombre d'alevins incubés — fonction de la taille des mâles (chez *S. melanotheron*) — et connaissant d'autre part la fréquence de ponte moyenne de ces espèces en bassins cimentés, on peut planifier la production d'alevins sur l'année pour une ferme d'élevage. Ainsi, pour 5 femelles de 200 g et 5 mâles de 300 g, la production annuelle théorique se situe aux alentours de 90 000 œufs par bassin de 2 m³.

Pour conclure, contrairement à ce que l'on observe pour la majorité des autres espèces exploitées en pisciculture, la reproduction des tilapias s'effectue spontanément et à un rythme soutenu dans les conditions de l'élevage. Il est donc relativement aisé d'obtenir une production massive et régulière d'alevins, à condition toutefois de gérer convenablement les stocks de géniteurs. La principale difficulté réside, en pratique, dans la production simultanée d'un grand nombre d'alevins de taille calibrée.

CROISSANCE ET MÉTHODES D'ÉLEVAGE

L'alevinage et le prégrossissement des tilapias s'effectuent selon des méthodes désormais classiques, sur lesquelles nous ne reviendrons pas ici. Pour des informations spécifiques sur les espèces lagunaires, on pourra cependant se référer, notamment, à MAGNET et KOUASSI (1979), *Projet pilote...* (1984) et LEGENDRE (1983a). L'évaluation du potentiel aquacole des tilapias lagunaires a porté essentiellement sur la phase de grossissement, abordée selon deux options, intensive et extensive.

L'option intensive

Choix de la structure d'élevage

En enclos, l'élevage des tilapias lagunaires pose plusieurs problèmes liés à certains aspects de leurs comportements :

- les nids de grande taille édifiés par *T. guineensis* constituent un risque sérieux de perte du poisson ; il arrive en effet qu'en creusant des galeries, ce poisson déterre localement le filet délimitant l'enclos ;
- le taux de reproduction élevé de ces espèces en captivité conduit, chez *T. guineensis*, à une prolifération d'alevins et de jeunes individus qui rend difficile une gestion rationnelle de l'élevage ; une telle prolifération n'a cependant jamais été observée chez *S. melanotheron* ;
- la médiocre capturabilité des deux espèces pose également un problème pratique important, encore accru chez *T. guineensis* car, lors de la pêche, les poissons se réfugient en masse dans les galeries des nids établis au fond de l'enclos.

Ces différents problèmes ont pu être résolus par l'utilisation d'une nouvelle structure d'élevage, la « cage-enclos » qui, à l'instar des enclos, est adaptée à des sites peu profonds (1 à 1,5 m), fréquents en

milieu lagunaire. Il s'agit d'une structure de conception simple, constituée d'une poche en filet suspendue à des piquets et dont le fond est plaqué sur le sédiment à l'aide de fiches métalliques (LEGENDRE, 1983a). Dans les élevages classiques, un espace d'environ 50 cm est ménagé entre la cage et le sédiment de manière à éviter l'accumulation des fèces et de la nourriture non ingérée susceptibles de provoquer des phénomènes d'anoxie (COCHE, 1978 et 1982). À l'issue des expérimentations, aucun signe d'accumulation organique sensible sous les cages-enclos n'a été à déplorer, même pour les plus fortes densités d'empeisonnement (GUIRAL, 1986). Les essais réalisés ont par ailleurs démontré la remarquable maniabilité de cette structure qui rend particulièrement aisée les manipulations de tri et de comptage.

Type d'élevage, croissance et alimentation

Les tests de croissance en phase de grossissement, initialement pratiqués en enclos, ont par la suite toujours été effectués en cage-enclos. Dans cette dernière structure, la densité d'empeisonnement varie entre 20 et 150 individus par mètre cube. Les poissons reçoivent un aliment granulé contenant 31 % de protéines, distribué à la main en deux repas quotidiens, six jours par semaine. Sa composition est la suivante : farine de poisson (20 %), tourteau d'arachide (20 %), tourteau de soja (15 %), son de blé (25 %), farine de maïs (20 %), premix minéraux et vitaminés (+ 2 %). La croissance est suivie de 10 à 150 g de poids moyen, les poissons étant placés, selon les cas, soit en élevage mixte (sex-ratio voisin de 1), soit en élevage monosexé. Les résultats de ces essais de grossissement sont résumés ci-dessous (LEGENDRE, 1986a ; LEGENDRE, 1987).

Dans la gamme testée (densités de 20 à 150 individus au mètre cube), la densité n'a pas d'incidence sur la croissance des deux espèces de tilapias lagunaires. Toutefois, pour la densité de 150 individus par mètre cube (biomasse finale de l'ordre de 15 à 20 kg par m³), une mortalité plus élevée (supérieure à 20 %) est observée, qui indiquerait que cette densité constitue un seuil de risque pathologique.

Chez *T. guineensis*, les mâles présentent une croissance toujours supérieure à celle des femelles (0,41 g . j⁻¹ contre 0,27 à 0,30 g . j⁻¹) indépendamment du type d'élevage pratiqué (mixte ou monosexé). Chez *S. melanotheron*, en revanche, une importante augmentation de la croissance des mâles est observée lorsque l'on passe d'un élevage mixte (0,32 g . j⁻¹) à un élevage monosexé (0,49 g . j⁻¹), alors que la croissance des femelles reste constante (0,41 g . j⁻¹). Ainsi, chez les deux espèces, les mâles ont une croissance potentielle supérieure à celle des femelles. Un résultat inverse est observé avec *S. melanotheron* en élevage mixte, conséquence de la phase d'incubation buccale pendant laquelle le mâle ne se nourrit pratiquement plus.

Bien qu'en élevage mixte les croissances moyennes des sexes les plus performants des deux espèces (le mâle chez *T. guineensis* et la femelle chez *S. melanotheron*) se soient toujours révélées très voisines à l'issue des essais (CISSÉ, 1986 ; LEGENDRE, 1983a et 1986a), les meilleures performances de croissance ont été obtenues avec le mâle de *S. melanotheron*, en élevage monosexé. La croissance de *S. melanotheron* est, de plus, nettement supérieure à celle de *T. guineensis* au cours des phases d'alevinage et de prégrossissement, ce qui contribue à raccourcir la durée totale du cycle d'élevage. Le choix de *S. melanotheron* est donc plus particulièrement recommandé pour l'aquaculture lagunaire, d'autant que cette espèce présente en Côte-d'Ivoire une valeur marchande sensiblement plus élevée que celle de *T. guineensis* (WEIGEL, 1989). En conséquence, les recherches sur cette dernière espèce ont été abandonnées.

Il ressort de ces différents points qu'une culture monosexé mâle de *S. melanotheron* en cages, à forte densité, devrait conduire aux meilleurs résultats de production. Cependant, la rentabilité économique des élevages est compromise par une médiocre utilisation de l'alimentation artificielle. Celle-ci est mise en évidence d'une part par des indices de consommation (Ic) toujours élevés (de l'ordre de 4 à 6), d'autre part par une dépendance apparente de la croissance vis-à-vis de l'alimentation naturelle disponible dans le milieu. Les croissances maximales (1,2 g . j⁻¹ chez *S. melanotheron* et 0,8 g . j⁻¹ chez *T. guineensis*) sont observées en période de prolifération algale, alors que les croissances minimales correspondent aux périodes où les eaux sont les plus transparentes et vraisemblablement les plus pauvres.

Afin d'améliorer les conditions d'alimentation, l'influence de la fréquence de nourrissage dans le cadre d'un élevage monosexé mâle de *S. melanotheron* a été étudiée (Cissé, 1992). Les poissons, nourris avec un aliment contenant 30 % de protéines brutes et apportant 1 130 kJ pour 100 g d'aliment (Cissé, à paraître), étaient placés en cage-enclos à la densité de 15 individus par mètre cube. La ration alimentaire journalière, fixée initialement à 5 % de la biomasse des poissons, a été réduite progressivement jusqu'à 2 % à la fin de l'expérimentation.

Les résultats montrent que la répartition de la ration journalière en 4 repas donne la meilleure croissance (fig. 13) ; une alimentation de nuit ou l'augmentation de la fréquence de distribution, jusqu'à 8 nourrissages par jour, n'apportent pas d'améliorations. Dans ces conditions, les poissons ont pu être menés de 75 à 235 g en 8 mois environ. Toutefois des croissances rapides ne sont observées que durant les deux premiers mois du suivi et les Lc obtenus (4,67 dans le meilleur des cas) restent trop élevés pour être économiquement intéressants.

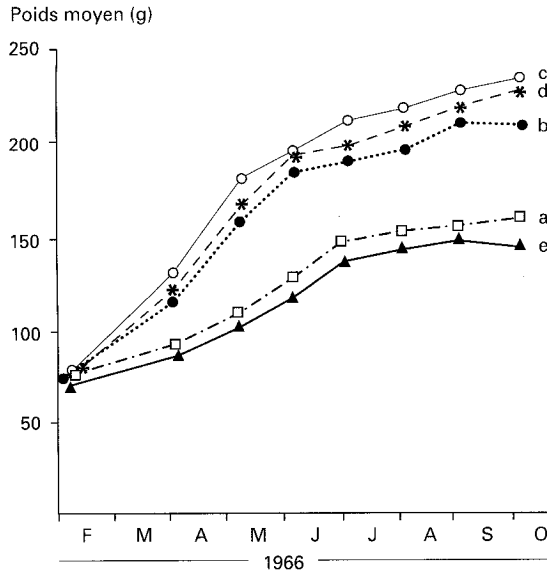


Figure 13

Croissance de *S. melanotheron* en élevage monosexé mâle en fonction de la fréquence de nourrissage.

a : 1 repas par jour ; b : 2 repas par jour ;
c : 4 repas par jour ; d : 8 repas par jour ;
e : 8 repas par nuit.

L'option extensive : l'acadja-enclos

Le principe des « acadjas-enclos » consiste à favoriser le développement de nourriture naturelle dans le milieu d'élevage, réduisant d'autant la nécessité d'un apport en nourriture artificielle et diminuant de ce fait considérablement le coût de production du poisson.

L'acadja — amas de branchages implantés en lagune dans des zones peu profondes — se pratique traditionnellement au Bénin ; il favorise la concentration et la multiplication des poissons en milieu naturel. On estime que l'effet attractif des acadjas résulte, d'une part, de l'augmentation des surfaces sur lesquelles se développent microfaune et épiphytes, sources de nourriture pour les poissons, et, d'autre part, du rôle d'abri joué par ces structures. L'effet relatif de ces deux composantes dépend essentiellement de la biologie et de l'éthologie des espèces colonisatrices. La productivité annuelle moyenne estimée par WELCOMME (1972) est de 5 à 10 tonnes de poissons par hectare d'acadja, selon le type et le mode d'exploitation retenus. Ces rendements sont bien supérieurs à ceux enregistrés dans les pêcheries classiques des lagunes d'Afrique de l'Ouest (maximum de l'ordre de 200 kg . ha⁻¹ . an⁻¹).

La première modification apportée par le CRO d'Abidjan à cette technique de pêche traditionnelle a été d'entourer les acadjas avec des filets supportés par des piquets. L'enclos ainsi constitué permettait de retenir les poissons de plus de 5 à 8 cm. Ce type de structure initialement installé pour étudier la croissance des tilapias s'est rapidement imposé comme une technique potentielle d'aquaculture extensive (HEM, 1992). Deux expériences successives ont été menées entre 1984 et 1987 (tabl. I).

TABLEAU I

Biomasse et proportion relatives des espèces récoltées, et rendement après 12 mois dans des acadjas expérimentaux en enclos de 625 m²

	Expérience n°1 Empoisonnement naturel						Expérience n°2 Empoisonnement artificiel (à 5 <i>S. melanotheron</i> par m ² d'acadja)					
	A sans substrat		B avec 100 m ² de plantes flottantes		C avec 100 m ² de branchages		D avec 200 m ² de branchages		E avec 200 m ² de branchages		F avec 400 m ² de branchages	
	(kg)	(%)	(kg)	(%)	(kg)	(%)	(kg)	(%)	(kg)	(%)	(kg)	(%)
<i>Sarotherodon melanotheron</i>	1,5	12,8	10,4	57,1	63,6	79,0	54	50,0	158	80,6	84	63,3
<i>Tilapia guineensis</i>	0,3	2,6	3	16,5	0,3	0,4	16	14,8	14	7,1	16	12,1
<i>Heterobranchus longifiliss</i>	7,1	60,7	2,1	11,5	8,3	10,3	18	16,7	4	2,1	12	9,1
Autres	2,8	23,9	2,7	14,9	8,3	10,3	20	18,3	20	10,2	20	15,2
Biomasse totale récoltée (kg)	11,7		18,2		80,5		108		196		132	
Rendement en kg pour 100 m ² d'acadja			18,2		80,5		54		98		33	
Rendement en kg pour 100 m ² de lagune enclose	1,9		2,9		12,9		17,3		31,4		21,1	

L'objectif de la première expérience était de quantifier l'accroissement de la production de poissons associé à différents types d'acadjas. À cet effet, trois enclos de 625 m² ont été utilisés. Le premier (A), vide de tout support, a servi de témoin. Dans le second (B), une aire de 100 m² de végétation flottante (*Echinochloa pyramidalis*) a été aménagée. Dans le troisième (C), 100 fagots de branchages ont été placés au centre de l'enclos sur une surface de 100 m². Dans les trois cas, aucun empoissonnement n'a été pratiqué et les poissons présents étaient ceux retenus par le maillage.

Le résultat des pêches effectuées après 12 mois sans aucun apport d'aliments artificiels montre que l'acadja en branchage (C) fournit une production (80,5 kg) huit fois supérieure à celle de l'enclos témoin sans substrat (11,7 kg). En revanche, l'implantation de végétation flottante dans l'enclos n'améliore pas nettement les résultats (18,2 contre 11,7 kg de poissons collectés sur le site-témoin). Dans l'acadja-enclos, 79 % de la biomasse récoltée est représentée par des *S. melanotheron* marchands de 200 g de poids moyen.

Le but de la seconde expérience était d'évaluer la productivité des acadja-enclos en tant que système d'élevage extensif. Deux acadjas de 200 m² (D et E) et un de 400 m² (F), constitués de fagots de branchages, ont été installés au centre d'enclos de 625 m². Chacun d'eux a été empoissonné avec des juvéniles de *S. melanotheron* de 40 g, à une densité de 5 poissons par m² d'acadja.

Les biomasses des poissons récoltés après 12 mois révèlent une certaine variabilité (de 33 à 98 kg par 100 m² d'acadja) ; les raisons de ces écarts ne sont pas clairement identifiées, même si la plus faible biomasse collectée dans les traitements D et F peut au moins en partie être reliée à la prédation exercée par plusieurs *Heterobranchus longifilis* (de 4 à 7 kg) qui se sont introduits dans ces enclos.

La production moyenne obtenue dans les quatre essais d'acadja-enclos est très satisfaisante (66,4 kg par 100 m² d'acadja), si l'on considère que les poissons n'ont jamais reçu d'aliment artificiel. Cette production, dominée par des tilapias de taille marchande, est comparable à celle des acadjas béninois. On sait que, dans ces derniers, *S. melanotheron* représente l'essentiel des captures (WELCOMME, 1972). Son régime alimentaire naturel, essentiellement détritivore dans certains milieux (FAGADE, 1971 ; PAULY, 1976), serait dans les lagunes de Sierra Leone presque exclusivement composé d'algues se développant sur les racines des arbres de la mangrove, sur les rochers ou sur toutes autres surfaces dures (PAYNE, 1983). Ce trait biologique constitue manifestement l'une des raisons majeures de la prédominance de *S. melanotheron* dans les acadjas béninois, ainsi que la clé de son succès dans les acadjas-enclos où l'examen des branchages révèle les traces d'un broutage intense.

Progressivement décomposés, les branchages doivent être renouvelés chaque année et cette contrainte peut constituer un obstacle ou un frein à la généralisation de ce mode d'aquaculture. Le remplacement des fagots classiques par des bambous — plus faciles à obtenir et de durée de vie supérieure — fichés dans le sédiment constitue une solution séduisante. Les premiers essais réalisés récemment en enclos de 1 250 m² avec 800 m² de bambous piqués, à raison de 5 par m², sont très prometteurs : 12 mois après empoissonnement (5 *S. melanotheron* par m²), 878 kg de poissons ont été récoltés, dont 83 % de *S. melanotheron*, soit un rendement de 109 kg par 100 m² de surface aménagée.

CONCLUSION

Les deux espèces de tilapias lagunaires se sont montrées décevantes en élevage intensif. Même dans la situation la plus favorable — l'élevage monosexé mâle de *S. melanotheron* — les taux de croissance et les indices de consommation obtenus ne permettent pas dans l'état actuel de dégager, en fin de cycle, une marge bénéficiaire suffisante pour assurer la rentabilité économique d'une exploitation piscicole ; ce que confirment les essais en vraie grandeur réalisés en cages flottantes dans le cadre du Projet de développement de l'aquaculture lagunaire (DOUDET et LEGENDRE, 1986). Les taux de croissance obtenus (de l'ordre de 0,5 g . j⁻¹) sont en moyenne très faibles, notamment en comparaison de ceux observés chez les autres espèces de tilapias déjà utilisées en pisciculture (1 à 2,5 g . j⁻¹).

Le bilan global de la culture intensive des tilapias dans les lagunes ivoiriennes est donc assez négatif. En effet, on dispose, d'une part, d'espèces naturellement adaptées au milieu mais aux performances médiocres, d'autre part, d'une espèce allochtone (*O. niloticus*) dont la croissance est rapide mais qui s'adapte mal aux milieux saumâtres ivoiriens, y compris aux zones oligohalines. Récemment, des résultats encourageants ont été obtenus avec *Oreochromis aureus*, dont la croissance et la survie en lagune semblent satisfaisantes (DOUDET, 1992). Cette nouvelle espèce constituera peut-être une solution au problème de l'élevage intensif des tilapias dans les lagunes ivoiriennes.

Une autre option qui paraît très prometteuse est celle de l'élevage extensif des tilapias lagunaires en acadjas-enclos. Sur la base des premiers résultats obtenus avec *S. melanotheron*, des bilans prévisionnels font apparaître la possibilité d'exploitations rentables pour les villageois riverains des lagunes. Cette filière est actuellement expérimentée à grande échelle.

Le silure *Heterobranchus longifilis* (Clariidae)

H. longifilis est signalé sur une aire de répartition très vaste couvrant la quasi-totalité des grands bassins fluviaux de l'Afrique intertropicale (TEUGELS *et al.*, 1990). En Côte-d'Ivoire, cette espèce a été identifiée dans la plupart des bassins, ainsi qu'en lagune Ébrié où sa capture reste rare ; il s'agit d'une forme continentale qui ne colonise qu'occasionnellement les eaux mixohalines (DAGET et ILTIS, 1965). Récemment, la faisabilité de son élevage en milieu lagunaire oligo-mésohalin a été démontrée à la station de Layo, à partir d'un petit nombre de spécimens capturés sur le site (LEGENDRE, 1983b).

A priori, de nombreuses caractéristiques sont favorables à une exploitation piscicole de *H. longifilis* : remarquables performances de croissance, grande robustesse, capacité à supporter des conditions hypoxiques grâce à son organe de respiration aérienne suprabranchial, régime alimentaire omnivore (MICHA, 1973 ; BARD *et al.*, 1976 ; LEGENDRE, 1983b). En outre, ce silure, bien que localement frappé d'interdits alimentaires, est recherché par la grande majorité des consommateurs ivoiriens (LEGENDRE, 1989). Cependant, le manque de disponibilité en alevins constituait un obstacle majeur ; les recherches entreprises par le CRO d'Abidjan depuis 1984 ont donc porté essentiellement sur la maîtrise des techniques de reproduction induite et d'élevage larvaire. Grâce aux alevins obtenus en captivité, les premiers essais d'élevage de ce poisson en monoculture ont été tentés, et ses performances aquacoles en milieu lagunaire évaluées.

REPRODUCTION

La reproduction de *H. longifilis* peut être obtenue en conditions semi-naturelles avec des couples isolés en bassin (SEKA, 1984), mais les résultats paraissent aléatoires et conduisent à de grandes pertes d'œufs. 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, 1986b).

La maturation ovocytaire et l'ovulation sont provoquées par injection de gonadotropine chorionique humaine (HCG), après sélection des femelles sur la base d'un diamètre ovocytaire modal voisin de 1,5 mm. Jusqu'à présent, un taux de 100 % de réponses (70 femelles) a été obtenu après une seule injection intramusculaire de HCG (dose comprise entre 1,0 et 2,5 UI . g⁻¹ de poids corporel⁽¹⁾). La dose de 1,5 UI . g⁻¹ est néanmoins recommandée pour une application en routine. Le temps de latence entre l'injection et la collecte des ovocytes varie avec la température de l'eau ; entre 26 et 31 °C, il peut être calculé à l'aide de la formule : $t_l = 2,452 \cdot 10^5 \cdot T^{-2,94}$ (fig. 14). Les ovocytes recueillis après le traitement sont de bonne qualité. On obtient après fécondation une importante proportion de larves normales (75 % \pm 5, N = 61) et une faible proportion de larves déformées (9 % \pm 2, N = 61).

(1) UI = unité internationale.

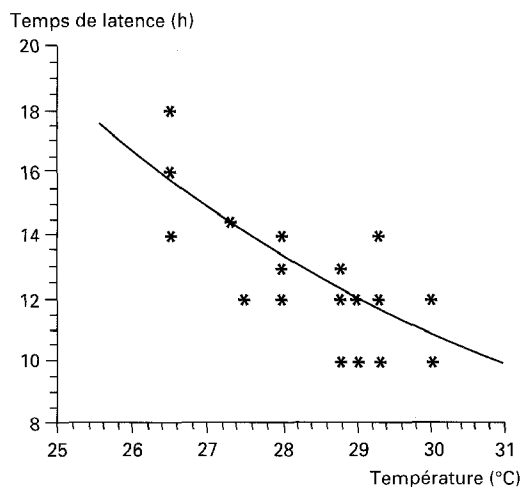


Figure 14
Relation entre la température de l'eau et le temps de latence (h) après traitement avec HCG chez *H. longifilis*
($N = 49$; $\bar{h} = 245,242$; $T^{2,94}$; $r = 0,794$).

Les œufs sont munis d'un large disque adhésif. Leur incubation est réalisée en eau stagnante et dans l'obscurité. À 27-29 °C, l'éclosion intervient de 24 à 28 h après la fécondation (LEGENDRE et TEUGELS, 1991). Contrairement aux ovocytes, le sperme ne peut être collecté par massage abdominal, vraisemblablement en raison de l'anatomie particulière des testicules commune aux Clariidae. Il est donc nécessaire de procéder au sacrifice du mâle, puis à la dissection et à l'incision des testicules pour recueillir le sperme. La quantité de semence ainsi obtenue par individu est généralement suffisante (de 0,5 à 20 ml selon la taille des poissons) pour féconder plusieurs centaines de milliers d'ovocytes. Le nombre de mâles nécessaires à une fécondation massive reste donc réduit.

Des ovocytes de bonne qualité et des spermatozoïdes fécondants peuvent être collectés tout au long de l'année à partir des géniteurs élevés en milieu lagunaire. Chez les femelles, les diamètres ovocytaires moyens mesurés après biopsie intraovarienne restent en toute saison supérieurs au diamètre critique de réponse à HCG, lequel est estimé à environ 1,0 mm (LEGENDRE, 1986b). Des variations saisonnières de l'état sexuel des femelles sont toutefois mises en évidence : la quantité moyenne d'ovocytes collectés par kilogramme de femelle après le traitement hormonal s'avère beaucoup plus faible de décembre à février ($28\,000 \pm 7\,000$, $N = 22$), au début de la grande saison sèche, qu'en juin-juillet ($67\,000 \pm 10\,000$, $N = 19$) au plus fort de la saison des pluies. Celle-ci correspond à la saison de reproduction privilégiée de l'espèce en milieu dulçaquicole (MICHA, 1973). Cette baisse de la fécondité relative observée en début de saison sèche s'accompagne d'une augmentation de la proportion d'ovocytes en atresie dans les ovaires. Le phénomène pourrait être lié d'une part à l'augmentation progressive de la température de l'eau durant les mois d'octobre et novembre, et, d'autre part, au faible niveau des précipitations enregistrées de décembre à février. La maturité sexuelle de *H. longifilis* en milieu lagunaire paraît au contraire peu dépendante des évolutions saisonnières de la salinité dans la gamme observée sur le site de Layo (entre 0 et 10 g . l⁻¹).

Le fait que l'ovulation ait été provoquée à intervalles successifs de 2, 5, 6 et 4 mois chez une même femelle montre que chez *H. longifilis* l'induction à la ponte peut être provoquée au moins cinq fois de suite avec HCG, sans aucun inconvénient (tabl. II). Ce résultat indique en outre qu'après le traitement hormonal une reprise rapide de l'ovogenèse s'effectue chez les femelles élevées en enclos. La fréquence minimale d'induction répétée de la ponte permettant de conserver un bon niveau de fécondité et de qualité des ovules reste encore à déterminer.

La possibilité d'obtenir annuellement plusieurs pontes par femelle, ajoutée à une fécondité élevée, constitue un grand avantage de l'espèce pour la pisciculture dans la mesure où une production massive et continue en alevins peut être envisagée à partir d'un stock de géniteurs d'effectif relativement limité. En élevage en enclos, la première maturation sexuelle est relativement tardive. Elle intervient vers l'âge de un an à un moment où le poids des poissons (1 kg environ) permet déjà d'envisager leur commercialisation.

TABLEAU II

Nombres d'ovules collectés et taux d'éclosion obtenus après induction répétée de l'ovulation avec HCG, chez une même femelle de *H. longifilis*, élevée en enclos lagunaire et identifiée par marquage

Date	Poids corporel (kg)	Nb. d'ovules collectés par kg de femelle	Larves normales (%)	Larves déformées (%)
24-04-84	2,1	44 000	88,5	7,2
03-07-84	2,4	56 000	95,8	1,7
06-12-84	3,1	29 000	91,1	5,3
06-06-85	3,5	87 000		
17-10-85	3,9	47 000	75,1	4,3

ALEVINAGE

Premières tentatives

Bien que le cycle complet de *H. longifilis* ait été effectué intégralement à plusieurs reprises à la station de Layo, les taux de survie obtenus à l'issue des premières tentatives d'élevage des larves et des alevins se sont montrés variables et généralement peu élevés. Ces essais, réalisés en écloserie avec différents types d'aliments (cervelle broyée, œufs bouillis, levures de bière...), ont conduit au début du cycle vital à de très fortes mortalités (survie de l'ordre de 1 % à 3 semaines) et à une grande variabilité individuelle des résultats de croissance. Ces aliments, bien qu'activement ingérés dès la fin de la résorption vitelline, paraissaient donc mal utilisés. Mais il s'y ajoutait vraisemblablement d'autres problèmes, notamment la qualité de l'eau de la station de pisciculture expérimentale de Layo, généralement très turbide. La croissance hétérogène des alevins résultant de ces conditions défavorables conduisait secondairement au cannibalisme.

L'élevage en étangs pourrait résoudre au moins partiellement ces problèmes grâce, en particulier, à leur richesse en nourriture naturelle et en zooplancton notamment (LECENDRE *et al.*, 1987). L'empoissonnement des étangs avec des alevins de 3 jours, en fin de résorption vitelline, s'est, jusqu'à présent, toujours soldé par un échec du fait de la présence et de la prolifération, difficilement contrôlable, de batraciens et d'insectes aquatiques (notonectes, ranâtres, larves de libellules...). En conséquence, l'empoissonnement des étangs devrait être réalisé plus tardivement avec des alevins d'au moins 15 à 20 jours (poids de 100 à 300 mg) capables d'échapper à la majorité de ces prédateurs.

La phase cruciale se limite donc aux trois premières semaines, durant lesquelles le principal problème est de disposer d'une quantité suffisante de proies planctoniques adéquates et de maintenir les alevins à l'abri de leurs prédateurs.

Une solution intermédiaire a été testée. Elle consiste à placer les alevins, en fin de résorption vitelline, dans des cages de petits maillages implantées directement dans les étangs. Un pompage de l'étang vers les cages est réalisé en continu pour favoriser les échanges d'eau et l'approvisionnement en proies planctoniques. Après 18 jours d'élevage, les taux de survie obtenus dans les trois essais préliminaires sont compris entre 22 et 50 % en fonction de la densité initiale d'empoissonnement (entre 4 000 et 20 000 alevins par m³). L'alimentation à base de zooplancton n'est indispensable qu'au cours de la première semaine d'élevage. Au-delà, un aliment artificiel riche en protéines (50 %) paraît pouvoir s'y substituer progressivement pour maintenir la croissance. Dans ces conditions, le gain en poids des alevins s'avère satisfaisant (passage de 2 à 150 mg de poids moyen en 18 jours) et relativement homogène (coefficient de variation de 25 à 30 %). Ces résultats sont très encourageants quoique perfectibles.

Régime alimentaire des alevins

L'objectif était d'identifier les proies préférentielles des larves et alevins de *H. longifilis*, afin d'en favoriser le développement en étang ou d'en faire la culture en bassins. Le régime alimentaire des alevins a donc été étudié dans différentes situations d'élevage sans apport d'aliment artificiel (LEGENDRE, 1987) : en étangs et en bassins de grand volume préalablementensemencés en zooplancton. Les observations ont porté sur l'évolution du régime entre la première prise d'aliment et l'âge de 30 jours et sur les variations nyctémérales de l'alimentation chez des alevins âgés de 11 jours ($P = 30$ mg).

Les résultats sont les suivants :

- La première prise d'aliment s'effectue dès l'âge de 2 jours alors que la vésicule vitelline des alevins n'est pas encore entièrement résorbée. À ce stade, les alevins dont la largeur de la bouche est d'environ 1 mm sont déjà capables d'ingérer des proies planctoniques de grandes tailles (cyclopidés adultes et *Moina* de 600 à 800 μm). Le régime alimentaire, essentiellement zooplanctonophage jusqu'à l'âge de 5-6 jours, tend par la suite à se diversifier progressivement avec l'incorporation d'insectes de tailles croissantes, principalement des larves de chironomides. L'examen des contenus stomacaux d'individus plus âgés (31 j, $L = 55$ mm), élevés en étang, révèle un régime plus diversifié, où larves de chironomides et autres insectes constituent pondéralement les proies principales, alors que le zooplancton est encore présent en effectif important. On trouve également dans les tractus des coquilles de gastéropodes, des détritiques organiques, des débris de végétaux et des graines qui traduisent l'évolution du régime vers celui de l'adulte, considéré comme omnivore à tendance carnassière (MICHÁ, 1973).
- Les alevins se nourrissent de façon continue de jour et de nuit, sans qu'un rythme quelconque dans la prise d'aliment ne soit mis en évidence. En revanche, la qualité des proies ingérées témoigne d'une nette évolution au cours du nyctémère. Ainsi le cladocère *Moina*, très peu consommé de jour, représente numériquement et pondéralement (fig. 15) la part la plus importante des proies identifiées dans le tractus digestif des alevins pendant la nuit. Ce changement de régime est à mettre en relation avec le comportement des alevins. Dans les structures d'élevage, ceux-ci se confinent au voisinage du fond pendant la journée alors qu'ils occupent toute la couche d'eau pendant la nuit avec une grande mobilité. Ce fait est sans doute à rapprocher de leur caractère photophobe marqué.
- Les indices de sélectivité (indice de Paloheimo in LAZZARO, 1987) calculés pour les différentes proies échantillonnées en pleine eau confirment ces observations. Ils montrent (fig. 16) que si les copépodes et les ostracodes sont fortement sélectionnés de jour, pendant la nuit la sélection s'exerce principalement sur *Moina*. En outre, la préférence constatée ici vis-à-vis de ce cladocère semble encore sous-estimée, notamment en comparaison avec les ostracodes. Les rapports moyens, par catégorie, du nombre de proies dans l'intestin sur le nombre de proies identifiées dans l'ensemble du tractus tendent en effet à montrer une accumulation des ostracodes au niveau de l'intestin (63,5 ; $s = 11,1$), alors que les *Moina* sont plus abondants dans les estomacs (45,9 ; $s = 8,3$) et que les copépodes occupent une position intermédiaire (55,8 ; $s = 10,2$). Ces résultats pourraient s'expliquer par une lyse plus rapide et plus complète des *Moina* dans le tractus digestif ou encore par une durée de transit intestinal plus longue des carapaces d'ostracodes.

En raison de la forte sélection qui s'exerce à son égard et de sa meilleure digestibilité apparente, le cladocère *Moina* semble constituer, parmi les proies planctoniques disponibles localement, un aliment de départ tout indiqué pour l'alevinage de *H. longifilis*. Par ailleurs, il semblerait souhaitable que l'alevinage se fasse dans une relative pénombre et que le nourrissage des alevins s'effectue de façon continue sur 24 heures.

Approche actuelle

Sur la base de ces différents résultats, deux options d'alevinage de *H. longifilis*, extensive et intensive, ont été développées et testées sur une plus grande échelle :

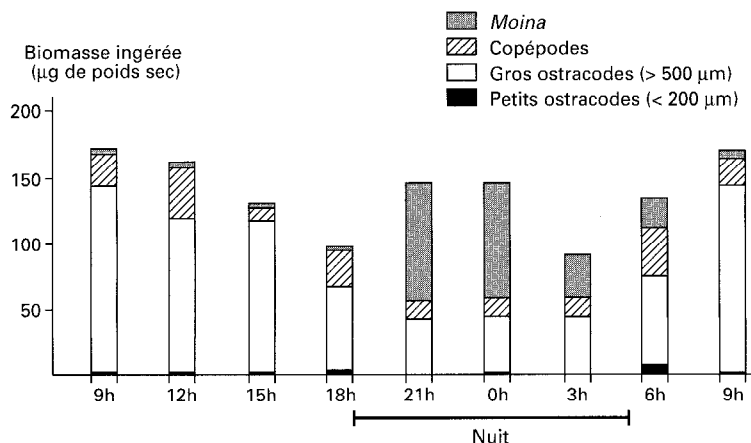


Figure 15
Évolution nyctémérale des biomasses des principales catégories de proies ingérées par des alevins de *H. longifilis* âgés de 11 jours.

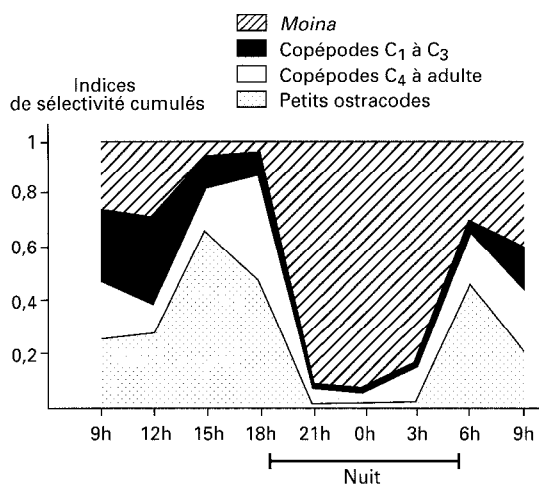


Figure 16
Évolution nyctémérale des indices de sélectivité (indice de Paloheimo) calculés pour les principales catégories de proies de pleine eau ingérées par des alevins de *H. longifilis* âgés de 11 jours.

Méthode extensive

L'alevinage selon la méthode extensive d'élevage en cages implantées en étangs paraît particulièrement séduisant du fait de sa simplicité. Pendant les 8 premiers jours, le système ne nécessite aucun entretien, si ce n'est un brossage régulier des cages pour limiter leur colmatage. Cette relative facilité de mise en œuvre et d'utilisation paraît favorable à une application dans le cadre de piscicultures rurales.

Entre juin 1988 et fin 1989, six expérimentations ont été réalisées avec des batteries de 8 à 10 cages dans des conditions différentes de densité d'empoissonnement, de quantité de zooplancton disponible et d'aménagement des cages (avec ou sans substrats artificiels). Bien que jusqu'à la mi-1989 les taux de survie obtenus à l'issue de la phase critique des 15 premiers jours se soient systématiquement avérés satisfaisants (parfois 50 % et toujours plus de 20 % dans au moins l'une des cages), les résultats des deux dernières expériences ont été décevants, les survies finales n'excédant pas 5 %. Il apparaît donc que si cette technique a fait ses preuves (plus de 30 000 alevins produits lors d'un seul essai), son succès reste aléatoire. En première analyse, la variabilité des taux de survie paraît liée notamment à la quantité et à la nature des proies planctoniques disponibles, mais elle résulte aussi d'importantes variations nyctémérales de paramètres physico-chimiques tels que l'oxygène (hypoxie ou sursaturation), qui peuvent conduire à une mortalité massive. L'optimisation de cette méthode d'alevinage passe donc à présent par un meilleur contrôle de l'écosystème étang.

Méthode intensive

L'alevinage en bassins d'écloserie est probablement l'option qui correspond le mieux aux impératifs d'une production à grande échelle. De plus grande technicité, elle requiert des stations bien équipées et un personnel compétent. Son succès dépend alors d'un approvisionnement suffisant en aliments adéquats et d'une eau de bonne qualité.

À Layo, les problèmes rencontrés avec l'eau de lagune (turbidité, salinité) ont été résolus avec la réalisation d'un système d'auges d'alevinage fonctionnant avec l'eau de ville recyclée. L'utilisation de *nauplii* de *Artemia salina* comme aliment de départ a permis d'atteindre 60 à 94 % de survie sur des lots de 500 à 10 000 alevins, après 15 jours d'élevage dans ce système. La croissance est très rapide. On passe de 2 à 150-250 mg de poids moyen durant cette période. Ces résultats sont à rapprocher de ceux obtenus avec *Clarias gariepinus* (HOGENDOORN, 1980) et montrent que *Artemia* constitue un remède possible au problème du nourrissage des alevins de *H. longifilis* en milieu artificiel. Néanmoins, dans le but de valoriser les potentialités locales en proies naturelles, des essais de production contrôlée de *Moina micrura* ont été effectués. Son temps de génération est court, environ 40 h à 30 °C (BONOU, 1986), ce qui constitue un atout. Des concentrations supérieures à 4 000 individus par litre peuvent être rapidement obtenues dans des bassins (2 m³) en eau stagnante, oxygénée et fertilisée avec de la fiente de poulet. La moitié de la population des bassins peut alors être prélevée périodiquement sans dommage, la densité en *Moina* étant restaurée à son niveau initial après seulement 2 jours (BONOU, comm. pers.). Des essais comparatifs ont en outre montré que les performances de croissance et de survie sont du même ordre chez les alevins nourris respectivement avec *Moina* ou *Artemia* comme premier aliment. Plus récemment, l'approche d'une alimentation larvaire de type artificiel a été reprise. L'utilisation d'un aliment à base de levure et de foie de bœuf, mis au point pour la carpe et le corégone (BERGOT *et al*, 1986), a permis d'obtenir des survies larvaires aussi élevées qu'avec *Artemia* mais avec une croissance plus faible au cours des deux premières semaines d'alevinage. Cette faible croissance pourrait être, au moins en partie, liée à une couverture inadéquate des besoins lipidiques. Il est en effet connu que les besoins en acide gras essentiels peuvent différer de manière importante chez les poissons d'eau chaude et d'eau froide. De fait, la substitution de l'huile de foie de morue par de l'huile de palme dans un même régime de base (levure et foie de bœuf) conduit à une nette amélioration de la croissance des larves de *H. longifilis* (KERDCHUEN, 1992).

PRÉGROSSISSEMENT - GROSSISSEMENT

Contrairement à l'élevage larvaire, les phases de prégrossissement et de grossissement ne posent pas de difficultés particulières. À partir d'un poids d'environ 300 mg, soit après trois semaines d'élevage, *H. longifilis* accepte fort bien la nourriture artificielle à 35 % de protéines brutes habituellement utilisée pour le mâchoiron. Cet aliment a donc été retenu pour les premiers essais de prégrossissement et de grossissement.

Le **prégrossissement** a été principalement réalisé en étangs lagunaires alimentés en eau par la nappe phréatique, mais il pourrait aussi bien s'effectuer en bassins (tabl. III). Selon la densité initiale (entre 1 et 10 poissons par mètre carré), *H. longifilis* atteint en étang un poids moyen de 50 g en 5 à 10 semaines, à partir d'alevins de 0,1 g. Les taux de survie sont généralement supérieurs à 60 % lorsque certaines précautions sont prises. Durant cette phase, deux facteurs de mortalité apparaissent particulièrement importants à maîtriser : la prédation et le cannibalisme. Le premier peut être évité grâce à une stricte préparation des étangs qui, peu avant l'empoissonnement, doivent être vidangés, curés, et recevoir une application de chaux vive afin d'éliminer les espèces parasites ou prédatrices. Pour limiter le second, il est recommandé d'empoissonner les structures avec des alevins de taille bien calibrée, ce qui peut nécessiter un tri préalable.

Les premiers essais de **grossissement** réalisés en monoculture ont été menés dans diverses structures d'élevage. En enclos, en cage-enclos et en bassin les poissons étaient nourris 6 jours par semaine à rai-

TABLEAU III
Résultats des essais de prégrossissement de *H. longifilis*

Structure (superficie m ²)	Densité initiale (Nb.par m ²)	Poids moyen initial (g)	Poids moyen final (g)	Durée du suivi (jours)	Survie (%)
Bassin (4)	8	4,5	50	28	100
Étang (750) (a)	0,7	0,15	54	35	nd
Étang (520) (a)	10	0,77	23	70	55
Étang (750) (a)	10	0,10	53	70	10
Étang (480) (a)	8	0,10	55	70	64
Étang (750) (a)	11	0,28	34	56	64
Étang (750) (a)	13	0,15	34	63	74
Étang (580) (a)	11	0,17	14	35	68
Étang (300) (b)	25	0,25	26	49	82
Étang (150) (b)	16	0,06	25	49	69

(a) étangs lagunaires, station de Layo.

(b) étangs continentaux, station de Zélé (Man).

son d'une ration alimentaire journalière fixée à 3 % de leur biomasse. En étang, la ration initialement fixée à 5 % de la biomasse a ensuite été réduite à 3 puis 1 %, lorsque les poissons ont atteint les poids moyens de 100 et de 500 g respectivement.

Dans tous ces essais, la croissance de *H. longifilis* s'est avérée très rapide et peu influencée par le type de structure utilisé (fig. 17, tabl. IV). On atteint généralement 500 g en 6 mois et plus de 1 kg en 12 mois, les croissances moyennes se situant aux alentours de 3 à 4 g . j⁻¹. Jusqu'à 500 à 600 g de poids moyen, les lc obtenus, voisins de 2 et souvent inférieurs, sont excellents. À l'exception de l'essai

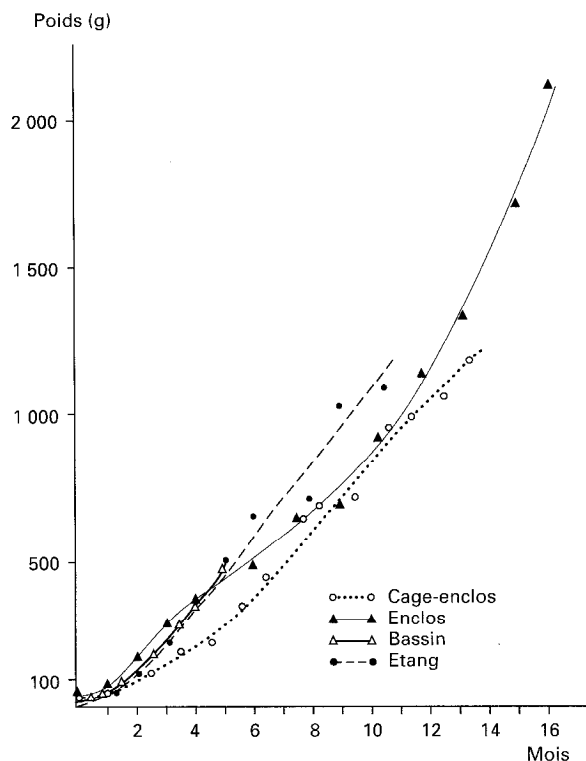


Figure 17
Croissance de *H. longifilis* nourri avec un aliment granulé contenant 35 % de protéines brutes dans différentes structures d'élevage.

Tableau IV
Récapitulatif des essais de grossissement de *H. longifilis* effectués sur la station de Layo jusqu'en 1988

Structure (superficie m ²)	Année	Densité initiale (Nb. par m ²)	Poids moyen initial (g)	Poids moyen final (g)	Durée du suivi (jours)	Gain pondéral (g · j ⁻¹)	Survie %	Ic ⁽¹⁾ global	Ic intermédiaire
Étang (750)	1984-85	0,7	54	1 083	273	3,77	66 ⁽²⁾	1,41	-
Cage-enclos (4)	1985-86	3,0	58	482	155	2,74	100	2,36	-
Cage-enclos (4)	1986	8,5	57	976	290	3,17	80	4,10	1,98
Cage-enclos (25)	1986-87	4,0	56	1 119	365	2,91	89	3,85	2,04
Cage-enclos (25)	1986-87	4,0	28	1 180	380	2,81	92	3,54	2,05
Cage-enclos (25)	1987-88	4,0	397	1 640	319	3,90	88	6,68	-
Cage-enclos (4)	1987	7,5	140	1 164	341	3,00	50	6,69	1,79
Enclos (625)	1987-88	2,0	35	2 115	487	4,27	72	4,35	1,74
Bassin (4)	1988	7,5	50	479	118	3,63	97	1,52	-

⁽¹⁾ L'indice de consommation (Ic) est calculé par le rapport entre le poids total de nourriture distribué et l'accroissement en biomasse des poissons sur une période donnée. « Ic global » correspond à l'ensemble de la période d'expérimentation. « Ic intermédiaire » est calculé entre le début de l'expérimentation et le moment où les poissons ont atteint un poids moyen de 500 à 600 g. Dans tous les cas, les poissons sont nourris avec un aliment granulé contenant 35 % de protéines brutes.

⁽²⁾ Taux de survie déterminé pour les deux phases, pré-grossissement et grossissement.

réalisé en étang, on note en revanche une élévation sensible des Ic lorsque l'élevage se poursuit au-delà du kilo (tabl. IV). Cela semble dû, au moins en partie, à une ration alimentaire trop généreuse pour ces individus de grande taille. Elle devrait, à l'avenir, être maintenue en dessous de 3 % de la biomasse pour les poissons de plus de 500 g.

Dans leur ensemble, ces premiers essais paraissent très positifs. Ils confirment la croissance très rapide de *H. longifilis* et sa nette supériorité sur les autres poissons déjà testés en pisciculture lagunaire en Côte-d'Ivoire. En outre, la bonne transformation de l'alimentation artificielle pendant toute la durée du grossissement jusqu'à 600 g permet d'envisager de rentabiliser la production de cette espèce à raison de deux cycles par an. Il importe à présent de définir les conditions optimales de réalisation de ces phases de l'élevage (structure, alimentation, densité) pour exprimer au mieux le potentiel de croissance de l'espèce. En enclos, à faible densité et en association avec des tilapias, on sait que la croissance moyenne avoisine $10 \text{ g} \cdot \text{j}^{-1}$ chez des individus de poids compris entre 200 g et 3 kg (LEGENDRE, 1983b).

ADAPTABILITÉ AU MILIEU LAGUNAIRE

Des spécimens de *H. longifilis* de poids compris entre 50 g et 14 kg sont élevés en milieu lagunaire sur la station de Layo depuis 1984. Aucune mortalité particulière liée à l'augmentation saisonnière de la salinité dans le milieu n'a été constatée. De plus, la croissance des poissons s'avère aussi rapide en saison sèche (de janvier à avril), avec une salinité comprise entre 5 et $10 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$, qu'en saison des pluies (juin-juillet), lorsque la salinité est souvent voisine de zéro (fig. 18). Malgré son origine continentale, l'espèce semble donc très bien se prêter à un élevage dans les secteurs oligo-mésosalins (salinité inférieure à $10 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$), qui représentent plus de la moitié de la superficie des lagunes ivoiriennes. Les limites supérieures de tolérance à la salinité des juvéniles et des adultes n'ont cependant pas encore été déterminées avec précision et pourraient se révéler plus élevées.

En revanche, les œufs et les larves de *H. longifilis* apparaissent plus sensibles à la salinité du milieu :

- alors que la proportion de larves normales est généralement élevée après incubation des œufs en eau douce, aucune éclosion n'est obtenue lorsque l'incubation est effectuée dans une eau de salinité supérieure à $6 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$;
- les taux de survie observés durant les 10 premiers jours d'élevage sur des groupes de 30 larves transférées directement le jour de l'éclosion en eau de mer diluée, à différentes salinités (fig. 19), montrent que si l'alevinage est envisageable dans des eaux pouvant aller jusqu'à $5 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$, des

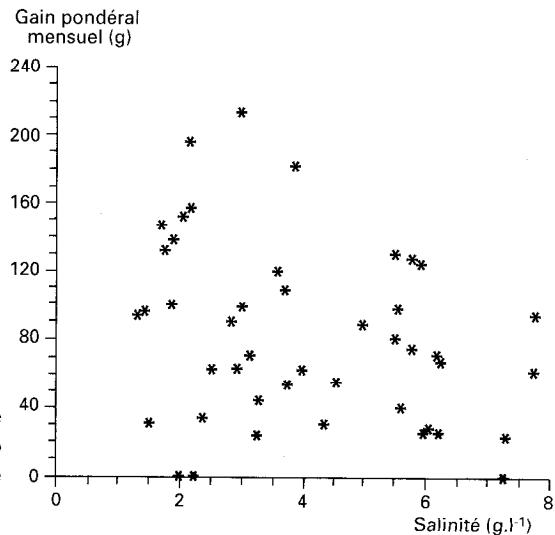


Figure 18
Représentation du gain pondéral mensuel de *H. longifilis* élevé à la station de Layo en cage-enclos, en fonction de la salinité moyenne mensuelle de la lagune.

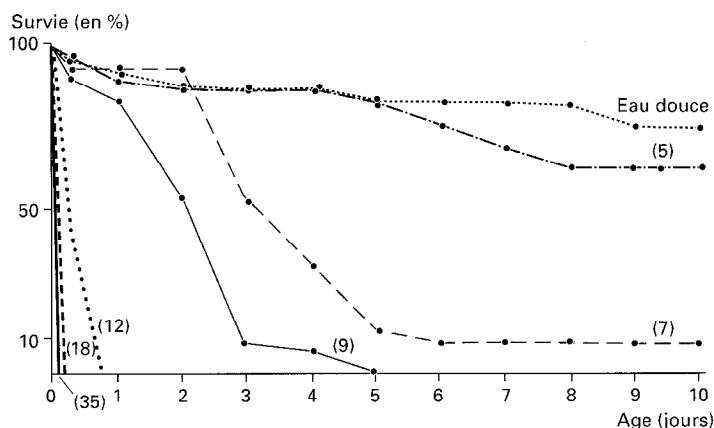


Figure 19

Évolution de la survie des larves de *H. longifilis* élevées dans de l'eau de mer diluée à différentes salinités (g . l⁻¹).

valeurs supérieures conduisent rapidement à une survie faible, voire nulle. En conséquence, l'alevinage de *H. longifilis* ne peut être réalisé à longueur d'année que dans les zones lagunaires très oligohalines. Dans les autres zones, une alimentation des écloséries en eau douce est nécessaire, et le transfert des alevins en eau saumâtre ne doit intervenir qu'à un âge avancé, selon des modalités actuellement à l'étude.

HYBRIDATION

L'hybridation, interspécifique ou intergénérique, est une manipulation permise par le contrôle de la reproduction qui conduit parfois, chez les poissons, à l'obtention de lignées de caractéristiques plus favorables pour la pisciculture que celles des espèces parentales. Les performances de ces hybrides sont toutefois peu prévisibles *a priori*.

Hormis les résultats préliminaires de HECHT et LUBINKHOF (1985), l'hybridation entre espèces de clariidés africains n'avait pas été tentée. L'hybridation entre *Heterobranchus longifilis* et *Clarias gariepinus* (le clariidé dont l'élevage est le plus répandu en Afrique) a été étudiée de manière approfondie sur la station de Layo entre 1987 et 1990 après induction hormonale de l'ovulation et fécondation artificielle (LEGENDRE *et al.*, 1992 ; TEUGELS *et al.*, 1992a et 1992b).

L'interfécondation entre les deux espèces est remarquable. Les pourcentages d'éclosion obtenus dans les croisements réciproques sont similaires à ceux résultant des fécondations intraspécifiques (fig. 20). Sur le plan morphologique, les hybrides présentent plusieurs caractéristiques intermédiaires aux deux espèces parentales et notamment la présence d'une petite nageoire adipeuse : alors que *H. longifilis* en possède une grande, *C. gariepinus* en est totalement dépourvu. Cette morphologie intermédiaire indique que les croisements réalisés conduisent à de vrais hybrides, résultant de la fusion du matériel génétique des deux parents, et non à des individus issus d'un développement parthénogénétique comme cela a déjà été observé pour d'autres espèces de poissons. Ce point a été confirmé tant par la description du caryotype des hybrides que par l'étude de leur polymorphisme enzymatique (TEUGELS *et al.*, 1992a et 1992b).

Le sex-ratio est équilibré aussi bien pour les espèces parentales que pour les hybrides, ce qui renforce l'hypothèse d'un mécanisme de déterminisme du sexe similaire chez *H. longifilis* et *C. gariepinus*. Les analyses caryologiques ont mis en évidence l'existence de chromosomes sexuels chez les deux espèces, les hétérochromosomes étant portés par la femelle. Pour les hybrides, comme pour les espèces parentales, l'identification du sexe est associée à la présence de chromosomes ZZ ou ZW (OZOUF-COSTAZ *et al.*, 1990 ; TEUGELS *et al.*, 1992a). Le caryotype des hybrides (2n = 54) représente la somme des stocks haploïdes de *H. longifilis* (2n = 52) et de *C. gariepinus* (2n = 56).

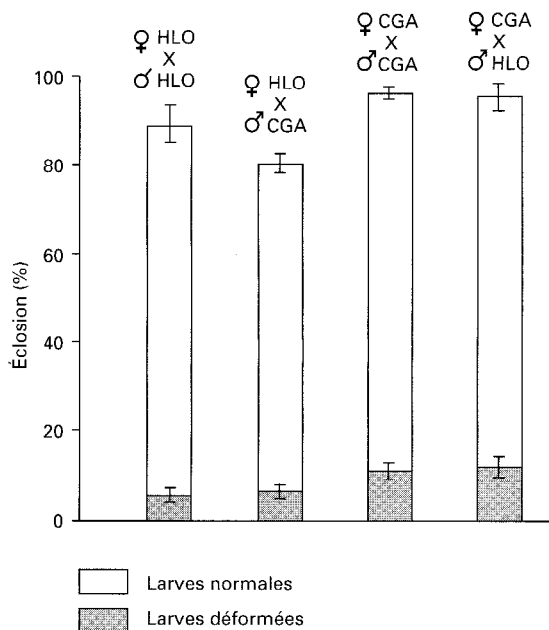


Figure 20
Proportions moyennes de larves normales et déformées obtenues après croisements intra- et interspécifiques chez *Heterobranchus longifilis* (HLO) et *Clarias gariepinus* (CGA). Les barres verticales représentent les écarts entre réplicats.

Les hybrides issus des deux croisements réciproques sont parfaitement viables et leur survie est similaire à celle de leurs espèces parentales. La croissance des hybrides est équivalente à celle de *H. longifilis*, elle-même nettement supérieure à celle de *C. gariepinus*. Toutefois l'hybride *H. longifilis* femelle x *C. gariepinus* mâle a montré une croissance plus rapide que celle de *H. longifilis* dans une situation expérimentale particulière. L'expression d'un effet de vigueur hybride pourrait ainsi dépendre des conditions environnementales de l'élevage (LEGENDRE *et al.*, 1992).

Le suivi de l'évolution temporelle du RGS et de la proportion des femelles en maturation sexuelle (fig. 21) montrent que :

- la maturation sexuelle des hybrides est plus tardive que celle de *H. longifilis* et s'effectue principalement au cours de la deuxième année ;
- les RGS moyens des femelles d'hybrides à maturité (voisins de 3 %) s'avèrent beaucoup plus faibles que ceux des femelles de *H. longifilis* (jusqu'à 15 %). Cela s'accompagne d'une forte diminution de la fécondité. En outre, de fréquents cas de tumeurs ovariennes ont été observés.

Pour les mâles, la maturation sexuelle s'effectue en fin de première année pour les deux populations hybrides et *H. longifilis*. Les hybrides présentent des testicules nettement plus développés (RGS moyen de l'ordre de 1 %) que ceux de *H. longifilis* (RGS moyen de l'ordre de 0,3 %). Mais leur sperme apparaît très dilué, avec une concentration moyenne en spermatozoïdes ($1,9 \cdot 10^7$ spz \cdot ml⁻¹) près de 200 fois plus faible que chez *H. longifilis* ($3,5 \cdot 10^9$ spz \cdot ml⁻¹).

En dépit de ces diverses anomalies observées dans le développement de leurs gonades (mauvaise efficacité de la gamétogenèse, tumeurs ovariennes fréquentes, médiocre qualité des gamètes), les hybrides ne sont pas stériles et un petit nombre d'alevins viables de lignées « F2 » ou « backcross » ont été obtenus (LEGENDRE *et al.*, 1992). De ce fait, le risque d'une contamination génétique des stocks naturels par des hybrides échappés des stations d'élevage ne peut être écarté.

CONCLUSION

Le potentiel aquacole de *H. longifilis* est maintenant bien établi. Il repose sur de nombreuses caractéristiques biologiques favorables : grande robustesse, croissance très rapide, y compris en monoculture intensive, bonne transformation des aliments artificiels, reproduction continue, fécondité élevée et première maturation sexuelle relativement tardive. L'espèce montre une bonne adaptabilité au milieu lagunaire et

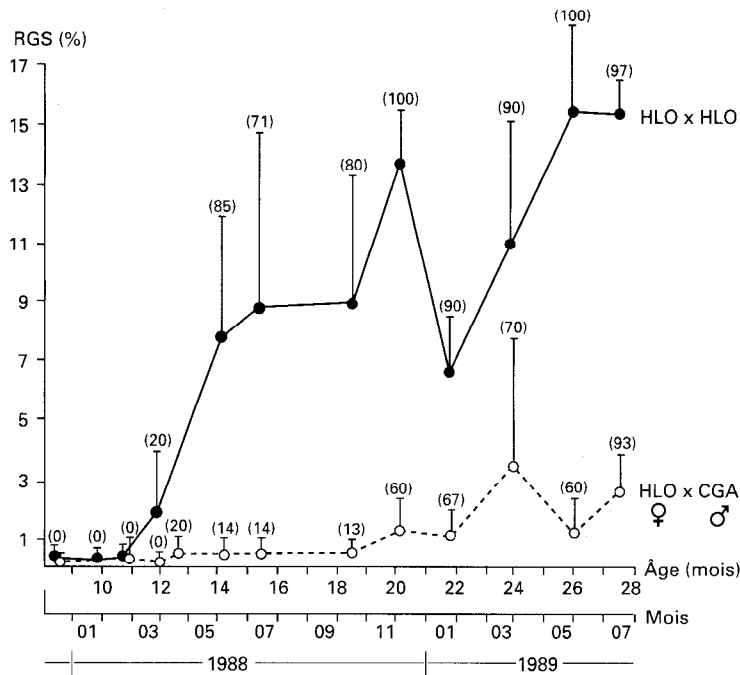


Figure 21

Évolution temporelle du RGS moyen en fonction de l'âge des femelles de *H. longifilis* et de l'hybride HLO x CGA. Les barres verticales représentent l'intervalle de confiance à 5%. Le pourcentage de femelles sexuellement matures (vitellogenèse avancée) figure entre parenthèses.

son élevage (prégrossissement-grossissement) peut d'ores et déjà être envisagé au moins dans les zones oligo-mésohalines de salinité inférieure à 10 g . l⁻¹. Les techniques de reproduction contrôlée sont parfaitement maîtrisées et permettent une production massive de larves tout au long de l'année. En alevinage, d'excellents résultats sont obtenus en conditions d'écloserie avec *Artemia* comme aliment de départ. L'option extensive, valorisant les potentialités locales en proies planctoniques par le biais de cages implantées en étang, conduit à des taux de survie plus modestes que pourrait compenser une plus grande facilité d'application. Dans le contexte lagunaire, la sensibilité des œufs et des alevins à la salinité constitue une contrainte qui doit faire l'objet d'une analyse plus approfondie. En revanche, la filière d'élevage de *H. longifilis* ne présente plus de point de blocage majeur et son transfert vers le développement peut s'amorcer progressivement. Les recherches doivent être poursuivies pour en optimiser les différentes étapes.

En ce qui concerne l'hybride *H. longifilis* x *C. gariepinus*, aucun avantage clair de son élevage n'a pu être mis en évidence jusqu'ici, par rapport aux performances de *H. longifilis*. Toutefois, l'évaluation de l'intérêt aquacole de cette hybridation devrait être poursuivie sur des critères autres que la croissance, telles la résistance aux agents pathogènes ou la qualité de la chair.

Le trachinote *Trachinotus teraia* (Carangidae)

Le Carangidae *Trachinotus teraia* est inféodé aux milieux lagunaires et estuariens de la côte ouest-africaine (DAGET *et al.*, 1986). En Côte-d'Ivoire, il fait partie des espèces privilégiées exploitées par la pêche lagunaire avec des débarquements de l'ordre de 1 à 2 % des captures totales (DURAND *et al.*, 1978). Il est capturé essentiellement dans les pêcheries à la senne de plage et au filet maillant à grande maille, appelé localement « filet à trachinotus ». C'est un poisson très apprécié des consommateurs en

raison de la qualité de sa chair, de sa grande taille (il est généralement commercialisé à un poids voisin de 1 kg) et de sa bonne aptitude au fumage (BRIET, 1965). D'une valeur commerciale équivalente à celle du mâchoiron (WEIGEL, 1989), il fait partie des espèces nobles du marché local. Naturellement adapté aux milieux mixohalins, il fait preuve d'une remarquable euryhalinité, sa présence ayant été signalée depuis les eaux fluviales (cours inférieur du Niger : REED *et al.*, 1967) jusqu'aux eaux hypersalées (estuaire de la Casamance : ALBARET, 1987).

Par ailleurs, de nombreuses recherches zootechniques ont été menées sur les *Trachinotus* des côtes ouest de l'Atlantique en vue de leur aquaculture (JORY *et al.*, 1985). Elles concernent principalement *T. carolinus* ou *Florida pompano*, poisson très réputé aux États-Unis pour sa haute valeur gastronomique (BARDACH *et al.*, 1972). Plus récemment, l'élevage de *T. goodei* et de *T. falcatus* a été expérimenté au Venezuela et à la Martinique (SOLETCHNIK *et al.*, 1988). Ces recherches ont apporté des connaissances sur la biologie de ces espèces en milieu d'élevage et permis la maîtrise du cycle d'élevage pour *T. carolinus* (HOFF *et al.*, 1978) et *T. goodei* (SUQUET *et al.*, 1988). Elles ont abouti à la mise en place d'élevages du pompano à l'échelle commerciale (WAGSTAFF, 1975).

Dans ce contexte, *T. teraia*, compte tenu de ses potentialités pour l'aquaculture lagunaire, a motivé un programme de recherches visant à combler le manque de connaissances sur la biologie de ce poisson et à évaluer ses performances zootechniques (TRÉBAOL, 1991).

BIOÉCOLOGIE DES POPULATIONS NATURELLES

La biologie de *T. teraia* dans son milieu naturel a été étudiée à partir de deux sources d'information : d'une part les données collectées au cours des programmes antérieurs sur les peuplements ichtyques et les pêches lagunaires (cf. III-1 et IV-2) qui permettent d'appréhender la bioécologie des populations, d'autre part les échantillonnages complémentaires dans les captures de la pêche professionnelle pour une étude plus fine du régime alimentaire et de la reproduction.

T. teraia est présent en toute saison dans tous les secteurs lagunaires, depuis les zones à forte influence marine jusqu'aux secteurs les plus continentaux. Sa présence en mer semble épisodique. En cela, il diffère des trois autres espèces présentes sur le littoral ivoirien (*T. ovatus*, *T. maxillosus* et *T. gorensis*), essentiellement marines. Les pêches expérimentales en lagune Ébrié ont établi la présence des juvéniles et des adultes dans toute la gamme de variations des facteurs de l'environnement mesurés (température, salinité, pH, oxygène, transparence, profondeur, distance à la berge, courant), définissant le caractère eurybiote de ce poisson.

L'étude de la structure en taille des populations exploitées par les sennes en lagune Ébrié et en lagune Aby (taille minimale de capture : 40 mm LF) a mis en évidence un recrutement saisonnier centré sur la fin de la saison sèche (mars à juin). En lagune Ébrié, les juvéniles apparaissent surtout dans les secteurs estuariens (II, III et IV) alors que les adultes sont abondants dans les secteurs stables et oligohalins de la partie ouest (secteurs V et VI).

La croissance de l'espèce n'a pu être établie par l'utilisation de la squelette-chronologie, faute de marques nettes sur les tissus osseux. Elle a été estimée par la méthode des filiations modales (fig. 22), la cohorte atteignant approximativement 200 mm (200 g) à la fin de la première année et 350 mm (1 kg) à la fin de la deuxième année.

Enfin, l'analyse des contenus des tractus digestifs sur des individus de 40 à 700 mm provenant de différents secteurs des lagunes Ébrié et Aby met en évidence le passage d'un régime prédateur chez les juvéniles (alevins, mysidacées, jeunes pénéides) à un régime strictement malacophage à partir d'une longueur de 100 à 150 mm (fig. 23), la prédation s'exerçant de façon quasi exclusive sur le bivalve *Corbula trigona*, élément prédominant de la benthofaune lagunaire (ZABI, 1982). Le poisson le broie grâce à de puissantes mâchoires pharyngiennes, organe très particulier d'un point de vue anatomique (MEUNIER et TRÉBAOL, 1988). Plus que les facteurs hydroclimatiques, le facteur trophique (présence et abondance des *Corbula*) serait susceptible d'expliquer les disparités de répartition et d'abondance de *T. teraia*.

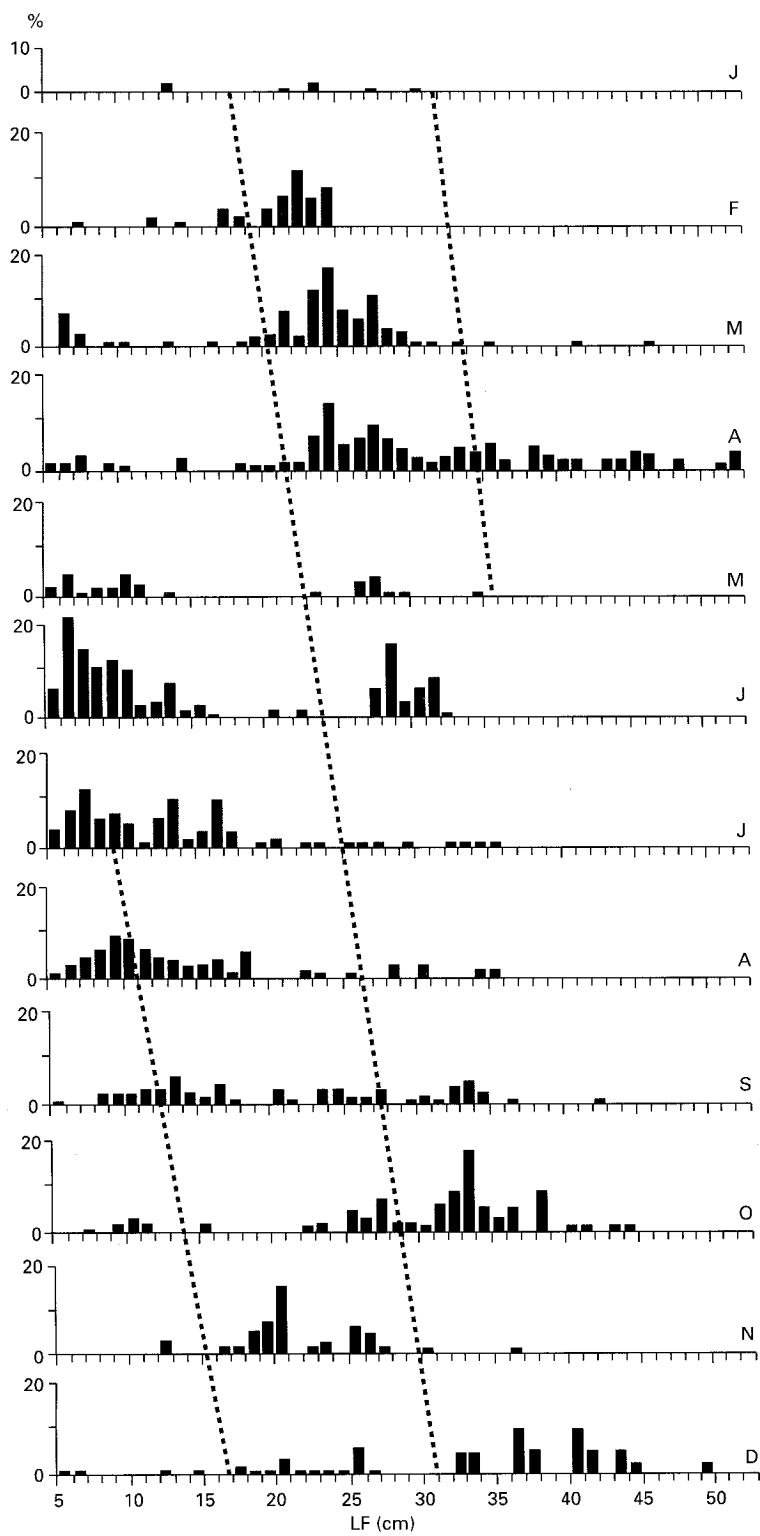


Figure 22

Fréquences de distribution en taille des échantillons mensuels des captures de *T. teraia* par les sennes de plage de la lagune Aby (cumul des enquêtes effectuées entre février 1983 et février 1987). En pointillé, croissance en captivité (données de croissance pondérale des lots représentés à la figure 27 d'après l'équation de Von Bertalanffy).

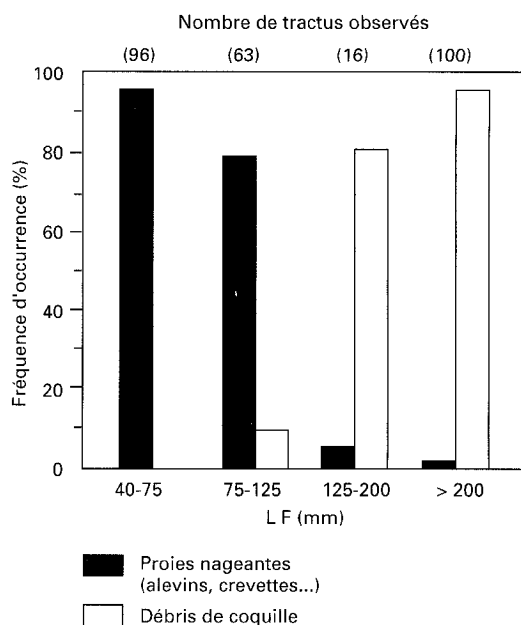


Figure 23
Évolution du régime alimentaire de *T. teraia*
en fonction de la taille des individus.

REPRODUCTION

Dans la perspective d'une maîtrise du cycle d'élevage, une description approfondie de la reproduction de *T. teraia* dans le milieu naturel a été effectuée à partir d'un échantillonnage des captures professionnelles du secteur V de la lagune Ébrié. Elle est complétée par le suivi de la maturité sexuelle sur des animaux maintenus en captivité à la station de Layo.

Chez la femelle, des observations macroscopiques (couleur de l'ovaire, RGS) et microscopiques (distribution de fréquences des diamètres ovocytaires, histologie) sur un grand nombre d'ovaires à différents stades de maturité ainsi que le suivi *in vivo*, par biopsie ovarienne, des diamètres ovocytaires sur des femelles captives ont permis la description du cycle de l'ovogenèse. La taille à la première maturation sexuelle est de 290 mm. La croissance ovocytaire est asynchrone, l'ovaire en maturité avancée comprenant des ovocytes à tous les stades de développement. Ils s'accumulent pour former un mode de gros ovocytes en fin de vitellogenèse (diamètre 400-440 μm). L'ovaire dont le RGS est alors de 1 à 3 % peut rester à ce stade pendant plusieurs mois. Pendant cette période, plusieurs pontes sont possibles. Une partie des ovocytes en fin de vitellogenèse entre en maturation méiotique et est libérée après ovulation. Celle-ci s'accompagne d'une hydratation et d'une forte augmentation du diamètre (600-700 μm) selon un processus commun aux poissons à œufs pélagiques. À la fin de la période d'activité sexuelle, il y a régression atrésique de tous les ovocytes en vitellogenèse. La fécondité relative, estimée à partir du nombre d'ovocytes en fin de vitellogenèse, est en moyenne de 300 000 par kilo de femelle avec des variations individuelles importantes (valeurs extrêmes : 70 000-823 000).

Chez le mâle, la spermiation apparaît à partir d'une taille de 200 mm LF. Elle peut se maintenir sur plusieurs mois. Le sperme a une physiologie apparentée aux téléostéens marins : sa motilité dans l'eau de mer est élevée, décroît avec la salinité et devient quasiment nulle en eau douce (fig. 24).

La reproduction est possible toute l'année ; des individus des deux sexes en fin de gamétogenèse apparaissant dans les échantillonnages du secteur ouest de la lagune Ébrié dans une proportion toujours supérieure à 30 %. On note toutefois un maximum au début de la grande saison sèche et un minimum lors de la grande saison des pluies. Chez les géniteurs maintenus en captivité à Layo, l'état de gamétogenèse avancée disparaît chez tous les individus pendant la grande saison des pluies. Cette saisonnalité plus marquée de la reproduction, également observée chez les tilapias, est à mettre en relation avec l'hydroclimat plus contrasté sur le site d'élevage que dans la partie ouest de la lagune.

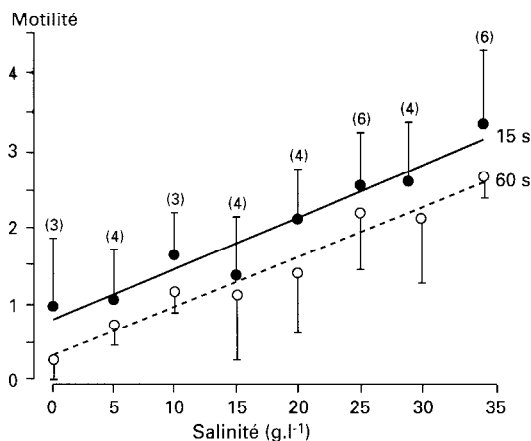


Figure 24

Motilité moyenne des spermatozoïdes (\pm écart-type) de *T. teraia* 15 et 60 secondes après dilution du sperme dans des solutions d'eau de mer de salinité croissante. La motilité est mesurée par l'échelle de Sanchez et Billard (1977).

Le nombre de mâles testés figure entre parenthèses.

En se basant sur les croissances larvaires d'espèces proches (WATARAI, 1973), il apparaît que le recrutement des juvéniles coïncide avec le pic d'activité sexuelle de la saison sèche. L'insuccès de la reproduction hors de cette période, malgré la présence de géniteurs en gamétogenèse avancée, reflète vraisemblablement l'existence de seuils halins minimaux pour la survie des gamètes, des œufs ou des larves et qui seraient liés à l'origine marine de l'espèce.

Des individus fluants des deux sexes ont été observés en lagune, alors que ceux capturés en mer présentaient un état de gamétogenèse peu avancé. Par ailleurs, les juvéniles, présents en lagune, sont absents dans la zone de barre le long du littoral où se concentrent ceux d'autres carangidés dont *T. goreensis* et *T. ovatus*. Bien que les jeunes stades de longueur inférieure à 40 mm n'aient pas été observés faute de moyen d'investigation appropriés, il est très probable que *T. teraia* effectue tout son cycle en milieu lagunaire.

PERFORMANCES D'ÉLEVAGE

Afin d'évaluer les performances zootechniques de *T. teraia* au cours du grossissement (croissance, survie, Ic), des suivis d'élevage ont été réalisés à partir de juvéniles capturés dans les pêcheries à la senne de plage. Les poissons ont été grossis en cages-enclos sur deux sites de la lagune Ébrié : Layo (secteur IV) et Pass (secteur V).

Dans un premier temps, plusieurs aliments ont été testés en s'inspirant des essais d'élevage des *Trachinotus* des côtes ouest de l'Atlantique et des disponibilités en matières premières locales. L'aliment mis au point pour les mâchoirons ainsi qu'un granulé « truite » à 49 % de protéines brutes n'ont pas donné de résultats zootechniques significativement différents. L'adjonction au granulé « mâchoiron » d'un produit frais (crabe pilé), de façon à obtenir un aliment humide plus appétitif, n'a apporté aucune amélioration. Finalement, par sa meilleure finition technologique et sa composition plus stable, le granulé « truite » a été retenu comme aliment expérimental.

Les suivis d'élevage ont été effectués à la station de Layo sur des périodes de 12 à 20 mois. À partir de juvéniles de 20 à 50 g, on obtient des poissons d'environ 700 g après un an de grossissement (fig. 25). La croissance est proche de celle estimée dans le milieu naturel à partir de l'évolution de la structure en taille (fig. 22). Avec un taux de croissance de $1,8 \text{ g} \cdot \text{j}^{-1}$, *T. teraia* présente un potentiel supérieur à celui de *C. nigrodigitatus* élevé dans les mêmes conditions ($1,2 \text{ g} \cdot \text{j}^{-1}$). Pendant les périodes de crue de l'Agnéby (fig. 26), on note à Layo un ralentissement de la croissance, alors que ce phénomène est inconnu dans un site où l'hydroclimat est plus stable. Plus graves sont les mortalités massives (précédées de symptômes d'amaigrissement et de décoloration des branchies) observées pendant la saison sèche chez les individus de poids inférieur à 300 g.

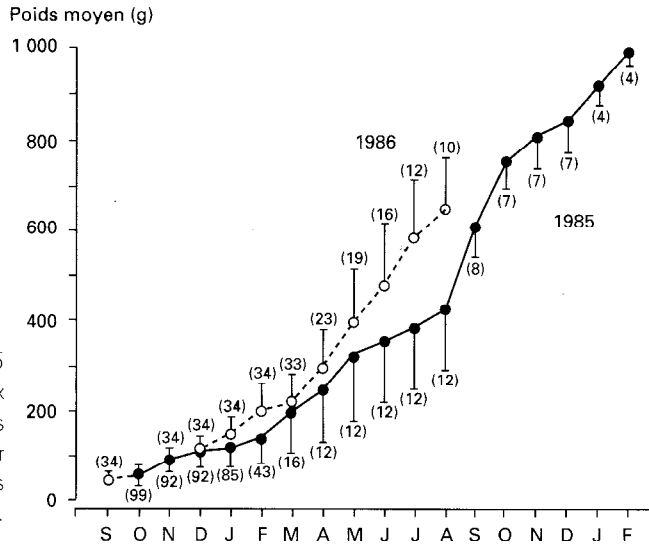


Figure 25
Évolution du poids moyen (\pm écart-type) de deux lots de *T. teraia* issus de deux recrutements successifs (1985 et 1986) et grossis en cage sur la station de Layo. Le nombre d'individus suivis figure entre parenthèses.

Par ailleurs, *T. teraia* a montré une grande vulnérabilité aux faibles tensions partielles en oxygène (concentrations inférieures à $1 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) : à deux reprises, des conditions d'hypoxie temporaires sur le site de Layo, en juin 1985 et en septembre 1987 au moment des fortes pluies (TRÉBAOL *et al.*, 1988), ont été responsables de l'anéantissement du cheptel. En revanche, *T. teraia* s'avère résistant aux manipulations liées à l'élevage.

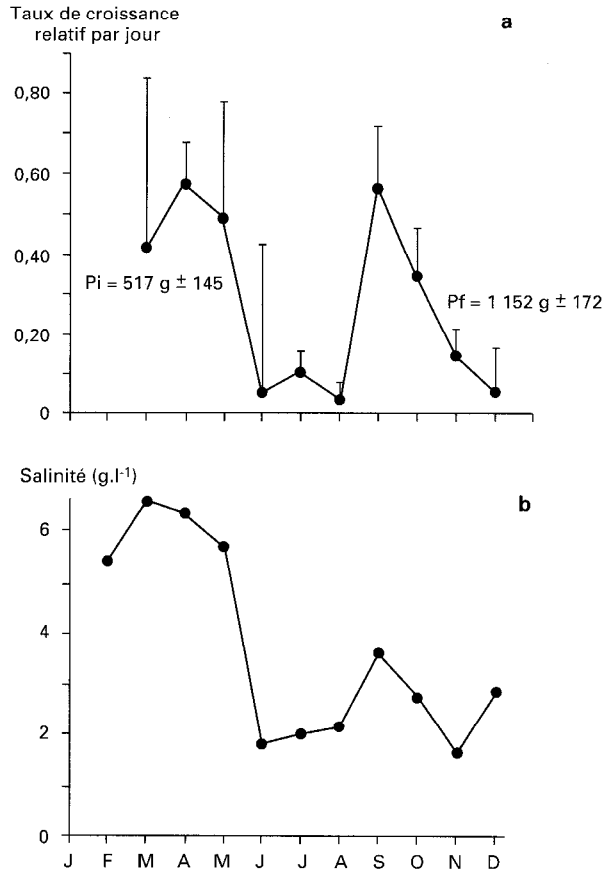


Figure 26
Évolution (a) du taux de croissance relatif moyen et de son intervalle de confiance pour un lot de sept *T. teraia* grossis à la station de Layo au cours de l'année 1986 et (b) de la salinité moyenne mensuelle sur le site. Pi : poids initial ; Pf : poids final.

Globalement, les indices de consommation de l'aliment testé sont très mauvais, voire négatifs. Ces faibles performances résultent essentiellement des pertes de biomasse dues aux mortalités, car, à l'opposé, pendant les périodes de forte croissance, on note une assez bonne transformation de l'aliment « truite » (Ic compris entre 2 et 3).

CONCLUSION

Ces travaux sur *T. teraia* ont permis d'acquérir des bases biologiques sur une espèce encore mal connue et de préciser ses potentialités pour l'aquaculture lagunaire ivoirienne. La valeur commerciale de l'espèce, son adaptation aux milieux lagunaires, sa croissance rapide et la possibilité d'une bonne conversion de l'aliment local sont autant d'atouts qui permettent d'envisager une aquaculture de grossissement du même type que celle pratiquée pour le mâchoiron (production d'une espèce noble à destination du marché local), dans les mêmes conditions de milieu, d'aliment et de structure, sous réserve que la survie au cours du grossissement soit améliorée.

Le problème majeur, non résolu, reste l'approvisionnement en juvéniles. Leur production massive en éclosion, déjà effective pour *T. carolinus* (WAGSTAFF, 1975), est difficilement réalisable à court terme. La maîtrise de la reproduction demanderait un investissement considérable en équipement et en recherche actuellement incompatible avec les moyens limités et les objectifs volontairement restreints de la recherche aquacole lagunaire. Une autre solution consisterait à collecter les juvéniles dans le milieu naturel. Ce mode d'approvisionnement largement répandu pour l'aquaculture des espèces à petits œufs (mulet, chanos, sériole) repose généralement sur une activité de pêche spécialisée, s'exerçant sur de grandes concentrations de juvéniles de très petites taille. La faisabilité d'un tel système pour l'aquaculture de *T. teraia* en Côte-d'Ivoire est pour l'instant difficile à envisager, étant donné le manque de connaissances sur l'écologie des très jeunes stades.

Nutrition

À l'exception des élevages extensifs de type acadja, les espèces élevées en enclos ne disposent que de très peu d'aliments de source naturelle. Il est donc nécessaire de recourir à un aliment artificiel aussi complet que possible. La mise au point de cet aliment nécessite une bonne connaissance des besoins nutritionnels de l'espèce auquel il est destiné et de disposer des matières premières susceptibles d'être utilisées pour sa fabrication.

En Côte-d'Ivoire, la disponibilité de sous-produits agro-industriels et la présence de fabricants d'aliments pour bétail ont permis d'envisager l'élaboration et la fabrication d'un aliment reposant essentiellement sur des ressources locales.

LA FORMULATION

Pour répondre à la demande immédiate, à savoir l'estimation du potentiel aquacole réel des *Chrysichthys*, il s'est avéré nécessaire d'utiliser des règles de calculs de formule alimentaire adaptée *a priori*. Les contraintes nutritionnelles (teneur en protéines, lipides, vitamines, etc.) et physiques (friabilité, stabilité à l'eau, densité, etc.) ont été déterminées à partir des connaissances déjà acquises sur d'autres espèces (FAO/UNDP, 1980 ; ROSS et JAUNCEY, 1982) et en particulier sur le poisson chat américain, *Ictalurus punctatus* (ROBINSON et LOVELL, 1984; WINFREE et STICKNEY, 1984; ROBINSON et WILSON, 1985) (tabl. V).

La deuxième étape consiste à vérifier si la composition et la texture des produits de base locaux pourraient satisfaire ces critères de qualité nutritionnelle. Mais le choix de la matière première doit également, et plus spécifiquement, prendre en compte la capacité des poissons à en tirer profit. Cette aptitude est définie au préalable par la mesure des coefficients d'utilisation digestive (CUDA) des éléments nutritifs majeurs.

TABLEAU V

Contraintes nutritionnelles et techniques utilisées pour le calcul des formules d'aliments pour poissons contenant 35 % de protéines

	Mâchoiron		Tilapia	
	min.	max.	min.	max.
Éléments nutritifs (%)				
Matière grasse		6	3	6
Fibres brutes	7			7
Protéines brutes	35		25	30
Lysine	1,79		1,62	
Méthionine	0,32		0,27	
Méthionine+cystéine	0,81		0,53	
Calcium		5	0,3	5
Phosphore total		5		5
Phosphore disponible	0,50		0,6	
Énergie disponible (kcal)	280			
Matières premières (%)				
Huile de foie de morue	0,30	3		
Remoulage de blé		10		10
Tourteau de coprah		10		10
Tourteau de coton		15		15
Refus de farine de manioc	3	5	3	5

N.B. Pour les jeunes stades nécessitant plus de lipides et de protéines (40 à 50 %), les limites des acides aminés sont réévaluées pour fournir un rapport équivalent acides aminés/protéines.

Les matières premières disponibles sur place et susceptibles d'entrer dans la composition de l'aliment pour le poisson sont des sous-produits agro-industriels d'origine végétale : les tourteaux de coton, soja, coprah ou palmiste, le son de blé, le refus de farine de manioc et le maïs. À ces intrants s'ajoute une farine de poisson fabriquée localement à partir des déchets de conserverie de thons. Cette farine légèrement plus pauvre en protéines que les normes généralement admises est beaucoup plus riche en cendres et donc en calcium et en phosphore. Cependant, son coût associé aux difficultés d'obtention de farine d'autres origines a conduit à la considérer malgré tout comme un intrant de choix.

MESURES DE DIGESTIBILITÉ

Pour mesurer les coefficients d'utilisation digestive apparente, un circuit d'élevage permettant la collecte des fèces en continu a été réalisé au CRO sur la base du système développé à l'université de Guelph (fig. 27 ; CHO *et al.*, 1985). Les tentatives d'application de cette technique au mâchoiron *C. nigrodigitatus* se sont révélées infructueuses, pour un ensemble de raisons encore mal élucidées mais vraisemblablement liées à des facteurs comportementaux. Les travaux ont été poursuivis sur un tilapia, *Oreochromis niloticus*, élevé lui aussi sur le territoire ivoirien (MOREAU, 1991, à paraître). Les CUDa pour la matière sèche, la matière organique, les protéines brutes et les cendres ont été mesurés pour chacun des intrants

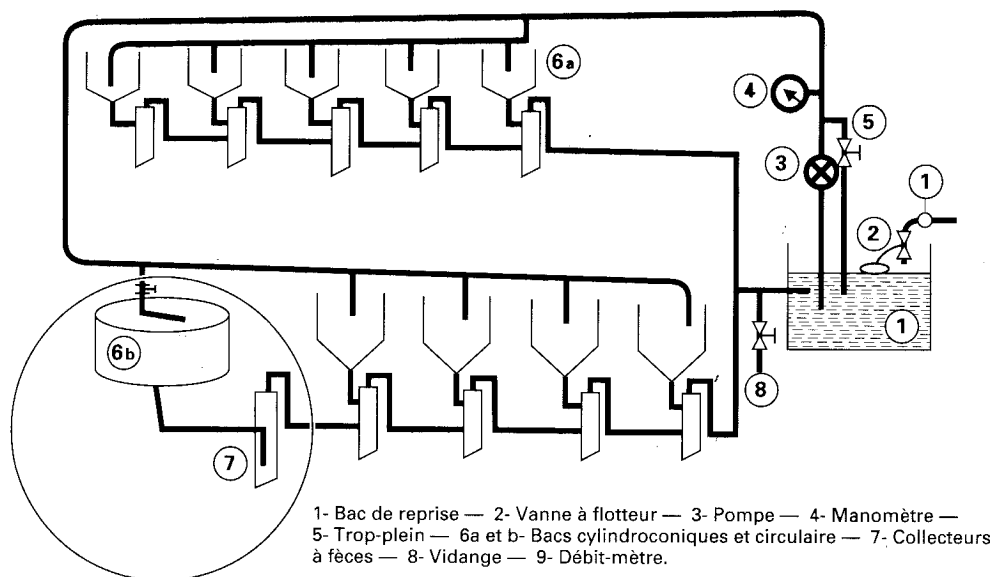


Figure 27

Schéma du circuit d'expérimentation pour la collecte des fèces dans les études de digestibilité.

disponibles localement (tabl. VI). À titre de comparaison, les valeurs obtenues pour deux lots différents de farine de poisson locale ont été comparées à celles obtenues pour un lot de farine d'importation standard, type Corpesca (expériences 1 et 2). Les valeurs déterminées de CUDa pour la farine standard sont du même ordre de grandeur que celles rapportées par d'autres auteurs pour la même espèce (HANLEY, 1987 ; LUGUET, 1989) ou pour *Ictalurus punctatus* (CRUZ, 1975) alors que d'autres techniques de collecte de fèces sont appliquées. Les valeurs de CUDa pour la matière sèche et les protéines brutes des lots de farine locale de poisson sont toujours inférieures à celles mesurées pour la farine d'importation. Cette différence est plus prononcée pour le premier lot de farine (exp. 1), plus riche en cendres que le second (exp. 2). Ces variations peuvent être liées à un effet dépressif de la teneur en cendre sur la digestibilité de l'aliment (KITAMIKADO *et al.*, 1964).

TABEAU VI

Coefficients d'utilisation digestive apparente de la matière sèche, de la matière organique, des protéines et des cendres (en %) contenues dans les différentes matières premières étudiées. Pour les farines de poisson, deux lots de farine locale ont été comparés à un lot de farine d'importation (expériences 1 et 2)

	M.S.	M.O.	Protéines	Cendres
Farines de poisson				
locales				
(exp. 1)	59,1	-	80,5	-
(exp. 2)	86,1	99,4	90,2	45,0
importée				
(exp. 1)	91,1	-	95,2	-
(exp. 2)	88,4	96,9	92,5	40,0
Tourteau de soja	78,3	78,2	93,5	79,0
Tourteau de coton	74,1	74,2	90,7	72,6
Tourteau de coprah	60,8	60,7	83,6	63,1
Mais	72,6	73,0	70,3	56,3
Refus de farine de manioc	81,8	82,7	98,4	55,8

Les règles de formulation finalement établies ont permis de produire des aliments contenant 45 % et 35 % de protéines brutes et utilisables dans les conditions d'élevage des principales espèces aquacoles au cours de leurs phases de prégrossissement et de grossissement.

Il se pose encore le problème spécifique du mâchoiron, pour lequel la récolte des fèces en continu et donc la mesure des CUDa n'ont pu être mise en œuvre. Cette technique, largement recommandée, n'a pas davantage pu être appliquée sur une espèce très voisine, *Ictalurus punctatus*. Si, dans un premier temps, les valeurs de CUDa obtenues sur un tilapia peuvent être utilisées pour évaluer des différences de performances entre des produits locaux et d'autres origines, il reste nécessaire de développer un système permettant un conditionnement durable des mâchoirons et une collecte efficace de leurs fèces. Si la première condition, c'est-à-dire la prise en compte de l'éthologie du poisson, peut être facilement résolue (bacs à fond plats, parois de couleurs sombres, etc.), la seconde nécessite encore des recherches complémentaires.

CONCLUSION

Bien que des résultats satisfaisants aient été obtenus à partir d'aliments produits localement, des recherches d'optimisation sont encore nécessaires. Ces améliorations reposent à la fois sur une meilleure connaissance des besoins de chaque espèce dans ses phases d'élevage critique (alevinage notamment) et des modalités de présentation et de distribution de l'aliment, afin que son ingestion et son assimilation soient optimales. Ainsi, des premières données ont été recueillies sur les besoins en acides gras de *Heterobranchus longifilis* au cours de sa phase larvaire (KERDCHUEN, 1992). De même, chez cette espèce un rapport protéino-énergétique optimal (26 mg de protéines brutes pour 1 kJ d'énergie digestible) associé à la recherche d'un meilleur mode de distribution des rations journalières a été déterminé (KERDCHUEN et LEGENDRE, 1991; KERDCHUEN, 1992). Enfin, le recours à des apports énergétiques non protéiques comme l'amidon (MOREAU, 1992, à paraître; MOREAU et al., 1993) a conduit à une amélioration de l'utilisation métabolique globale de l'aliment.

Outre ses conséquences économiques immédiates, la recherche d'un aliment à utilisation maximale permet par une modification de la qualité et une réduction de la quantité des effluents solides (fèces) et dissous (composés azotés) de limiter l'impact eutrophisant des élevages sur le milieu naturel.

Conclusions générales

Les recherches en aquaculture, pratiquées au CRO d'Abidjan, sur quelques espèces sélectionnées de l'ichtyofaune locale ont déjà suscité un vif intérêt auprès des autorités chargées du développement. Le bénéfice de ces expériences, qui dépassent le cadre strict de la Côte-d'Ivoire, pourrait s'étendre à l'ensemble des milieux lagunaires d'Afrique de l'Ouest où l'aquaculture est encore peu développée, voire inexistante. Elles ouvrent en outre de nouvelles perspectives économiques : c'est le cas de *C. nigrodigitatus* pour lequel de nombreuses exploitations ont vu le jour sur les lagunes, au cours des dernières années.

L'élevage du mâchoiron *C. nigrodigitatus* peut d'ores et déjà être considéré comme une nouvelle forme de valorisation des lagunes ivoiriennes. Mais sa généralisation reste limitée par la saisonnalité de sa période de reproduction (de août à décembre). Les études actuelles ont pour objet de parvenir à un étalement de la reproduction sur toute l'année. Des premiers résultats ont prouvé que l'on peut bloquer la maturation par le froid et stimuler la ponte en dehors de la saison normale de reproduction. Il reste donc à étaler ces pontes différées pour permettre un approvisionnement plus régulier en alevins.

Les études menées sur les deux tilapias lagunaires ont permis de préciser leur potentiel aquacole et d'améliorer l'état des connaissances sur la biologie de leur reproduction en milieu d'élevage. Sur le plan aquacole, si les résultats obtenus ont abouti à une augmentation sensible du rendement des élevages, des croissances intéressantes n'ont jusqu'à présent pas pu être maintenues sur de longues périodes. De

plus, dans toutes les situations étudiées, les indices de consommation restent globalement trop élevés pour être économiquement acceptables. En définitive, le bilan des essais de culture intensive de ces tilapias dans les lagunes ivoiriennes paraît négatif ; en revanche, l'élevage extensif tenté en acadjas-enclos s'avère plus encourageant et devrait conduire à un modèle de développement plus adéquat.

Le potentiel aquacole de *H. longifilis* est à présent amplement démontré. Bien qu'il s'agisse d'une espèce essentiellement inféodée aux eaux continentales, le prégrossissement et le grossissement sont envisageables en zones oligo-mésahalines (salinité inférieure à $10 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$). La maîtrise de la reproduction et de l'alevinage a constitué une étape essentielle pour le développement de l'élevage de cette espèce très prometteuse.

Le travail de recherche sur *T. teraia* a permis d'affiner les connaissances sur la biologie de l'espèce en milieu naturel et de confirmer son intérêt pour l'élevage lagunaire (croissance rapide, bonne adaptation à la captivité, grande valeur commerciale). Il reste à surmonter les difficultés de sa reproduction en condition d'élevage et à contrôler sa phase d'alevinage. Cette dernière étape nécessite de maîtriser le problème posé par la fragilité des larves, ce qui suppose la mise en œuvre de technologies difficilement applicables dans le contexte actuel. Il est, en revanche, possible d'envisager le développement à petite échelle d'une aquaculture de grossissement à partir des juvéniles du milieu naturel, à condition d'en préciser les zones de répartition et l'abondance.

Chez toutes ces espèces, dont le caractère euryhalin est plus ou moins marqué, le grossissement en lagune dans les conditions de salinité de la station de Layo (0 à $10 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$) ne pose pas de problème. Il en va tout autrement de leur reproduction, dont le succès peut exiger des conditions de salinité plus contraignantes en relation avec le milieu d'origine des espèces. Les tilapias lagunaires, estuariens vrais, dont la reproduction est continue toute l'année dans toute la gamme de salinité, échappent à ces restrictions. Pour les autres espèces, la reproduction a un aspect plus saisonnier, avec un état de maturation optimal des gonades pendant la saison sèche chez *T. teraia*, espèce à affinité marine, et pendant la saison des pluies chez les espèces à affinité continentale (*C. nigrodigitatus*, *H. longifilis*). En outre, chez *H. longifilis*, la survie des stades larvaires au-delà d'une salinité de $5 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ est fortement compromise ; de même, il semblerait que des seuils de salinité, maximum chez *C. nigrodigitatus* et minimum chez *T. teraia*, doivent être respectés.

Quelle que soit l'espèce considérée et les contraintes propres à sa reproduction, le succès d'une production massive d'alevins exige de faire appel à des techniques relativement élaborées (gestion d'un stock de géniteurs, contrôle de la maturation, traitements hormonaux, incubation des œufs, élevage intensif des alevins en conditions contrôlées, production de proies planctoniques...). Ces procédés, qui contrastent avec la simplicité des techniques de grossissement, ne peuvent être mis en œuvre que dans le cadre d'écloseries (publiques ou privées) disposant de moyens matériels adéquats et de personnels compétents.

Devant l'importance que pourrait prendre à court terme l'élevage de ces espèces dans les lagunes de Côte-d'Ivoire, il paraît nécessaire d'intensifier les recherches pour l'élaboration d'aliments d'un bon rapport qualité (en vue de croissances optimales) et prix (à partir de produits et sous-produits agro-industriels disponibles localement).

À cette fin, il est indispensable d'approfondir les connaissances sur les besoins nutritionnels des espèces sélectionnées et d'optimiser le mode de distribution des aliments. En effet, les modalités de nourrissage conditionnent largement l'efficacité de l'utilisation des aliments artificiels ainsi que la rentabilité de l'élevage.

Le milieu lagunaire est par définition soumis à une grande variabilité spatiotemporelle. De ce fait, l'aquaculture s'y trouve d'emblée confrontée, compte tenu des choix fondamentaux adoptés — technologies simples et espèces autochtones —, aux problèmes d'adaptabilité des espèces élevées dans des structures implantées en milieu ouvert. Les variations hydroclimatiques imposent d'apporter un soin particulier au choix du site. En effet, la délimitation des zones favorables à l'implantation des structures d'élevage doit tenir compte de nombreux facteurs susceptibles d'influer sur leur rentabilité. Dans le cas des enclos,

par exemple, il faut considérer l'étendue des hauts-fonds, leur nature granulométrique (fonds sableux de préférence), leur situation par rapport aux vents dominants, la distance par rapport aux sources de pollution. Il reste, enfin, à intégrer l'accessibilité du site qui conditionne l'approvisionnement en aliment et l'écoulement de la production.

L'identification des espèces autochtones d'intérêt potentiel pour la pisciculture en milieu lagunaire aura permis de retenir principalement trois espèces pour lesquelles la maîtrise des cycles biologique en captivité est désormais acquise et qui mettent en œuvre deux types de production applicables soit en milieu péri-urbain, soit en zone rurale éloignée des centres d'approvisionnement :

- *Chrysichtys nigrodigitatus* et *Heterobranchus longifilis* pour une pratique d'élevage semi-intensive en enclos (essentiellement basée sur une alimentation artificielle) ;
- *Sarotherodon melanotheron* dans le cadre d'un élevage extensif en acadja-enclos (alimentation naturelle).

L'un des intérêts de ce type de démarche est de mettre en évidence des espèces négligées ou mal connues révélant un potentiel aquacole supérieur à celui d'une espèce sœur ou d'un genre proche non utilisé jusqu'alors. Tel est le cas de *C. nigrodigitatus* par rapport à *C. maurus* ou celui de *H. longifilis* par rapport à *Clarias gariepinus*. Cette évaluation qui permet la diversification des espèces d'élevage contribue aussi à une exploitation plus large de la diversité naturelle des peuplements et des populations ichthyologiques.

Grâce à ces recherches, l'aquaculture des lagunes ivoiriennes connaît aujourd'hui un regain d'intérêt et apparaît comme une alternative prometteuse pour l'exploitation et la valorisation de ces milieux.

- ALBARET (J.J.), 1982.— Reproduction et fécondité des poissons d'eau douce de Côte-d'Ivoire. *Rev. Hydrobiol. trop.*, 15 (4) : 347-371.
- ALBARET (J.J.), 1987.— Les peuplements de poissons de la Casamance (Sénégal) en période de sécheresse. *Rev. Hydrobiol. trop.*, 20 (3-4) : 291-310.
- AMON KOTHIAS (J.B.) et DIA (A.K.), 1977.— Étude de la croissance des juvéniles de mâchoiron (*Chrysiichthys walkeri*). Doc. diffusion interne, Cent. Rech. Océanogr. Abidjan, 5 p.
- ARONSON (L.R.), 1949.— An analysis of reproductive behaviour in the mouthbreeding cichlid fish, *Tilapia macrocephala* (Bleeker). *Zoologica*, 34 : 133-158.
- BARD (J.), DE KIMPE (P.) et LESSENT (P.), 1976.— Nouveaux poissons et nouvelles méthodes d'élevage en Afrique. Symp. Aquaculture in Africa, Accra, Ghana, 1975. *CIFA Tech. Pap.*, 4 suppl. 1 : 365-372.
- BARDACH (J.E.), RYTHER (J.H.) et MCLARNEY (W.O.), 1972.— Culture of pompano. In : *Aquaculture*, ch. 27. N.Y., Wiley Interscience, 868 p.
- BARLOW (G.W.) et GREEN (R.F.), 1970.— The problems of appeasement and of sexual roles in the courtship behaviour of the blackchin mouthbreeder, *Tilapia melanotheron*. *Behaviour*, 16 : 84-115.
- BERGOT (P.), CHARLON (N.) et DURANTE (H.), 1986.— The effect of compound diets feeding on growth and survival of coregonid larvae. *Arch. Hydrobiol. Beih., Ergebn. Limnol.*, 22 : 265-272.
- BONOU (C.), 1986.— Étude de la productivité planctonique dans des étangs d'aquaculture en milieu tropical. Identification et élevage de proies vivantes. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 41 p.
- BRIET (R.), 1965.— La pêche en lagune Ébrié. Doc. interne, Centre Rech. Océanogr. Abidjan, t. 1 : 104 p. ; t. 2 : 120 p. *multigr.*
- CHO (C.Y.), COWEY (C.B.) et WATTANABE (T.), 1985.— Finfish nutrition in Asia. Methodological approaches to research and development. Ottawa, Ont., IDRC, 154 p.
- CIFA, 1976.— État actuel de l'aquaculture en Côte-d'Ivoire. Symp. Aquaculture in Africa, Accra, Ghana, 1975. *CIFA Tech. Pap.*, 4, suppl. 1 : 23-38.
- CISSÉ (A.), 1986.— Résultats préliminaires de l'alimentation artificielle de *Tilapia guineensis* (Bleeker) et de *Sarotherodon melanotheron* (Ruppel) en élevage. In : *Aquaculture research in the African region*. FIS Seminar PUDOC, Wageningen : 103-111.
- CISSÉ (A.), 1992.— Recherches sur le tilapia lagunaire *Sarotherodon melanotheron* : bilan des essais d'optimisation en élevage intensif. In : G.M. Bernacsek, H. Powles (éd.), *Recherches sur les systèmes aquacoles en Afrique*. Canada, Ottawa, Publication du Centre de recherches pour le développement international, IDRC-MR308e,f : 357-369.
- CISSÉ (A.), à paraître.— Étude du rapport protéine-énergie dans l'alimentation de *Sarotherodon melanotheron* (Ruppel, 1952). Influence sur la consommation alimentaire, la croissance et la composition corporelle. In : *Proc. of the 3rd Intern. Symp. on Tilapia Aquaculture*, Abidjan, Côte-d'Ivoire, 11-16 novembre 1991.
- COCHE (A.G.), 1978.— Revue des pratiques d'élevage de poissons en cages dans les eaux continentales. *Aquaculture*, 13 : 157-189.
- COCHE (A.G.), 1982.— Cage culture of tilapias. In : R.S.V. Pullin, R.H. Lowe-Mc Connell (Eds), *The biology and culture of tilapias*. *ICLARM Conf. Proc.*, 7 : 205-246.
- CRUZ (E.M.), 1975.— Determination of nutrient digestibility in various classes of natural and purified feed materials for channel cat-fish. Ph. D. Thesis, Auburn University, Alabama, 682 p.
- DADA (B.F.), 1976.— Present status and prospects for aquaculture in Nigeria. Symp. Aquaculture in Africa, Accra, Ghana, 1975. *CIFA Tech. Pap.*, 4 suppl. 1 : 79-85.

- DAGET (J.), 1954.— Les poissons du Niger supérieur. *Mém. IFAN*, 36, 391 p.
- DAGET (J.), GOSSE (J.P.) et THYS VAN DEN AUDENAERDE (D.F.E.), 1986.— CLOFFA 2. Check-list of the freshwater fishes of Africa. Orstom/MRAC, vol. 2 : 520 p.
- DAGET (J.) et ILTIS (A.), 1965.— Poissons de Côte-d'Ivoire (eaux douces et saumâtres). *Mém. IFAN*, 74, 385 p.
- DIA (A.K.), 1975.— Détermination de l'âge des mâchoirons (*Chrysichthys nigrodigitatus*). Première estimation de la croissance. *Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Abidjan*, VI : 139-151.
- DIA (A.K.), 1982.— Étude de la croissance des juvéniles de *Chrysichthys walkeri* (Günther) en étang en fonction de la densité. *Aquaculture*, 27 (3) : 187-195.
- DIA (A.K.), HEM (S.) et LEGENDRE (M.), 1986.— Les recherches en aquaculture lagunaire en Côte-d'Ivoire. Centre. Rech. Océanogr. Abidjan, 52 p.
- DIA (A.K.) et OTÉMÉ (J.Z.), 1986.— Étude de la qualité de l'aliment et de la densité sur le taux de survie des alevins de *Chrysichthys nigrodigitatus*. In : *Aquaculture research in the African region*. FIS seminar, PUDOC, Wageningen : 169-174.
- DOUDET (T.), 1992.— Comparaison de la tolérance au milieu lagunaire saumâtre de différentes espèces et hybrides d'*Oreochromis* pour leur utilisation en aquaculture (lagune Ébrié, Côte-d'Ivoire). In : G.M. Bernacsek, H. Powles (éd.), *Recherches sur les systèmes aquacoles en Afrique*. Canada, Ottawa, Publication du Centre de recherches pour le développement international, IDRC-MR308e,f : 294-315.
- DOUDET (T.) et LEGENDRE (M.), 1986.— L'aquaculture. In : *Aménagement de la pêche et de l'aquaculture en Côte-d'Ivoire*. Centre Rech. Océanogr. Abidjan : 109-125.
- DURAND (J.R.), AMON KOTHIAS (J.B.), ÉCOUTIN (J.M.), GERLOTTO (F) et HIÉ DARÉ (J.P.), 1978.— Statistiques de pêche en lagune Ébrié (Côte-d'Ivoire) 1976-1977. *Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Abidjan*, 9 (2) : 67-114.
- DURAND (J.R.) et SKUBICH (M.), 1982.— Les lagunes ivoiriennes. *Aquaculture*, 27(3) : 211-250.
- EYESON (K.N.), 1983.— Stunting and reproduction in pond-reared *Sarotherodon melanotheron*. *Aquaculture*, 31 : 257-267.
- FAGADE (S.O.), 1971.— The food and feeding habits of *Tilapia* species in the Lagos lagoon. *Journ. of Fish Biol.*, 3 : 151-156.
- FAGADE (S.O.) et OLANIYAN (C.I.O.), 1973.— The foods and feeding interrelation of the fishes in the Lagos lagoon. *Journ. of Fish Biol.*, 5 : 205-225.
- FAO/UNDP, 1980.— Fish feed technology. Rome, FAO, 395 p.
- GUIRAL (D.), 1986.— Modifications et transformations des écosystèmes sédimentaires par les élevages piscicoles en lagune Ébrié. *Aquaculture*, 52 : 287-302.
- HANLEY (F.), 1987.— The digestibility of foodstuffs and effects and feeding selectivity on digestibility determinations in *Tilapia Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture*, 66 : 163-179.
- HECHT (T.) et LUBLINKHOF (W.), 1985.— *Clarias gariepinus* x *Heterobranchus longifilis* (Clariidae : Pisces) : A new hybrid for aquaculture ? *South Afr. Journ. Sci.*, 81 : 620-621.
- HEM (S.), 1982.— L'aquaculture en enclos : adaptation au milieu lagunaire ivoirien. *Aquaculture*, 27 (3) : 261-272.
- HEM (S.), 1986.— Premiers résultats sur la reproduction contrôlée de *Chrysichthys nigrodigitatus* en milieu d'élevage. In : *Aquaculture research in Africa region*. FIS Seminar PUDOC Wageningen : 189-205.
- HEM (S.), 1992.— First results on « acadja-enclos » used as an extensive culture system. In : G.M. Bernacsek, H. Powles (éd.), *Recherches sur les systèmes aquacoles en Afrique*. Canada, Ottawa, Publication du Centre de recherches pour le développement international, IDRC-MR308e,f : 101-113.

- HEM (S.), BARD (F.X.), OTÉMÉ (J.Z.) et MOREAU (Y.), 1987.— Recherches sur l'aquaculture du mâchoiron. In : CEE/Orstom/CRO (éd.), Recherches en aquaculture sur les principales espèces de poissons lagunaires en Côte-d'Ivoire. (1984-1986). Rapport TSD A.082 : 11-39.
- HOFF (F.H.), MOUNTAIN (J.), FRAKES (T.) et HALCOTT (K.), 1978.— Spawning, ovocyte development and larvae rearing of the florida Pompano (*Trachinotus carolinus*). *Proc. World Maricult. Soc.*, 9 : 299-309.
- HOGENDOORN (H.), 1980.— Controlled propagation of the African catfish, *Clarias lazera*. III- Feeding and growth of fry. *Aquaculture*, 21 : 233-241.
- IBRAHIM (K.H.), 1976.— Progress and present status of aquaculture in Tanzania. Symp. Aquaculture in Africa, Accra, Ghana, 1975. *CIFA Tech. Pap.*, 4, suppl. 1 : 132-146.
- IKUSEMIJU (K.) et OLANIYAN (C.I.O.), 1975.— The food and feeding habits of the catfishes, *Chrysichthys walkeri* (Günther), *Chrysichthys filamentosus* (Boulenger) and *Chrysichthys nigrodigitatus* (Lacépède) in the Lekki lagoon, Nigeria. *Journ. of Fish Biol.*, 10 (2) : 105-112.
- JAUNCEY (K.) et ROSS (B.), 1982.— A guide to tilapia feeds and feeding selectivity on digestibility determinations in *Tilapia Oreochromis niloticus* (L). *Aquaculture*, 66 : 163-179.
- JORY (D.E.), IVERSEN (E.S.) et LEWIS (R.H.), 1985.— Culture of fishes of the genus *Trachinotus* (Carangidae) in the western Atlantic : prospect and problems. *Proc. World Maric. Soc.*, 16 : 87-94.
- KERDCHUEN (N.), 1992.— L'alimentation artificielle d'un silure africain, *Heterobranchus longifilis* (Teleostei : Clariidae) : incidence du mode d'alimentation et première estimation des besoins nutritionnels. Paris, Orstom, *Travaux et Documents microfichés*, 88, 182 pages.
- KERDCHUEN (N.) et LEGENDRE (M.), 1991.— Influence de la fréquence et de la période de nourrissage sur la croissance et l'efficacité alimentaire d'un silure africain, *Heterobranchus longifilis* (Teleostei, Clariidae). *Aquat. Living Resour.*, 4 : 241-248.
- KITAMIKADO (M.), MORISHITA (T.) et TACHINO (S.), 1964.— Digestibility of dietary protein in rainbow trout - Digestibility of several dietary proteins. *Bull. Jap. Soc. scient. Fish.*, 30 : 46-49.
- KONAN (A.), 1983.— Régime alimentaire de deux espèces de *Chrysichthys* en lagune (Côte-d'Ivoire). *Mém. Ing. ENSA (Rennes), spéc. halieutique*, 28 p.
- KOUASSI (N.), 1973.— Note sur la biologie de *Chrysichthys nigrodigitatus* et de *Chrysichthys velifer*. PNUD/AVB/FAO, IVC, 526.
- LAZARD (J.), 1986.— La pisciculture : une composante des systèmes de production agricole. Séminaire « Relations Agriculture Élevage », DSA-Cirad. *Cahiers Recherche Développement*, 9 : 27-34.
- LAZZARO (X.), 1987.— A review of planktivorous fishes : their evolution, feeding behaviours, selectivities, and impacts. *Hydrobiologia*, 146 : 97-167.
- LEGENDRE (M.), 1983a.— Observations préliminaires sur la croissance et le comportement en élevage de *Sarotherodon melanothron* (Ruppel, 1852) et de *Tilapia guineensis* (Bleeker, 1862) en lagune Ébrié (Côte-d'Ivoire). *Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Abidjan*, 14 (2) : 1-36.
- LEGENDRE (M.), 1983b.— Examen préliminaire des potentialités d'un silure africain, *Heterobranchus longifilis* (Valenciennes, 1840) pour l'aquaculture en milieu lagunaire. *Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Abidjan*, 14(2) : 97-107.
- LEGENDRE (M.), 1986a.— Influence de la densité, de l'élevage monosexé et de l'alimentation sur la croissance de *Tilapia guineensis* et de *Sarotherodon melanothron* élevés en cage-enclous en lagune Ébrié (Côte-d'Ivoire). *Rev. Hydrobiol. trop.* 19 : 19-29.
- LEGENDRE (M.), 1986b.— Seasonal changes in sexual maturity and fecundity, and HCG-induced breeding of the catfish, *Heterobranchus longifilis* Val. (Clariidae), reared in Ébrié lagoon (Ivory Coast). *Aquaculture*, 55 : 201-213.

- LEGENDRE (M.), 1987.— Recherches sur *Heterobranchus longifilis*. In : Recherches en aquaculture sur les principales espèces de poissons lagunaires en Côte-d'Ivoire. Rapport final au contrat TSD-A-082, CEE-Orsiom-CRO.
- LEGENDRE (M.), 1989.— Enquête préliminaire sur la consommation du silure *Heterobranchus longifilis* en Côte-d'Ivoire. *Arch. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Abidjan*, 12(1) : 1-12.
- LEGENDRE (M.) et ÉCOUTIN (J.M.), 1989.— Suitability of brackishwater tilapia species from Côte-d'Ivoire for lagoon aquaculture. I- Reproduction. *Aquat. Living Resour.*, 2 : 81-89.
- LEGENDRE (M.), HEM (S.) et 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.
- LEGENDRE (M.), PAGANO (M.) et SAINT-JEAN (L.), 1987.— Peuplement et biomasse zooplanctonique dans des étangs de pisciculture lagunaire (Layo, Côte-d'Ivoire) : étude de la recolonisation après la mise en eau. *Aquaculture*, 67 : 321-341.
- LEGENDRE (M.) et TEUGELS (G.G.), 1991.— Développement et tolérance à la température des œufs de *Heterobranchus longifilis* et comparaison des développements larvaires de *Heterobranchus longifilis* et de *Clarias gariepinus* (Teleostei, Clariidae). *Aquat. Living Resour.*, 4 : 227-240.
- LEGENDRE (M.), TEUGELS (G.G.), CAUTY (C.) et JALABERT (B.), 1992.— A comparative study on morphology, growth rate and reproduction of *Clarias gariepinus* and *Heterobranchus longifilis* and their reciprocal hybrids (Pisces, Clariidae). *J. Fish Biol.*, 40 : 59-79.
- LUQUET (P.), 1989.— Practical considerations on the protein nutrition and feeding of tilapia. *Aquat. Living Resour.*, 2 : 99-104.
- MAGNET (C.) et KOUASSI (Y.S.), 1978.— Essai d'élevage de poissons en cage flottante dans les lagunes Ébrié et Aghien. Paris, Centre Technique Forestier Tropical, 49 p.
- MAGNET (C.) et KOUASSI (Y.S.), 1979.— Essai d'élevage de poissons dans les lagunes Ébrié et Aghien. Reproduction en bacs cimentés, élevage en cages flottantes. Paris, Centre Technique Forestier Tropical, 70 p.
- MEUNIER (F.) et TRÉBAOL (L.), 1988.— Données histologiques sur les mâchoires pharyngiennes de *Trachinotus teraia* (Cuvier, 1832), Carangidae (Osteichthyen, Perciforme) d'Afrique tropicale. *Journ. of Bio. Buccale*, 15 : 239-248.
- MICHA (J.C.), 1973.— Étude des populations piscicoles de l'Ubangui et tentatives de sélection et d'adaptation de quelques espèces à l'étang de pisciculture. Paris, Centre Technique Forestier Tropical, 110 p.
- MOREAU (Y.), à paraître.— Méthode d'étude de la digestibilité chez *Oreochromis niloticus* : adaptation à un nouvel aliment et influence de l'heure de la collecte des fèces. Application à la détermination des coefficients de digestibilité apparents de sous-produits agro-industriels disponibles en Côte-d'Ivoire. In : Proc. of the 3rd Intern. Symp. on Tilapia Aquaculture, Abidjan, Côte-d'Ivoire, 11-16 novembre 1991.
- MOREAU (Y.), à paraître.— Utilization of carbohydrates as energy-substrates by the tilapia *Sarotherodon melanotheron*. Third Asian Fisheries Forum, Singapour, 26-30 novembre 1992.
- MOREAU (Y.), MÉDALE (F.), BOUJARD (T.) et LUQUET (P.), 1993.— Energy ressources in « Atipa », *Hoplosternum littorale*. A neotropical air-breathing catfish. Fish Nutrition in Practice, Biarritz (France), 24-27 juin 1991. Paris, Inra, *Les Colloques*, 61 : 803-805.
- N'GORAN (Y.N.), 1988.— Premières observations sur la biologie de la reproduction de *Chrysichthys walkeri* en lagune Aby (Côte-d'Ivoire). *Ann. Univers. Abidjan, sér. Écologie*, tome XX : 43-66.
- OTÍMÉ (J.), 1993.— Cycle sexuel et fécondité du mâchoiron *Chrysichthys nigrodigitatus* en lagune Ébrié, Côte-d'Ivoire. *J. Ivoir. Oceanol. Limnol.*, 2 (1) : 61-67.

- OZOUF-COSTAZ (C.), TEUGELS (G.G.) et LEGENDRE (M.), 1990.— Kariological analysis of three strains of the African catfish, *Clarias gariepinus* (Clariidae), used in aquaculture. *Aquaculture*, 87 : 271-277.
- PAULY (D.), 1976.— The biology, fishery and potential for aquaculture of *Tilapia melanotheron* in a small west african lagoon. *Aquaculture*, 7 : 33-49.
- PAYNE (A.I.), 1983.— Estuarine and salt tolerant tilapias. In : Proc. Int. Symp. on tilapia in aquaculture, Nazareth, Israel, May 8-13, 1983 : 534-540.
- PHAM (A.) et HIRIGOYEN (J.P.), 1979.— Données préliminaires sur la reproduction provoquée de *Chrysichthys walkeri* Günther 1899 (Poisson, Bagridae). CTFT, *Notes et Documents sur la pêche et la pisciculture*, Nouvelle série, 18 : 10-19.
- Projet pilote de développement lagunaire. Bilan des actions menées et conclusion provisoire, 1984.— Direction des Pêches maritime et lagunaire, Ministère du Développement rural de Côte-d'Ivoire, 117 p.
- 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.
- REED (W.), BUCHARD (J.), HOPSON (A.J.), JENNESS (S.) et YARO (I.), 1967.— Fish and Fisheries in Northern Nigeria. Ministry of Agric., Northern Nigeria.
- RICHI (L.), 1981.— Note sur la réhabilitation de *Chrysichthys maurus* (Cuv. et Val. 1839). *Rev. Zoo. Afr.*, 95 (2) : 409-416.
- ROBINSON (E.H.) et LOWELL (R.T.), 1984.— Nutrition and feeding of channel catfish (revised). *Southern Cooperative Series Bull.*, 296, 57 p.
- ROBINSON (E.H.) et WILSON (R.P.), 1985.— Nutrition and feeding. In : C.S. Toker (Ed.), Channel catfish culture. Amsterdam, Elsevier : 323-404.
- SATIA (B.), 1988.— Aquaculture Regional Sector survey for the Africa Region. Doc. prov. ADCP/FAO, ADCP/REP/88/, 44 p.
- SEKA (A.), 1984.— Possibilités d'élevage d'un poisson Clariidae des régions forestières de Côte-d'Ivoire : *Heterobranchus longifilis*. DEA, Univ. Toulouse, 33 p.
- SINGH (S.B.), 1976.— Plans for Development of aquaculture in Tanzania. Symp. Aquaculture in Africa, Accra, Ghana, 1975. *CIFA Tech. Pap.*, 4, suppl. 1 : 147-56.
- SOLETCHNIK (P.), THOUARD (E.), GALLET DE SAINT-AURIN (D.), SUQUET (M.), HURTAUD (P.) et MESDOUZE (J.P.), 1988.— Overview of studies conducted on the finfish palometa (*Trachinotus goodei*). *Doc. Scient. Pôle Rech. Océanol. et Halieut. Caraïbe*, vol. 18.
- SUQUET (M.), SOLETCHNIK (P.), THOUARD (E.) et MESDOUZE (J.P.), 1988.— Spawning of palometa (*Trachinotus goodei*) in captivity. *Doc. Scient. Pôle Rech. Océanol. et Halieut. Caraïbe*, vol. 18.
- TEUGELS (G.G.), DENAYER (B.) et LEGENDRE (M.), 1990.— A systematic revision of the African catfish genus *Heterobranchus* (Pisces, Clariidae). *Zool. J. Linn. Soc.*, 98 : 237-257.
- TEUGELS (G.G.), OZOUF-COSTAZ (C.), LEGENDRE (M.) et PARRENT (M.), 1992a.— A kariological analysis of the artificial hybridization between *Clarias gariepinus* and *Heterobranchus longifilis* (Pisces, Clariidae). *J. Fish Biol.*, 40 : 81-86.
- TEUGELS (G.G.), GUYOMARD (R.) et LEGENDRE (M.), 1992b.— Enzymatic variation in clariid catfishes. *J. Fish Biol.*, 40 : 87-96.
- TRÉBAOL (L.), 1991.— Biologie et potentialités aquacoles du Carangidae *Trachinotus teraia* (Cuvier et Valenciennes, 1832) en milieu lagunaire ivoirien. Paris, Orstom, *Études et Thèses*, 314 p.
- TRÉBAOL (L.), SLEMBROUK (J.) et HEM (S.), 1988.— Rapport sur les mortalités survenues dans les enclos de Layo le 19 juin 1985. NDR 01-88, Cent. Rech. Océanogr. Abidjan, 10 p.
- TREWAVAS (E.), 1982.— *Tilapia* : Taxonomy and speciation. In : R.S.V. Pullin, R.H. Lowe McConnel (Eds), The biology and culture of tilapias. *ICLARM Conf. Proc.*, 7 : 3-13.

- VAN OPSTAL (Y.) et COTON (P.), 1981.— Efficacité comparée de différentes formules alimentaires sur la croissance en élevage de *Chrysichthys walkeri* et de *Chrysichthys nigrodigitatus*. *Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Abidjan*, 12 (1) : 79-89.
- WAGSTAFF (R.K.), 1975.— The concept and process of growing pompano in confinement. *Feedstuff*, June 2 : 22-27.
- WATARAI (L.T.), 1973.— Growth rate of a carangid fish, the Omaka Caranx mate in Hawaii. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 3 : 617-620.
- WEIGEL (J.Y.), 1989.— La commercialisation du poisson en pays lagunaire ivoirien. Paris, Orstom, *Études et Thèses*, 138 p.
- WELCOMME (R.L.), 1972.— An evaluation of the acadjas method of fishing as practiced in the coastal lagoons of Dahomey (West Africa). *Journ. of Fish Biol.*, 4 : 39-55.
- WINFREE (R.A.) et STICKNEY (R.R.), 1984.— Formulation and the processing of hatchery diets for channel catfish. *Aquaculture*, 41 : 311-323.
- ZABI (S.G.), 1982.— Répartition et abondance des espèces de la macrofaune benthique de la lagune Ébrié (Côte-d'Ivoire). *Doc. Sci. Cent Rech. Océanogr. Abidjan*, 13 (1) : 73-96.