

Synthèse – Review

Association silure africain-tilapia: polyculture ou contrôle de la reproduction?

Jérôme Lazard ⁽¹⁾ et Marc Oswald ⁽²⁾

⁽¹⁾ CIRAD-EMVT/GAMET, BP 5095, 34033 Montpellier Cedex 1, France.

⁽²⁾ Projet Piscicole Centre Ouest, BP 1104, Daloa, Côte d'Ivoire.

Accepté le 12 juin 1995.

Lazard J., M. Oswald. *Aquat. Living Resour.*, 1995, 8, 455-463.

Mixed culture African catfish-tilapia: polyculture or police fish system?

Abstract

The use of police fish in tilapia culture for controlling overpopulation is nowadays an increasing practice by African fish farmers. Data from mixed *Clarias gariepinus* – *Oreochromis niloticus* culture show that a large amount of *Clarias gariepinus* is required in order to control totally the reproduction of initially stocked *O. niloticus* fingerlings for market size production and, moreover, *C. gariepinus* is a competitor versus the available food in the pond (both artificial and natural). In order to control a 1 200 *O. niloticus* (males and females) population in 10-are ponds, 260 *C. gariepinus* of individual mean weight over 150 g are required. In addition, growth (and yield) of tilapias is reduced compared with a polyculture using a strictly ichthyophagous fish such as *Hemichromis fasciatus*. These data, confirmed with another African catfish, *Heterobranchus isopterus*, lead to advise in Côte d'Ivoire the polyculture using 3 species: *O. niloticus*, a strictly police fish (*Hemichromis fasciatus* or *Parachanna obscura*) and a catfish, *H. isopterus* which is aimed, not at controlling the reproduction of tilapia, but at contributing to the final yield, in quality and quantity. Another species of catfish *Heterobranchus*, *H. longifilis*, has too high a growth rate for such purpose: it feeds on tilapia and police fish stocked fingerlings. Yields of *H. isopterus* can reach 1 t.ha⁻¹.year⁻¹ with an average individual weight of 500 g after a 6 month culture cycle. Based on these data, obtained on a large scale basis, this type of polyculture has already been developed in Côte d'Ivoire and appears to be a good model for African fishculture.

Keywords: Fish pond culture, Côte d'Ivoire, polyculture tilapia, catfish, tilapia overpopulation control, fish culture, production systems, stocking density, market fish yields.

Résumé

L'association d'un prédateur à l'élevage de tilapias pour en contrôler la reproduction indésirable est aujourd'hui effectuée par un nombre croissant de pisciculteurs africains. Dans ce cadre, les Siluriformes (*Clarias* ou *Heterobranchus* sp.) sont souvent considérés comme ayant une double fonction: prédation et polyculture. Les résultats d'élevage associés *Clarias gariepinus*-*Oreochromis niloticus* montrent qu'un nombre important d'individus de *Clarias gariepinus* est nécessaire au contrôle total de la reproduction des juvéniles d'*O. niloticus* mis en charge et qu'ils exercent une compétition vis-à-vis des ressources alimentaires disponibles (aliment et/ou engrais) dans l'étang. Pour contrôler une population de 1 200 tilapias (mâles et femelles) en étang de 10 ares, une population de 260 *Clarias gariepinus* de poids moyen initial supérieur à 150 g est nécessaire et la croissance des tilapias est inférieure à celle d'un élevage identique dans lequel *C. gariepinus* est remplacé par un prédateur strict (*Hemichromis fasciatus*). Ces résultats, confirmés avec un autre Siluriforme, *Heterobranchus isopterus*, conduisent à privilégier dans le Centre

Ouest de la Côte d'Ivoire la pratique d'une polyculture basée sur 3 espèces: *O. niloticus*, un prédateur strict (*Hemichromis fasciatus* ou *Parachanna obscura*) et un siluriforme, *Heterobranchius isopterus* dont la vocation n'est pas de contrôler la reproduction des tilapias mais de contribuer quantitativement et qualitativement à la production finale. *H. longifilis*, quant à lui, présente un taux de croissance trop élevé pour ce type d'association, entraînant rapidement un écart de taille avec les tilapias mis en charge sur lesquels il exerce une prédation de même que sur les carnassiers stricts sans contrôler efficacement la prolifération d'alevins de tilapias. Les rendements en *H. isopterus* (0,1 individu.m⁻²) peuvent atteindre 1 t.ha⁻¹.an⁻¹ et un poids moyen de 500 g après un cycle de 6 mois d'élevage. Sur la base de ces résultats, obtenus en vraie grandeur, cette logique de polyculture s'est déjà imposée auprès de nombreux pisciculteurs ivoiriens et semble pouvoir constituer un système d'élevage à vulgariser pour l'avenir.

Mots-clés : Pisciculture en étang, Côte d'Ivoire, polyculture tilapia, poisson-chat, contrôle de la reproduction de tilapia par prédation, systèmes de production piscicole, densité de mise en charge, rendement en poisson marchand.

POURQUOI UN PRÉDATEUR ASSOCIÉ À L'ÉLEVAGE DE TILAPIAS ?

Parmi les nombreuses stratégies mises en œuvre pour contrôler la reproduction indésirable des tilapias, notamment du genre *Oreochromis* mis en élevage – particulièrement en étangs – l'idée d'associer un prédateur aux tilapias mis à l'embouche a germé dans les années 1950 au Zaïre (Congo Belge). Seuls des travaux épars ont été alors consacrés à ce système d'élevage tilapia-prédateur car chez ses promoteurs le concept d'élevage par classes d'âge séparées n'était pas encore réellement établi et le fait de récolter dans le même étang alevins et tilapias de taille consommable (sinon marchande) constituait la technique de base des élevages (Anon, 1956).

D'autres techniques furent également développées pour limiter la reproduction incontrôlée des tilapias en étangs notamment par sexage manuel d'abord en Israël (Sarig et Marek, 1974; Hephher et Pruginin, 1982) puis dans de très nombreux pays. La technique associant le tilapia (sexé ou non) à un prédateur a été reprise et mise au point en Afrique (Planquette et Petel, 1976; Lazard, 1980) ainsi qu'en Asie, notamment aux Philippines en étang (Hopkins et Cruz, 1982) et en Amérique du Sud (Fisher et Grant, 1994) d'autant que le sexage manuel ne garantit pas une fiabilité (% de mâles) à 100 %. La production de descendance monosexes par hybridation interspécifique (Hickling, 1960; Wohlfarth et Hulata, 1983), intraspécifique (Baroiller, 1992) ou par inversion hormonale (Guerrero, 1975; Baroiller et Jalabert, 1990; Baroiller et Toguyeni, in press) constitue également une réponse au problème de la reproduction des tilapias. Plus récemment, de nouvelles voies s'ouvrent sur le traitement thermique des jeunes alevins basé sur la thermosensibilité du déterminisme du sexe chez ces poissons (Baroiller *et al.*, in press).

Il n'en reste pas moins qu'en Afrique, continent d'origine des tilapias, en pisciculture d'étangs, certaines espèces de faible intérêt commercial (du fait d'une croissance médiocre comme *Tilapia zillii* par exemple) parviennent à coloniser à partir des

canaux d'alimentation en eau les étangs même si des protections (grille, décanteur, filtre) à l'entrée sont prises. Elles contribuent à la prolifération d'individus de petite taille, peu appréciés par les consommateurs, d'autant que la concurrence de gros tilapias issus de la pêche est intervenue ces dernières années avec la construction de nombreuses retenues de barrages, notamment en Afrique de l'Ouest. Rappelons que, quelle que soit l'espèce de tilapia retenue, l'augmentation continue du nombre de classes d'âge dans une enceinte d'élevage, engendre rapidement une compétition qui empêche d'obtenir une croissance intéressante au niveau des premiers poissons empoisonnés (Lazard, 1990).

L'association de siluriformes dans les étangs de tilapia a souvent été faite dans l'intention d'effectuer un certain contrôle sur la population d'*Oreochromis niloticus* et d'espèces sauvages sans intérêt économique.

L'objectif de cette contribution est double :

1. Évaluer le potentiel prédateur des Siluriformes africains pour contrôler la prolifération d'alevins de tilapias lorsqu'ils sont élevés en polyculture silures-tilapias;
2. Analyser le rôle des silures au sein de la polyculture parallèlement à son rôle prédateur, c'est-à-dire de définir les potentialités des Siluriformes comme espèces secondaires d'une polyculture en étang dont l'espèce principale est le tilapia.

DONNÉES SUR L'UTILISATION DE SILURIFORMES AFRICAINS POUR CONTRÔLER LA REPRODUCTION DES TILAPIAS EN ÉLEVAGE

La capacité de reproduction spontanée des tilapias en étang est rappelée dans le tableau 1. Dans ce contexte, plusieurs prédateurs ont été utilisés en Afrique pour contrôler cette reproduction. Parmi ceux-ci, les plus couramment utilisés sont les *Clariidés* (*Clarias gariepinus*, *Heterobranchius isopterus* et *H. longifilis*), *Hemichromis fasciatus* (Cichlidés) et

Tableau 1. – Production d'*O. niloticus* en étang de 4 axes (sex ratio 1:1) sans prédateur ; alimentation au son de riz (Planquette et Petel, 1976).
Pond (400 m²) culture of O. niloticus (males and females 1:1) without police fish fed with rice bran (Planquette and Petel, 1976).

Densité (individus.m ⁻²)	Poids moyen initial (g)	Durée d'élevage (jours)	Ration alimentaire (g.ind ⁻¹ .jour ⁻¹)	Poids moyen final (g)	Rendement en poisson marchand (1) (t.ha ⁻¹ .an ⁻¹)	Rendement en alevins (t.ha ⁻¹ .an ⁻¹)	Indice de conversion économique de l'aliment (2)
2.5	26.5	128	6	88	4.4	7.8	16
1.5	46.8	143	6	145	3.7	6.5	12

(1) Dans cet essai, le poisson marchand concerne les individus de poids moyen final supérieur à 150 g.

(2) IC économique = $\frac{\text{quantité d'aliment}}{\text{gain de poids des poissons mis en charge}}$.

Lates niloticus (Centropomidés) (Lazard, 1990; Oswald et Copin, 1992; Pouomogne, 1994).

À ceux-ci, il convient également d'ajouter *Parachanna obscura* couramment utilisé dans les piscicultures des zones rurales de la forêt ivoirienne (Copin et Oswald, 1993) ainsi que *Notopterus afer*: ces 2 espèces sont prélevées dans le milieu naturel et mises en charge dans les étangs de pisciculture. Les innombrables initiatives spontanées des pisciculteurs du centre Ouest de la Côte d'Ivoire où la pisciculture, sans doute pour la première fois sur le continent, connaît un développement endogène, illustrent 2 attitudes :

– la volonté de produire des poissons de taille respectable (variable selon les espèces, supérieure à 200-250 g pour les tilapias) ;

– le souhait de disposer de plusieurs espèces en vue de diversifier leur production qui trouve ainsi, une valeur marchande accrue.

Ces tendances sont indépendantes des directives ou des conseils des Services chargés de l'encadrement. Elles constituent aujourd'hui une caractéristique essentielle de la pisciculture africaine en étang et

tous les efforts doivent viser à conforter, par des travaux de recherche en vraie grandeur sinon en milieu rural (recherche-développement) à asseoir sur des bases fiables et scientifiques cette démarche paysanne résolument tournée vers la polyculture (Copin et Oswald, 1993).

C'est ce type d'élevage (tilapia-poisson-chat africain) qui a été mis au point, notamment par exemple en République Centre-Africaine et vulgarisé dans ce pays (Hogendoorn, 1983; Janssen, 1985; Viveen *et al.*, 1985). On y constate (tableau 2) une croissance peu satisfaisante du tilapia (en concurrence avec *Clarias* vis-à-vis de l'aliment disponible) et une prédation incomplète des poissons-chats sur les tilapias. On peut distinguer 2 phases :

1. la survie des tilapias baisse, baisse probablement liée à la mortalité, à la prédation et au cannibalisme ;
 2. puis il y a augmentation du nombre de tilapias liée à la reproduction et, peut-être également, à une modification de la stratégie de prédation des silures en fonction de la taille préférentielle de leurs proies.

Cette prédation incomplète des tilapias par les Siluriformes du genre *Clarias* est également rapportée

Tableau 2. – Polyculture semi-intensive (1) (*C. gariepinus* + *O. niloticus*) en étang d'eau stagnante (Viveen *et al.*, 1985).

Semi intensive polyculture (C. gariepinus + O. niloticus) in non circulating water pond (Viveen et al., 1985).

Nombre de semaines d'élevage	<i>Clarias gariepinus</i> (2)			<i>Oreochromis niloticus</i> (3)		
	Poids moyen (g)	Taux de survie (%)	Biomasse (kg/are)	Poids moyen (g)	Taux de survie (%)	Biomasse (kg/are)
1	1	100	0.3	10	100	2.0
5	10	85	2.6	14	95	2.7
9	28	80	6.8	26	90	4.7
13	64	70	13.5	44	77	6.8
17	104	65	20.3	60	79	9.5
21	152	65	29.7	62	105	13.0
25	184	65	36.0	80	103	16.5

(1) L'alimentation est réalisée à base d'un enclos de compostage et du tourteau de coton en complément.

(2) La densité de mise en charge de *C. gariepinus* est de 300 individus de poids moyen de 1 à 3 g par are, le rendement final est de 7,4 t.ha⁻¹.an⁻¹ et la croissance individuelle journalière est de 1,04 g.j⁻¹.

(3) La densité de mise en charge de *O. niloticus* est de 200 individus de poids moyen de 5 à 15 g par are, le rendement final est de 3 t.ha⁻¹.an⁻¹ et la croissance individuelle journalière est de 0,4 g.j⁻¹.

dans un autre pays d'Afrique, le Cameroun, avec la même espèce (Middendorp, 1994a et b) et aux Philippines avec *C. batrachus* (Hopkins et Cruz, 1982). En outre au Malawi, aucune preuve de l'efficacité de prédation de *Clarias* n'a pu être mise en évidence sur 2 espèces de tilapia du fait de l'absence de reproduction de ceux-ci au cours des élevages (taille de maturité non atteinte pour *Oreochromis karongae*, température trop faible pour la reproduction de *O. shiranus*) selon Maluwa *et al.* (1995).

Pour aborder les techniques d'élevage associé prédateur-tilapia à la fois en conditions expérimentales et en vraie grandeur, différents types d'essais ont été mis en place en Côte d'Ivoire en station de recherche (à Bouaké; Planquette et Petel, 1976) et en ferme pilote (Natio Kobadara, Korhogo; Lazard, 1980).

Devant le nombre et la biomasse de *Clarias* requises pour contrôler une population de tilapia mise à l'embouche et la concurrence du *Clarias* vis-à-vis de l'aliment, cet élevage apparaît beaucoup plus comme une polyculture que comme une association tilapia-prédateur strict (tabl. 3). Compte tenu de la double difficulté d'obtenir un grand nombre d'alevins calibrés (pour éviter une prédation sur les tilapias d'embouche dans le cas de silures trop gros ou à l'inverse une mauvaise survie des silures et une mauvaise prédation sur les alevins) nécessaire pour ce type d'élevage polyculture/contrôle, d'autres prédateurs ont été testés avec comme objectif un contrôle total de la reproduction de la population de tilapias. Les résultats sont donnés dans le tableau 4 et il apparaît que la biomasse de ces prédateurs requise pour une efficacité totale est très inférieure à celle des *Clarias*. En outre, ils n'exercent aucune concurrence vis-à-vis de l'aliment distribué en étang, surtout s'il s'agit d'un aliment « simple » tel que la farine basse de riz, largement vulgarisés dans de nombreux pays tropicaux (Afrique, Asie) et notamment en Côte d'Ivoire (tabl. 5). L'efficacité de la prédation de *Clarias* dépend dans une forte mesure de la densité (bonne prédation constatée avec plus de 20 individus.ares⁻¹). Pour avoir une bonne croissance des silures à cette densité, il faut disposer d'une source d'aliment et/ou de fertilisant de qualité (¹) ce qui n'est pas toujours le cas, en particulier dans le milieu rural éloigné des agglomérations. Dans ces situations, les niveaux de productivité sont tels (rendement en *O. niloticus* compris entre 1 et 2 tonnes.ha⁻¹.an⁻¹) que les *Clarias* (et les autres silures) sont incapables de trouver dans le milieu d'élevage, les aliments leur permettant une bonne croissance.

(¹) Il n'en reste pas moins vrai qu'une polyculture *Oreochromis niloticus* + *Clarias gariepinus* en étang bénéficiant d'une alimentation et/ou d'une fertilisation de qualité permet d'atteindre, voire de dépasser des rendements de 10 t.ha⁻¹.an⁻¹. Elle se fait cependant systématiquement au détriment du rendement en tilapias.

Tableau 3. – Indices pondéraux de recrutement (I.P.R. pour 1 000 *O. niloticus* – 50% ♂ + 50% ♀ –) contrôlés par diverses populations de *Clarias gariepinus* (Planquette et Petel, 1976).

Recruitment Index (for 1 000 O. niloticus – 50% ♂ + 50% ♀ –) controlled by several populations of Clarias gariepinus (Planquette and Petel, 1976).

<i>Claria gariepinus</i>		Indice pondéral de recrutement (1)
Nombre d'individus pour 1 000 <i>O. niloticus</i>	Poids moyen individuel initial (g)	
250	20	20.5
100	48	8.2
112	114	9.3
113	115	9.7
115	118	7.9
70	251	32.1

$$(1) \text{ I.P.R.} = \frac{\text{poids d'alevins}}{\text{gain total de poids de la population d'O. niloticus (embouche + alevins)}} \times 100$$

Tableau 4. – Objectif: Zéro alevin *O. niloticus*. Biomasse et quantité de prédateurs nécessaires au contrôle de populations non sexées d'*O. niloticus* (600 ♂ + 600 ♀) en étang de 10 ares (alimentation au son de riz) (Lazard, 1990).

Target: No. O. niloticus fry. Bodyweight and police fish stocking density required for controlling O. niloticus non sexed populations (600 ♂ + 600 ♀) in 10-are ponds (feeding with rice bran) (Lazard, 1990).

Prédateur	Densité (nombre d'individus par étang)	Poids moyen initial (g)	Biomasse (kg)
<i>Clarias gariepinus</i>	260 (1)	172-182	44.7-47.3
<i>Lates niloticus</i>	22-32	87-123	2.7-3.4
<i>Hemichromis fasciatus</i>	63-70	67-76	4.6-5.0

(1) Soit 26 individus de *Clarias gariepinus*.ares⁻¹.

Pour le contrôle absolu de la reproduction des tilapias, l'emploi des Siluriformes est donc inadapté (et actuellement déconseillé) dans les milieux de faibles productivités où celui-ci est une condition déterminante de l'obtention de tilapias de taille marchande.

L'utilisation de carnassiers stricts courants en pisciculture africaine (*Hemichromis fasciatus*, *Parachanna obscura*) est beaucoup plus efficace.

Plus récemment en Côte d'Ivoire, des essais d'utilisation d'autres silures du genre *Heterobranchius*, stimulés notamment par le fait que la reproduction et l'élevage larvaire d'*H. longifilis* sont maîtrisés (Legendre, 1992), ont été réalisés. Les deux espèces concernées, *H. longifilis* et *H. isopterus* sont, soit capturées dans le milieu naturel soit reproduites

Tableau 5. – Synthèse des résultats d'élevage (145 jours) de *Oreochromis niloticus* non sexés (1) associés à divers prédateurs en étang de 10 ares (Lazard, 1990).

Synthetic data on mixed populations of Oreochromis niloticus culture for 145 days with various species of police fish in 10-are ponds (Lazard, 1990).

Prédateur	Rendement en <i>Oreochromis niloticus</i> (kg.ha ⁻¹ .an ⁻¹)	Rendement en prédateur (kg.ha ⁻¹ .an ⁻¹)	Poids moyen final de <i>Oreochromis niloticus</i> (g)	Croissance journalière individuelle de <i>Oreochromis niloticus</i> (g.j ⁻¹)	Indice de conversion de l'aliment
<i>Lates niloticus</i>	5 078	# 0	217,5	1,27	6,95 (2)
<i>Hemichromis fasciatus</i>	5 176	# 0	214,2	1,29	7,43 (2)
<i>Clarias gariepinus</i>	4 085	1 697	175,2	1,01	8,04 (3)

(1) La densité de mise en charge est de 12 000 *Oreochromis niloticus*.hectare⁻¹ de poids moyen individuel égal à 30 g et le taux de survie en fin d'élevage est supérieur à 90 %.

(2) L'aliment (son de riz) est distribué à raison de 10 kg.jour⁻¹.étang⁻¹.

(3) L'aliment (son de riz) est distribué à raison de 15 kg.jour⁻¹.étang⁻¹.

artisanale par certains pisciculteurs (Oswald et Sanchez, 1994a). L'absence de *C. gariepinus* dans cette zone de forêt (Centre-ouest Côte d'Ivoire) et la présence en quantité dans tous les marigots de *H. isopterus* et dans une moindre mesure de *H. longifilis*, rencontré aux abords des rivières, ont facilité cette démarche. De plus, dès les débuts du développement de la pisciculture dans cette région, *H. isopterus* a été systématiquement introduit dans les étangs, l'une des motivations de cette polyculture spontanée étant de récolter quelques silures parmi les tilapias lors des vidanges d'étangs. Les données présentées (tabl. 6) proviennent d'élevages réalisés par des paysans pisciculteurs de la région Centre-Ouest, ce qui explique une certaine hétérogénéité et une dispersion des résultats. Ils permettent cependant de dégager certaines grandes lignes et de définir des règles d'association silure-tilapia qui, bien qu'intuitives, sont utilisées par les pisciculteurs.

H. longifilis présente une croissance et un rendement spécifique supérieurs à ceux d'*H. isopterus* mais sa vitesse de croissance trop élevée dans le cas d'un traitement à haut niveau d'intrants (son de riz, fertilisation organique à base d'effluents d'élevage de porc et poulet) entraîne un écart de taille rapidement important avec le tilapia qui, couplée à sa voracité, font qu'il exerce rapidement une prédation sur les tilapias et sur les carnassiers stricts (du type *Hemichromis fasciatus* ou *Parachanna obscura*). Il est, par ailleurs incapable de contrôler la prolifération de tilapias (il délaisse assez rapidement les alevins de petite taille). Dans le cas des traitements à faible niveau d'intrants, *H. longifilis* peut être utilisé, au même titre que *H. isopterus*.

H. isopterus de par sa voracité plus faible vis-à-vis des tilapias et des prédateurs stricts est très apprécié par les pisciculteurs en polyculture. Par sa conformation, il est aussi le plus apprécié des différents silures pour la consommation.

H. isopterus est un prédateur peu efficace qui ne peut en aucun cas contrôler la prolifération d'alevins

de tilapias dans les étangs de production : des alevins sont encore présents dans un étang dont la densité en prédateur est supérieure à 0,5.m⁻². A la différence de *H. longifilis*, il ne s'attaque pas aux tilapias d'embouche. Des comparaisons effectuées sur des jeunes individus montrent que son rendement est à peu près équivalent à celui de *H. longifilis* (à la densité de 0,1 poisson.m⁻²). Si le cycle n'est pas poursuivi au-delà de 700 g, le rendement peut atteindre 1 t.ha⁻¹.an⁻¹ et la croissance 4,4 g.j⁻¹. À plus forte densité, il est probable qu'il rentre en concurrence avec les tilapias, des rendements faibles en tilapias ont été constatés lors d'empoissonnement de ce silure à la densité de 0,3 poisson.m⁻².

TYPOLOGIE DES SYSTÈMES D'ÉLEVAGE TILAPIA-SILURE

Dans un souci d'opérationnalité en termes de développement, il est apparu intéressant de décrire les pratiques qui tendent à se généraliser en pisciculture d'étangs fertilisés valorisés par une polyculture dont l'espèce principale est *Oreochromis niloticus*. D'une façon générale, en Afrique, le consommateur préfère des poissons de grosse taille (>250 g). Chaque pisciculteur bénéficiant d'un accès différent aux facteurs de production (valeur nutritive/fertilisante des intrants, disponibilité en force de travail, accès au foncier et superficie d'étangs), la productivité du milieu d'élevage est très variable d'où la nécessaire adaptation de la polyculture à chaque exploitation. Dans cette polyculture, à laquelle contribuent déjà le tilapia, un prédateur strict et un siluriforme, *Heterotis niloticus* (microphage) a démontré le rôle essentiel qu'il joue dans toutes les situations (croissance rapide, diversification spécifique de la production). En définitive, les responsables de l'encadrement des pisciculteurs constatent une certaine standardisation des polycultures en fonction de la productivité du milieu qui constitue donc le critère discriminant et structurant.

Trois types de milieux peuvent être mis en évidence.

Les milieux à haut niveau d'intrants qui bénéficient d'un apport en matière sèche supérieur à 120 kg/ha/jour (son de riz et déchets et/ou d'effluents d'élevage). Les étangs sont mis en charge avec une population monosexue (sexage manuel, avec un taux d'erreur moyen de 5%) de tilapia à des densités comprises entre 1 et 1,8 individus.m⁻² (les densités

les plus courantes varient de 1,2 à 1,5). Le rendement en tilapia est supérieur à 4 t.ha⁻¹.an⁻¹ et les meilleurs pisciculteurs dépassent 8 t.ha⁻¹.an⁻¹. Les essais menés à Bouaké et à Natio Kobadara sont du même ordre de grandeur et assimilables à ce type.

Les milieux dont la productivité dépend d'un faible niveau d'intrants ou d'intrants de faible valeur (nutritive et fertilisante). Le traitement consiste en

Tableau 6. – Essais réalisés en milieu paysan (de 1992 à 1994) dans le Centre Ouest Côte d'Ivoire: association tilapia (*Oreochromis niloticus*) + *Heterobranchus* sp. + *Heterotis niloticus*.

On farm trials in Côte d'Ivoire (from 1992 to 1994): association tilapia (Oreochromis niloticus) + Heterobranchus sp. + Heterotis niloticus.

	Espèce	pmi (g)	Densité (ind.m ⁻²)	Durée d'élevage (jours)	pmf (g)	Survie (%)	Cji (g.j ⁻¹)	Rendement t.ha ⁻¹ .an ⁻¹ (poisson marchand)	Remarques
1	O.n	46	2	197	155	50	0.06	1.1	– très nombreux alevins
	Hbr.l.	197	0.07	180	681	78	2.7	0.5	d' <i>Oreochromis</i>
	Het.n.	1 700	0.02	197	2 200	100	2.5	0.2	– prédation de Hbr.l sur les alevins d' <i>Oreochromis</i>
	O.n.	7	1.6	206	187	47	0.9	2.3	– Hbr.l mis en charge quand
	Hbr.l.	237	0.1	153	707	100	3.1	1.1	p.m. <i>Oreochromis</i> > 30 g
	Het.n.	231	0.04	153	1 783	100	10.1	1.5	– prédation sur fingerlings d'O.n. – nombreux alevins d'O.n.
	O.n.	22	2.0	178	121	87	0.6	3.4	– très nombreux alevins
	Hbr.i.	326	0.07	190	750	83	2.2	0.4	d' <i>Oreochromis</i> à la vidange
	Het.n.	1 427	0.02	178	1 970	100	3.2	0.3	
	O.n.	35	1.9	177	198	99	0.9	6.4	
	Hbr.l.	50	0.08	84	244	100	2.3	0.7	
	Het.n.	1 425	0.03	177	2 267	100	4.8	0.5	
	O.n.	32	2	151	172	79	0.9	7.7	alevins d'Hbr.i. provenant
	Hbr.i.	111	0.09	151	779	73	4.4	1.0	d'une reproduction artificielle
	Het.n.	282	0.03	151	2 132	100	10.5	1.2	(induction) d'où leur qualité (1)
2	O.n.	30	2.0	162	165	89	0.8	5.3	
	Hbr.i.	74	0.09	192	458	75	2.0	0.5	
	O.n.	32	1.8	153	185	80	1.0	5.0	présence de <i>Polypterus</i>
	Hbr.i.	50	0.08	153	574	48	3.8	0.4	(pm = 600 g) d'où un faible
									taux de recapture Hbr.i.
	O.n.	33	2.0	151	172	79	0.9	5.0	* idem (1)
	Hbr.i.	111	0.09	151	685	83	3.8	1.0*	** survie Het.n. sous-évaluée :
	Het.n.	282	0.03	151	2 250	57**	13.4	0.8**	rendement 1.3 t.ha ⁻¹ .an ⁻¹
	O.n.	21	1.6	190	169	97	0.8	4.5	faible survie de Hbr.i.
	Hbr.i.	158	0.04	190	575	68	2.2	0.4	
	Het.n.	271	0.03	190	1 881	93	8.5	0.9	
	O.n.	37	1.9	244	200	89	0.7	4.0	faible croissance de Hbr.i.
	Hbr.i.	476	0.06	236	735	88	1.1	0.2	rendement nul
	Het.n.	83	0.02	229	2 683	100	11.3	1.2	
	O.n.	98	1.8	139	207	97	0.8	5.0	
	Hbr.i.	592	0.07	139	653	94	0.4	0.0	id
	Het.n.	1 179	0.03	100	2 631	100	14.5	1.4	
	O.n.	19	1.96	177	177	71	0.9	4.3	
	Hbr.i.	469	0.09	186	628	74	0.9	0.0	id
	Het.n.	475	0.02	153	1 583	100	7.2	0.5	
	O.n.	43	2.0	190	185	96	0.8	5.2	
	Hbr.l.	123	0.09	180	828	93	3.7	1.1	

Tableau 6. – (suite)

	Espèce	pmi (g)	Densité (ind.m ⁻²)	Durée d'élevage (jours)	pmf (g)	Survie (%)	Cji (g.j ⁻¹)	Rendement t.ha ⁻¹ .an ⁻¹ (poisson marchand)	Remarques
	O.n	46	1.9	185	142	80	0.5	2.7	
	Hbr.i.	161	0.04	203	485	87	1.6	0.2	Prédation de Hbr.l.
	Het.n.	671	0.03	231	2 007	100	6.3	0.7	sur les alevins d'O.n.
3	O.n.	34	2.2	224	177	78	0.6	4.2	Hbr.i. : taux de croissance
	Hbr.i.	223	0.14	231	340	87	0.5	0.2	faible
	O.n.	31	1.7	138	175	82	1.0	4.4	
	Hbr.i.	24	0.1	180	156	79	0.7	0.2	
	Hbr.l.	22	0.1	180	238	57	1.0	0.2	

O.n. *Oreochromis niloticus*; Het.n. *Heterotis niloticus*; Hbr.i. *Heterobranchus isopterus*; Hbr.l. *Heterobranchus longifilis*.

1 Élevages périurbains réalisés la même année – 2 Élevages périurbains réalisés sur plusieurs cycles : distribution de matière organique (fiente de volaille, déchets d'abattoir, son de riz à un taux ≥ 120 kg MS.j⁻¹.ha⁻¹).

3 Traitement pauvre en milieu rural : de 30 à 60 kg MS.j⁻¹.ha⁻¹ avec ou sans implantation de bambou.

l'association à la pisciculture un petit élevage (lapins et déchets de cuisines, porcs en « semi-stabulation »), généralement couplé à un substrat de bambous (type acadja) pour valoriser sous forme de périphyton le faible apport en matière sèche. Les tilapias mâles sont mis en charge à la densité de 0,25 à 0,60.m⁻². Le rendement en tilapia varie de 1 à 2 t.ha⁻¹.an⁻¹.

Enfin les milieux proches du milieu naturel caractérisés par une faible maîtrise de la gestion de l'eau et de la population de poissons, constitués par les retenues de barrage.

Milieux avec haut niveau d'intrants

Deux situations sont possibles qui dépendent de l'espèce la plus disponible (écloserie ou milieu naturel) de silure (*C. gariepinus* ou *H. isopterus*). *H. isopterus* peut être empoissonné jusqu'à 0,2 poisson.m⁻² sans avoir d'incidence apparente sur la production d'*Oreochromis*. Son rendement spécifique peut dépasser 1 t.ha⁻¹.an⁻¹. Il doit être retiré de l'étang dès qu'il atteint un poids moyen de 500 g pour deux raisons majeures. Passée cette taille, sa croissance semble se ralentir en étang (à cause d'une maturité sexuelle précoce?), en outre il devient en mesure d'effectuer une prédation sur *Hemichromis fasciatus* qui entraînera une perte de productivité au niveau des tilapias de taille marchande (prédation mal assurée). Cette association est d'autant plus réussie que le pisciculteur dispose d'alevins jeunes et de qualité.

Ces résultats (tabl. 6) ont été obtenus dans le cadre du projet « Appui à la profession piscicole dans le Centre ouest de la Côte d'Ivoire » en 1992, 1993 et 1994.

Heterobranchus isopterus s'est révélé facile à reproduire artificiellement. On injecte à ces femelles dont le diamètre ovocytaire est voisin de 1 mm une hypophyse fraîche d'une autre femelle de la même espèce (*H. isopterus*) qui ovulent sans problème. Aucun cas de non réponse à l'injection n'a été

déclaré par les quelques pisciculteurs maîtrisant cette reproduction. Actuellement les résultats de survie larvaire sont très variables et encore insuffisants pour permettre l'approvisionnement des pisciculteurs dont l'essentiel des alevins de silures provient de la collecte dans le milieu naturel, en particulier à la fin de la saison des pluies.

Dans certaines zones (Ouest et Nord-Ouest ivoiriens) où le silure se vend nettement plus cher que le tilapia, certains pisciculteurs envisagent de réaliser des cycles d'élevage avec *Heterobranchus isopterus* ou *H. longifilis* comme espèce principale et *Oreochromis niloticus* comme espèce secondaire à la condition de disposer de sous-produits d'une valeur alimentaire suffisante, ce qui est possible à proximité des abattoirs par exemple.

Dans les zones où *Clarias gariepinus* est facile à obtenir, il est utilisé à la fois comme carnassier et comme seconde espèce de la polyculture. Comme à Natiokobadara en Côte d'Ivoire (Lazard, 1980), certains pisciculteurs de l'Office du Niger utilisent *Clarias gariepinus* pour contrôler leur étang empoissonné d'alevins d'*O. niloticus* et de *Sarotherodon galilaeus* (Oswald et Sanchez, 1994 b).

Il apparaît que pour des prédateurs stricts tels que *Hemichromis fasciatus* et *Parachanna obscura*, le facteur essentiel relatif à la mise en charge est constitué par le rapport prédateur/proie. Pour les silures (*Heterobranchus* sp. et *Clarias gariepinus*) qui sont des prédateurs occasionnels, le facteur essentiel pour déterminer la mise en charge est la densité d'individus par unité de surface.

Milieux avec faible niveau d'intrants (« traitement pauvre »)

Ces milieux (étangs en dérivation) sont bien contrôlés en termes de gestion de l'eau; il est donc facile d'empoissonner des carnassiers en nombre suffisant pour obtenir un contrôle absolu de la

population de tilapia (*Hemichromis fasciatus* est le plus couramment utilisé; *Parachanna obscura* est très bien adapté aux étangs avec acadjas). Les tilapias sexés sont mis en charge à une densité très précise de 0,25 à 0,6 individus.m⁻² en fonction de la productivité du milieu donc de la qualité des intrants. *Heterotis niloticus* participe de façon importante à la production (30% du rendement pondéral). Quelques *Heterobranchus* sp. sont introduits mais leur production est marginale.

Heterotis niloticus est un poisson incontournable de la polyculture notamment dans ce type de milieu (Copin et Oswald, 1993). La disponibilité en alevins de cette espèce dépend de son abondance dans le milieu naturel avoisinant ou du savoir-faire des quelques pisciculteurs qui en maîtrisent la reproduction.

Milieus proches des milieux naturels

Il s'agit de retenues de barrage édifiées sur des petits cours d'eau.

La réussite de la production de tilapia dans ce type de milieu dépend de l'existence d'une population de carnassiers. Ceux-ci sont généralement des *Parachanna obscura* (empoissonnement spontané issu du milieu naturel) et des *Hemichromis fasciatus* (empoissonnement contrôlé). Les individus d'*Heterobranchus* sp. sont incapables d'effectuer la moindre prédation et il semble très difficile d'utiliser les *Clarias* pour les raisons déjà évoquées.

Le suivi de ces retenues révèle la méconnaissance de la plupart des mécanismes qui régulent les populations (naturelles ou introduites) qui les habitent. Les espèces de base sont de 2 types selon le type de populations naturelles des cours d'eau de la zone étudiée (Centre-Ouest ivoirien):

– *Oreochromis niloticus*, *Heterotis niloticus*, *Hemichromis fasciatus* (mis en charge par le pisciculteur), *Heterobranchus* sp., *Parachanna obscura* (empoissonnement naturel).

– *Oreochromis niloticus* et *Heterotis niloticus* (alevinage contrôlé), *Clarias gariepinus* (empoissonnement naturel).

CONCLUSION: Évolution de la polyculture tilapia-silure vers d'autres espèces

L'élevage de tilapias du genre *Oreochromis* en étangs passe, pour l'obtention de poisson de grande taille, par le contrôle de la reproduction au cours du cycle de production.

Tous les essais relatifs à l'utilisation de siluriformes Clariidés (*Clarias* sp. et *Heterobranchus* sp.) ont démontré les limites de la capacité prédatrice de ces poissons (*Clarias gariepinus* et *Heterobranchus isopterus*) et surtout le caractère variable de celle-ci, pouvant aller à l'extrême jusqu'à l'élimination des juvéniles de tilapias par des *Heterobranchus longifilis* de grande taille. Il est donc apparu, au fil des essais

menés depuis une vingtaine d'années sur le continent africain qu'un prédateur efficace (ichtyophage strict) doit impérativement être mis en charge dans les étangs de pisciculture de tilapia pour parvenir à une production de qualité (poissons de poids moyen supérieur à 200 g en fin d'élevage).

Les Siluriformes doivent donc désormais être considérés comme un poisson d'accompagnement, de polyculture avec le tilapia.

Dans ce contexte et sur la base des résultats obtenus, notamment en Côte d'Ivoire (station de recherche, ferme pilote et projet d'appui à la profession piscicole dans la région Centre Ouest de ce pays), il apparaît que le système d'élevage le plus prometteur en pisciculture périurbaine et rurale soit une pisciculture basée sur la polyculture avec le tilapia comme espèce principale et un silure et *Heterotis niloticus* comme espèces secondaires. La conduite de cette polyculture variera essentiellement en fonction de deux facteurs:

– l'accès effectif des pisciculteurs aux alevins des différentes espèces;

– la productivité de l'étang conséquence de l'intégration de l'unité piscicole dans le système de production et de l'accessibilité à des intrants utilisables comme fertilisants et/ou aliments dans les environs proches de l'exploitation.

Une typologie des milieux d'élevage a ainsi pu être mise en évidence:

– les milieux à faible productivité (retenues vidangeables avec pratiquement aucun apport extérieur de matière organique);

– les milieux à productivité moyenne issus de traitements « pauvres » (petits élevages, acadja, déchets de cuisine);

– les milieux à forte productivité utilisant des sous-produits agricoles (son de riz) et des effluents d'élevage à forte valeur fertilisante (porc, volaille) et conduisant à des rendements en *O. niloticus* supérieurs à 4 t.ha⁻¹.an⁻¹ pouvant avoisiner 10 t.ha⁻¹.an⁻¹.

RÉFÉRENCES

- Anon. 1956. 2ème Symposium sur l'hydrobiologie et la pêche en eaux douces en Afrique (Brazzaville, 3-11 juillet 1956). Commission de Coopération Technique en Afrique au Sud du Sahara, 25, 268 p.
- Baroiller J. F., B. Jalabert 1989. Contribution of research in reproductive physiology to the culture of tilapias. *Aquat. Living Resour.* 2, 105-116.
- Baroiller J. F., B. Jalabert 1990. Physiologie de la reproduction des Tilapias: Bilan des connaissances et perspectives de recherche d'intérêt appliqué. In: « L'aquaculture des tilapias du développement à la recherche » J. Lazard, B. Jalabert, T. Doudet, eds. Cah. scient. CIRAD/CTFT 10, 39-62.
- Baroiller J. F., A. Fostier, C. Cauty, B. Jalabert, in press. Significant effects of high temperatures on sex-ratio of progenies from *Oreochromis niloticus* with sibling sex-reversed males broodstock. In: Third Int. Symp. Tilapia

- in Aquaculture. R. S. V. Pullin, J. Lazard, M. Legendre, J. B. A. Kothias, D. Pauly eds. ICLARM Conf. Proc. 41.
- Baroiller J. F., A. Toguyeni, in press. Comparative effects of a natural steroid, 11-hydroxy-androstenedione (11β -OH-A4) and a synthetic androgen, 17α -methyltestosterone (17α -MT) on sex-ratio in *Oreochromis niloticus*. In: Third International Symp. Tilapia in Aquaculture. R.S.V. Pullin, J. Lazard, M. Legendre, J. B. Amon Kothias, D. Pauly eds. ICLARM Conf. Proc. 41.
- Copin Y., M. Oswald 1993. Orientations des techniques d'élevage de la pisciculture artisanale dans le Centre Ouest de la Côte d'Ivoire. In: Production, Environnement and Quality. Bordeaux Aquaculture'92. G. Barnabé, P. Kestemont eds. Europ. Aquac. Soc. Spec. Publ. 18, Ghent, Belgium, 407-419.
- Fisher G. W., W. E. Grant 1994. Use of a native predator to control overcrowding in warm-water polyculture ponds: Simulation of a tucunare (*Cichla monoculus*) – tilapia (*Oreochromis niloticus*) system. *Ecol. Model.* 72, 3-4, 205-227.
- Guerrero R. D. 1975. Use of androgens for the production of all-male *Tilapia aurea* (Steindachner). *Trans. Am. Fish. Soc.* 104, 342-348.
- Hepher B., Y. Pruginin 1982. Commercial fish farming with special reference to fish culture in Israël. J. Wiley, Sons, New York, 261 p.
- Hickling C. F. 1960. The *Malacca Tilapia* hybrids. *Genetics* 57, 1-10.
- Hogendoorn H. 1982. The African catfish (*Clarias lazera* C. V. 1840). A new species for aquaculture. Dissertation, Agriculture University, Wageningen, The Netherlands, 135 p.
- Hopkins K. D., E. M. Cruz 1982. The ICLARM-CLSU integrated animal-fish farming project: final report. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila and the Freshwater Aquaculture Center, Central Luzon State University, Nueva Ecija, Philippines ICLARM Technical Reports 5, 96 p.
- Lazard J. 1980. Le développement de la pisciculture intensive en Côte d'Ivoire : exemple de la ferme piscicole de Natio Kobadara (Korhogo). *Bois et forêts des tropiques* 190, 45-66.
- Lazard J. 1990. L'élevage du tilapia en Afrique. Données techniques sur sa pisciculture en étang. In: Méthodes artisanales d'aquaculture du tilapia en Afrique. J. Lazard, P. Morissens, P. Parrel, C. Aglinglo, I. Ali, P. Roche. CTFT-CIRAD, Nogent-sur-Marne, France, 5-22.
- Legendre M. 1992. Bilan des premiers essais d'élevage d'un silure africain, *Heterobranchus longifilis* (Clariidae) en milieu lagunaire (Lagune Ebrié, Côte d'Ivoire). In: Aquaculture systems research in Africa; Proc. Bouaké, Côte d'Ivoire, 14-17 Nov. 1988, G. M. Bernacsek, H. Powles eds. Centre de recherches pour le Développement International, IDRC-MR 308 e,f Ottawa, 211-232.
- Maluwa A. O., A. C. Brooks, B. B. Rashiri 1995. Production of the Malawi chambo, *Oreochromis karongae* (Trewavas, 1941) association, and *Oreochromis shiranus* (Boulenger, 1986) in polyculture with the African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Aquac. Res.* 26, 103-108.
- Middendorp A. J. 1994a. Pond farming of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in northern Cameroon. I. Feeding combinations of cottonseed cake and brewery waste in fingerlings culture, hand-sexed male monosex-culture, and mixed culture with police-fish (*Clarias gariepinus*). *Aquac. Fish. Manag.*
- Middendorp A. J. 1994b. Pond farming of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in northern Cameroon. II. Mixed culture of large tilapia (>200 g) with cattle manure and cottonseed cake as pond inputs and catfish (*Clarias gariepinus*) as police-fish. *Aquac. Fish. Manag.*
- Oswald M., Y. Copin 1992. Le volet piscicole du projet périurbain de la commune de Daloa. In: Aquaculture Systems research in Africa; Proc. Bouaké, Côte d'Ivoire, 14-17 Nov. 1988, G. M. Bernacsek, H. Powles eds. Centre de recherches pour le Développement International, IDRC-MR 308 e,f, Ottawa, 382-397.
- Oswald M., F. Sanchez 1994a. Les sciences sociales sont-elles utiles pour un projet de recherche-développement ? Cas d'un opérateur de développement (le projet piscicole du Centre Ouest Côte d'Ivoire) par rapport aux différents diagnostics qui lui sont accessibles. APAD, 10 p.
- Oswald M., F. Sanchez 1994b. Compte rendu de la visite effectuée sur les pisciculteurs de l'Office du Niger (février 1994). Doc. multigr. Projet piscicole Centre Ouest, Daloa, Côte d'Ivoire, 3 p.
- Planquette P., C. Petel 1976. Quelques données sur la mise au point de méthodes d'élevage de *Tilapia nilotica* associé à un prédateur. Sympos. Pêches en eaux douces, Mexico, 16 p.
- Pouomogne P. 1994. L'alimentation du tilapia *Oreochromis niloticus* en étang. Evaluation du potentiel de quelques sous-produits de l'industrie agro-alimentaire et modalités d'apports des aliments. CIRAD, Département d'élevage et de médecine vétérinaire, Maisons-Alfort, France, 101 p.
- Sarig S., M. Marek 1974. Results of intensive and semi-intensive fish breeding techniques in Israël in 1971-1973. *Bamidgeh* 26, 2, 28-48.
- Viveen W. J. A. R., C. C. J. Richter, P. G. W. J. Van Oordt, J. A. L. Janssen, E. A. Huisman 1985. Manuel pratique de pisciculture du poisson-chat africain (*Clarias gariepinus*). Direction générale de la Coopération internationale du ministère des Affaires étrangères, La Haye, Pays-Bas, 94 p.
- Wohlfarth G. W., G. Hulata 1981. Applied genetics of tilapias. ICLARM Studies and reviews 6, 26 p.