

Techniques de pisciculture : gestion technico-économique des étangs

M. OSWALD, F. GLASSER et F. LAUBIER (Ong APDRA-F, Voisins le bretonneux, France)

Schémas et figures V. SAMMARITAN

Photos (prises en Côte d'Ivoire, en Guinée et au Togo)

© C. BOULAN, J. CHAMOIN, C. FRANÇOIS, F. SANCHEZ, M. OSWALD

Objectifs de ce dossier

L'histoire du développement de la pisciculture en Afrique et les contextes où elle se développe sont très variés. Les trop nombreux échecs de cette activité sur le continent africain incitent à la prudence et à la retenue. Ce texte ne se prétend pas un guide et ne va pas édicter des principes à suivre, il présente quelques études de cas dans des situations de relatives réussites ou d'échecs afin d'offrir des repères en mesure de provoquer un questionnement et une comparaison des expériences en cours. Ceci devrait permettre aux lecteurs de prendre davantage de recul par rapport à la réalité observée sur le terrain.

Pour le lecteur désireux d'en savoir plus, toute la bibliographie est regroupée en annexe.

La première partie présente des systèmes à faible technicité qui, quoique très diffusés en Afrique de l'Ouest, n'ont pas généré de filières de production de poissons dynamiques.

Depuis plusieurs années, les systèmes techniques qui rencontrent le plus de succès sont des systèmes complexes, basés sur l'association de plusieurs espèces (polyculture) et la fertilisation organique. Ils sont développés à différentes échelles (de l'autoconsommation à de grosses exploitations produisant des centaines de tonnes), avec des niveaux d'intensification très variables (rendements de 500 kg à 15 t/ha/an). Nous présentons d'abord les principes et techniques communs à l'ensemble de ces systèmes, avant de détailler des données relatives aux systèmes les plus intensifs et les plus extensifs. Les trois parties suivantes s'attachent à présenter la polyculture, puis l'alimentation et la fertilisation et, enfin, les performances socio-économiques. En conclusion, une dernière partie traite de la diffusion des techniques piscicoles au niveau du monde paysan et des dynamiques sociales qui naissent autour de cette innovation.

Des systèmes à faible technicité, avec le tilapia comme seule espèce

Un certain nombre de projets ont fait le choix de vulgariser des techniques d'élevage à très faible niveau de technicité, prétextant le faible niveau d'éducation des paysans et l'absence de " culture piscicole " en Afrique. Ce genre d'argument est difficilement défendable. D'une part la plupart des candidats connaissent déjà différentes espèces de poissons. D'autre part, si leur association présente un avantage économique ou technique évident, pourquoi les en priver ? Pourquoi leur interdire de faire davantage de profit alors qu'ils ont pris un gros risque financier en se lançant dans la pisciculture ? En Afrique, les principales espèces élevées prolifèrent et envahissent l'étang, le pisciculteur se retrouvant dans l'incapacité de gérer le nombre de poissons qu'il veut élever, paramètre essentiel de la conduite d'une pisciculture.

Ces modèles sont basés sur l'élevage de tilapia en monoculture, sexes mélangés dans le même étang. Les techniques d'aménagement sont le plus souvent très frustes (étangs de très faible profondeur, non vidangeables...). Ces modèles techniques sont diffusés dans deux contextes principaux : l'approche communautaire (pour des écoles, des groupements...) et l'approche d'autosuffisance.

L'approche communautaire, le plus souvent un échec

Dans de nombreux projets, la pisciculture est présentée comme une action apte à dynamiser l'esprit communautaire. Cette idée vient peut-être de l'assimilation de la pisciculture aux pêches traditionnelles qui, de fait, constituent souvent de bons exemples de la capacité des sociétés traditionnelles à gérer une ressource naturelle, la ressource halieutique.

Cependant la pisciculture est une activité agricole. L'étang est aménagé généralement sur un terrain qui appartient à un individu, la surveillance de l'étang et l'alimentation des poissons sont des tâches qu'il faudra exécuter en complément et parfois au détriment des autres activités agricoles. Les tentatives ayant cherché à communautariser l'élevage du poisson se sont, dans leur immense majorité, soldées par des échecs. Les raisons en sont multiples. Assez souvent, les membres qui se sont le plus impliqués dans l'élevage sont déçus par la faible rémunération que leur groupe leur octroie. Ils préfèrent alors abandonner l'activité. Parfois, le propriétaire foncier s'accapare l'étang puisque celui-ci a été édifié sur son terrain. Presque systématiquement, faute d'un profit suffisant pour satisfaire l'ensemble du groupe et d'une bonne entente, les étangs sont abandonnés.

Il est à remarquer qu'il n'y a pas d'avantage à ce que le poisson appartienne à plusieurs personnes. Ceci conduit à une déresponsabilisation et freine le nécessaire apprentissage des techniques de cet élevage et des règles de gestion de l'eau. Attention, ceci ne veut pas dire que la dimension sociale n'a pas d'importance et qu'il ne faut encourager que l'entreprise individuelle : l'établissement d'un tissu de relations d'échange et d'entraide est une condition indispensable à la réussite de l'innovation piscicole.



Le produit d'un élevage où le tilapia est seul dans l'étang. Les tilapias atteignent rarement une grosse taille.

Le modèle d'autosuffisance

Dans cette optique, chaque famille devrait posséder un petit étang dans son jardin pour produire le poisson nécessaire au ménage à partir de déchets divers. Là encore la plupart du temps cette approche s'est soldée par un échec :

- la qualité du produit (poissons de très petite taille du fait des reproductions anarchiques) et les quantités obtenues sur ces très petites surfaces ne satisfont pas les ménagères ;
- les aménagements sont de trop mauvaise qualité pour garantir une production rentable.

La polyculture, une technique validée par les paysans

Dès le début, les pisciculteurs africains témoignèrent un engouement pour la polyculture (élevage simultané de plusieurs espèces de poisson).

Rappelons que la polyculture est pratiquée au sein de la plupart des systèmes d'élevage en étang dans le monde (Asie du Sud-Est, Inde, Europe) et quasiment tout le temps au niveau de la pisciculture artisanale. La polyculture des cyprinidés en Chine, développée depuis plusieurs siècles, reste une référence universelle avec 1 à 3 espèces principales et 4 à 8 secondaires.

En pisciculture, la polyculture désigne l'association de plusieurs espèces de poissons dans un étang. Pour les productions végétales, l'association de diverses plantes, qualifiées alors de cultures associées, est largement pratiquée dans les systèmes tropicaux et présente de nombreux avantages :

- la somme des revenus tirés de ces différentes productions sur une même parcelle est supérieure au revenu de n'importe quelle culture isolée ;
- l'étalement des récoltes permet de mieux gérer les besoins des plantes par rapport à l'eau, ainsi que le désherbage, minimisant le risque de pertes.

La gestion de l'agrosystème cultivé permet, en termes socio-économiques, de minimiser les risques ou d'augmenter le revenu global. L'association des cultures correspond le plus souvent à une intensification de la surface (meilleure valorisation des unités de surface). Enfin, certaines associations de cultures présentent des interactions positives pour l'environnement des plantes en limitant l'érosion des sols, en apportant des engrais à une autre culture... Dans des systèmes de culture où toutes les opérations culturales se font à la main, le paysan peut adapter son geste à chaque plante. Les éventuelles pertes de temps sont donc minimales.

L'extrême développement de ce genre de pratique en Afrique (parfois poussé à des niveaux subtils de complémentarité) laisse à penser que dans ce référent omniprésent, les paysans sont spontanément très enclins à pratiquer une polyculture en étang.

La polyculture en étangs présente le même type d'avantages que l'association de cultures :

- améliorer le rendement ;
- sécuriser la production et alléger considérablement les problèmes de trésorerie. Les différentes espèces répondent aux besoins de différents types de consommateurs, les poissons se vendent dans différents circuits et à des saisons différentes ;
- améliorer le revenu en sélectionnant des espèces plus prisées (associées aux autres espèces) ;
- gérer la population de poissons qui permet de contrôler le nombre de poissons (par l'introduction d'une espèce carnassière), de limiter la prolifération de poissons indésirables et d'améliorer l'efficacité des fertilisants ou aliments.

Les fondements techniques de la polyculture

La diversification des espèces élevées (dont certaines avec des régimes alimentaires très différents) offre l'avantage d'augmenter la productivité piscicole à travers :

- l'augmentation des ressources alimentaires accessibles à la population des poissons ;
- la possibilité de créer de nouvelles ressources de fertilisation ;
- l'amélioration des conditions environnementales (oxygène, sels minéraux...) ;
- l'adaptation de l'effectif des populations aux ressources du milieu grâce à un contrôle des effectifs et à la limitation du risque de colonisation par des espèces indésirables.

Couramment, on distingue les espèces créatrices de fertilisation (consommatrices d'intrants et qui les rendent disponibles pour le réseau trophique (carpe commune et carpe herbivore...) et les espèces consommatrices qui exploitent cette disponibilité (ecarpe argentée et tilapia planctonophages...). C'est cette plus ou moins grande spécialisation des espèces qui permet de mieux exploiter l'étang en utilisant davantage les niches écologiques disponibles.

Vis-à-vis du rendement et de la valeur marchande de l'espèce principale, les autres espèces représentent un complément, une substitution, ou encore, un auxiliaire (un « facilitateur ») de rendement et de valeur de la production.

Des espèces complémentaires peuvent engendrer des synergies positives pour l'ensemble des espèces (la carpe herbivore par exemple). Il peut exister également des antagonismes ou concurrences entre espèces, qui nécessitent des choix. Ces derniers sont alors plutôt arbitrés en termes socio-économiques (accessibilité des différents alevins, facilité de gestion et de suivi de l'ensemble du peuplement piscicole, prix sur le marché des différents produits). La substitution se produit lorsque les espèces rentrent (au moins partiellement) en compétition. C'est le cas de l'association du silure et du tilapia : au-delà d'une certaine densité de silures, on observe une baisse plus rapide du rendement du tilapia. En Côte d'Ivoire, privilégier le silure en étangs fertilisés, ne se justifie que si le marché rémunère mieux cette dernière espèce.

Les densités d'empoissonnement doivent être proportionnées aux ressources : Lorsque le poisson n'arrive plus à s'alimenter correctement, il a tendance à élargir son spectre alimentaire, il peut alors rentrer en compétition avec des espèces avec les quelles il ne le serait pas s'il était moins abondant. Augmenter les densités d'empoissonnement entraîne une perte des effets bénéfiques de la complémentarité des régimes alimentaires des différents poissons en augmentant la concurrence sur les niches.

Il faut donc trouver la bonne combinaison d'espèces et les bonnes densités pour utiliser efficacement les ressources, maximiser les synergies et minimiser les antagonismes.

La pisciculture se faisant sur une base artisanale où il y a un recours très important à la main d'œuvre manuelle, la possibilité de trier les différents poissons n'est pas en soi un obstacle même si elle requiert plus de temps pour se procurer les alevins des différentes espèces de poisson et gérer les différents lots de poissons.

Quels sont les types de polyculture d'étangs pratiqués en Afrique tropicale humide ? (tableaux 1, 2, 3)

Les systèmes piscicoles en étang sont, dans leur très grande majorité, des polyculture dominée par le tilapia, surtout *Oreochromis niloticus* (deux ou trois autres espèces sont utilisées ponctuellement en particulier *Sarotherodon melanotheron* en milieu lagunaire et *Oreochromis aureus* parfois préféré à *Oreochromis niloticus*). Les rendements de tilapias fluctuent de 0,5 à 10 t/ha/an. Quelques fermes auraient choisi un silure comme espèce principale. Le groupe des silures avec les *Clarias gariepinus*, les *Heterobranchus isopterus* et les *Heterobranchus longifilis* constitue le deuxième grand groupe, la dernière de ces espèces (*Heterobranchus longifilis*) n'est utilisée que dans des systèmes de pisciculture intensifs avec aliment granulé.

En Côte d'Ivoire, en 2000, bien que très souvent oublié, l'*Heterotis* est vraisemblablement le troisième poisson par ordre d'importance en tonnage produit.



silures Les trois espèces de silures les plus élevées.

La plus grosse est *Heterobranchus isopterus*, celle de taille moyenne sur cette photo est *Clarias gariepinus* et enfin la plus petite est *Heterobranchus isopterus*.

Tableau 1. Principales espèces de Cichlidés utilisés en pisciculture en Afrique.

Famille	Genre (caractéristiques du genre)	Espèces	Caractéristiques et remarques diverses
<p>Dans la famille des Cichlidés, le groupe des tilapias regroupe 3 genres.</p> <p>Tous ces poissons se reproduisent facilement en étang et envahissent fréquemment le milieu.</p>	<p><i>Oreochromis</i> (la femelle incube les œufs dans sa bouche et veille sur les alevins pendant les premiers jours)</p>	<p><i>O. niloticus</i> (la plus élevée) <i>O. aureus</i> (présente dans certains élevages)</p>	<p>La première espèce est la plus élevée des tilapias. Elle a un régime omnivore et consomme surtout du plancton et du benthos (ensemble des organismes vivant sur le fond de l'étang). Espèces souvent introduites à partir des bassins des fleuves sahéliens.</p>
	<p><i>Tilapia</i> (les œufs sont pondus sur un support, les parents montent la garde des œufs et des alevins).</p>	<p><i>T. zilli</i></p>	<p>Espèce peu élevée mais très répandue avec une tendance herbivore plus marquée, ses performances de croissance sont médiocres. Envahit fréquemment les étangs et compromet la croissance des poissons élevés.</p>
	<p><i>Sarotherodon</i> (le mâle ou les deux parents incubent les œufs dans leur bouche et veillent sur les alevins durant les premiers jours).</p>	<p><i>S. melanotheron</i> <i>S. galilea</i></p>	<p>Espèce retenue pour les élevages en milieu lagunaire du fait de sa bonne résistance aux variations de salinité, croissance faible. Espèce très courante en milieu continental, également planctonophage, croissance moins bonne que l'<i>Oreochromis niloticus</i>.</p>
Cichlidés	<i>Hemichromis</i>	<i>H. fasciatus</i>	<p>Petit carnassiers se reproduisant facilement en étang, utilisé pour le contrôle de la reproduction des populations de tilapias. Il existe une autre espèce <i>Hemichromis bimaculatus</i>, beaucoup plus omnivore, qui envahit facilement les étangs comme le <i>Tilapia zilli</i>.</p>

Oreochromis niloticus.



Tilapia Zilli.



Hemichromis fasciatus. Ce dernier est la clef du succès pour les paysans d'une production régulière de gros tilapias.



Tableau 2. Autres grandes espèces de pisciculture d'origine africaine.

Famille	Genre (caractéristiques du genre)	Espèces	Caractéristiques et remarques diverses
Clariidés Ensemble de poissons appelés couramment silures. Ils ne se reproduisent quasiment pas en étang et prolifèrent à un tel point qu'ils ne peuvent atteindre une taille normale.	<i>Clarias</i> (une nageoire dorsale)	<i>C. gariepinus</i> et <i>C. anguillaris</i>	Espèces très élevées et largement diffusées dans les piscicultures africaines. Ces silures ont une seule nageoire sur le dos, ils sont omnivores avec une tendance carnassière. La distinction entre les deux espèces est une affaire de spécialiste. Note : d'autres espèces existent dont beaucoup restent de très petite taille.
	<i>Heterobranchus</i> (1 nageoire dorsale suivie d'une petite nageoire adipeuse)	<i>H. isopterus</i> <i>H. longifilis</i>	Espèces couramment élevées en particulier dans les zones de forêt. La première a en étang une croissance nettement moins forte que <i>Clarias gariepinus</i> et <i>Heterobranchus longifilis</i> , elle est souvent utilisée comme espèce secondaire là où elle abonde. La seconde espèce a une tendance carnassière très marquée et une forte croissance, elle n'est utilisée qu'en élevage intensif.
Ostéoglossidés	<i>Heterotis</i>	<i>H. niloticus</i>	Poisson présentant une forte croissance (peut atteindre 3 kg en 6 mois de croissance) et dont le régime alimentaire serait surtout benthophage. Se reproduit assez facilement en étang. Souvent introduit à partir des fleuves sahéliens.

Tableau 3. Principales espèces introduites d'autres continents pour la pisciculture africaine.

Famille	Genre (caractéristiques du genre)	Espèces	Caractéristiques et remarques diverses
Cyprinidés Ces poissons sont de grands poissons d'élevage au niveau mondial et ont été souvent introduits en Afrique. Ils forment le groupe des carpes.	<i>Cyprinus</i>	<i>C. carpio</i>	Appelée couramment carpe commune (dont il existe 3 grandes variétés : cuir, miroir commune), ces poissons sont surtout benthophages. Ils ne se reproduisent que de façon artificielle.
	<i>Carassius</i>	<i>C. auratus</i>	Carassin, poisson très voisins de la carpe, apprécié pour sa rusticité. Il est de plus petite taille que la carpe commune.
	<i>Ictenopharyngodon</i>	<i>C. Idella</i>	Carpe herbivore (ou amour blanc), elle fait partie des carpes chinoises. Son aptitude à consommer des végétaux fait de ce poisson un bon outil pour lutter contre la prolifération des végétaux et pour intensifier la pisciculture d'étang. Reproduction artificielle nécessaire.
	<i>Hypophthalmich-thys</i>	<i>H. molitrix</i>	Carpe argentée, phytoplanctonophage. Intéressant en polyculture d'étang. Reproduction artificielle nécessaire.

Heterotis,
un merveilleux poisson
d'accompagnement du tilapia.



La carpe herbivore, une fameuse opportunité de convertir de l'herbe en poisson.



Un remarquable échantillonnage d'une polyculture bien menée. Les *Oreochromis niloticus* sont de grandes tailles et homogènes, les *Hemichromis fasciatus* ont éradiqué tous les alevins, les *Heterotis* sont homogènes et n'ont pas fini leur croissance.



Association d'un carnassier à l'élevage de tilapia

La polyculture du tilapia avec une espèce carnassière est une idée déjà ancienne. Peu de temps après avoir identifié les tilapias comme espèces potentiellement intéressantes pour l'aquaculture, on s'est rendu compte que leur continuelle prolifération facilitait certes leur diffusion mais rendait difficile l'obtention de poissons de tailles intéressantes ; des essais d'introduction de carnassiers furent tentés dès la fin des années 60, afin de supprimer les alevins au fur et à mesure de leur naissance dans l'étang. Cette technique est souvent associée au sexage des tilapias dans le but de ne garder que les mâles pour le grossissement. Toutefois, les erreurs de sexage (présence de quelques femelles) rendent quand même nécessaire le recours aux carnassiers.

La plupart des projets ont retenu et retiennent encore le silure (souvent *Clarias gariepinus*) sous prétexte que cette association permet d'atteindre un meilleur rendement global, la croissance des tilapias en étant cependant affectée. Cette technique est très contraignante : il faut pouvoir disposer à chaque début de cycle d'alevins de silures bien calibrés pour éviter que ceux-ci ne s'attaquent aux tilapias en grossissement dans l'étang. De plus, si pour une raison quelconque la durée du cycle s'allonge, le silure, à croissance plus rapide, va délaissier les alevins de tilapia pour s'attaquer aux gros. La valeur de la production s'effondre alors puisque les gros poissons coûtent plus cher que les petits.

Si certaines saisons les alevins de silures abondent, ils sont difficiles à trouver dans le milieu naturel à d'autres moments de l'année. Le silure se reproduit rarement en étang (particulièrement en étang fertilisé). La réalisation d'une écloserie devient alors une nécessité, mais rend aussi le pisciculteur dépendant de structures étroitement liées à des financements extérieurs. Par ailleurs, les résultats des petites écloseries en condition paysanne restent hasardeux, notamment à cause de la forte tendance cannibale des alevins de silure.

Dans les milieux extensifs, le *Clarias* s'est révélé un piètre carnassier, incapable d'éradiquer les alevins. Par contre, quelques individus ont une croissance si forte qu'ils sont capables de s'attaquer aux gros tilapias au bout de 4 à 5 mois.

Face à cela, tous les paysans à qui on laisse le choix (et au vu des grandes difficultés pour s'approvisionner en alevins de silures) retiennent plutôt l'*Hemichromis fasciatus*, d'une gestion beaucoup plus souple. Ce petit carnassier, de taille nettement inférieure au tilapia, ment ne peut s'attaquer qu'à leurs alevins. Il limite aussi la prolifération des petites espèces de poissons indésirables (*Tilapia zilli*, *Hemichromis bimaculatus*, etc.). Se reproduisant à un rythme comparable au tilapia, il a donc tôt fait d'envahir le milieu. C'est avec ce carnassier que les croissances les plus rapides du tilapia ont été observées. Ceci lui confère un nouvel avantage : il permet d'obtenir rapidement un produit de belle taille, mieux apprécié par le consommateur. Pour les pisciculteurs qui utilisent un aliment ou fertilisant, l'éradication totale des alevins de tilapia (premiers compétiteurs des gros tilapias pour la ressource alimentaire), permet de valoriser deux fois mieux les intrants. De plus, la présence de carnassiers facilite le contrôle des populations. Il n'est alors plus nécessaire de pratiquer de pêches fastidieuses et hasardeuses pour éliminer les alevins. Ceci n'empêche pas, une fois le milieu contrôlé par les *Hemichromis* d'utiliser judicieusement quelques silures mis après le début du cycle, et à une densité où ils n'influenceront pas la croissance des *Oreochromis niloticus*.

La polyculture d'*Heterotis niloticus*

La polyculture avec l'*Heterotis niloticus* devient systématique en Côte d'Ivoire dès la fin des années 80. Les producteurs apprécient d'avoir un gros poisson de grande consommation. Aujourd'hui, dans les campagnes où il est connu, l'*Heterotis* de pisciculture se vend au même prix que le tilapia.

La maîtrise du cycle complet de ce poisson en polyculture avec des tilapias et des *Hemichromis* nécessite un authentique savoir-faire que de nombreux paysans ne tardent pas à acquérir. En outre, cette espèce ne semble pas induire une diminution du rendement du tilapia, mais paraît au contraire parfaitement complémentaire. On laisse un nombre très limité de géniteurs (de plus de 1 an et demi) se reproduire, on observe la façon dont le couple reproducteur surveille les alevins et lorsque ceux-ci paraissent suffisamment grands pour être isolés, ils sont pêchés (au bout de 1 à 2 mois).

En termes économiques, l'association de l'*Heterotis* au tilapia correspond à une utilisation plus intensive de la surface. En améliorant la valorisation de l'aliment (principale charge de ces systèmes) de 15 à 40 %, le poisson améliore la valorisation du fonds de roulement en allégeant la contrainte de trésorerie. Par ailleurs et contrairement au tilapia, il ne subit pas la compétition saisonnière des tilapias issus de la pêche continentale. Il est intéressant de constater que cette introduction dans l'élevage se traduit parfois par des charges de travail plus importantes. Il y a donc intensification de l'utilisation du facteur travail par rapport au facteur surface.

Trois étapes de la reproduction de l'*Heterotis*. La confection du nid dans une plaine herbeuse inondée, les parents qui veillent sur leur banc d'alevins (observable ici lorsqu'ils remontent en surface pour respirer) et enfin, des alevins de 45 jours la limite inférieure pour être mis en grossissement.



La polyculture avec les cyprinidés

En Afrique, les informations sur des polycultures tilapia-cyprinidés sont limitées. L'approvisionnement en alevins de cyprinidés est souvent mal maîtrisé et c'est là la principale limite de cette association. Dans le cadre d'une polyculture avec tilapia, la carpe herbivore (*Ctenopharyngodon idella*) présente un fabuleux potentiel de développement si on mesure sa participation au rendement : en situation assez extensive, l'introduction de carpes chinoises permet d'augmenter de 60 à 100 % le rendement de cette production. Ces chiffres ont été obtenus grâce à un apport de végétaux frais qui permet une intensification avec les moyens effectivement accessibles aux populations. La carpe herbivore permet par ailleurs de limiter l'envahissement des étangs par des végétaux.

Pour la carpe commune, à partir des données de cycles de production il semble que l'addition de carpe commune à élevage de tilapia soit favorable, l'action de « labourage » du fond facilite les flux de matières organiques ou inorganiques à travers le réseau trophique. Les effets spécifiques de l'*Heterotis* et de la carpe commune n'ont jamais été comparés et aujourd'hui il n'est pas possible de se prononcer sur leur éventuelle compétition ou complémentarité. Au Cameroun, depuis 40 ans, en pays Bamiléké, la carpe commune jouit d'une excellente réputation mais la faible quantité d'alevins produits les rend indisponibles pour le producteur de base.

En guise de conclusion : comment optimiser la polyculture d'étang ?

Il ne faut surtout pas oublier que la façon dont la polyculture évoluera dépend de nombreux facteurs socio-économiques qui conditionnent la disponibilité en alevins, la nourriture disponible (volumes et coûts, transport...), les ressources de l'exploitant et la demande du consommateur (tailles marchandes et prix des différentes espèces).

Le tilapia restera vraisemblablement l'espèce principale de la polyculture : généraliste, de reproduction maîtrisable par tous les pisciculteurs. Il doit cependant être obligatoirement associé à un prédateur efficace. Des progrès sont peut-être à faire dans certaines zones et dans certains milieux, particulièrement lorsque la propagation de l'*Hemichromis fasciatus* est difficile.

Au sein de la polyculture où pour le moment l'espèce principale est le tilapia, le développement d'espèces sources de fertilité permettra d'ouvrir de nouvelles voies d'intensification des systèmes en place. On peut penser à une espèce macrophytophage qui permettra de valoriser la végétation spontanée des bassins, ou à un apport extérieur de végétaux, et à une espèce benthophage et fousseuse (de type carpe commune) pour exploiter et rendre disponible la matière organique du benthos, partiellement exploitée par le tilapia. Enfin, le tilapia, décrit comme omnivore, est réputé exploiter assez mal les différentes niches dans lesquelles il puise son alimentation. Il y a donc sans doute possibilité d'associer des espèces strictement planctonophages (type carpe argentée). Il est difficile de prévoir le nombre d'espèces qui sera retenu par la pisciculture africaine d'étangs. L'augmentation du nombre d'espèces s'accompagne en principe d'une amélioration de la valorisation du milieu et des intrants mais se heurte à un problème de gestion (disponibilité nécessaire de nombreux alevins différents) et de maîtrise des interactions entre espèces. Pour l'accompagnement de l'évolution des modèles, un nombre élevé de poissons interdira un travail de sélection génétique rendu possible dans un modèle plus simple. Il demandera également un travail important de recherche-développement (au moins au début, pour l'adaptation du cycle de l'espèce aux conditions d'élevage). Le recours à des espèces introduites a pris un nouvel accent avec le souci accru de préserver la biodiversité, pour laquelle la pisciculture constitue de toutes façons un risque (au même titre que le jardinage et l'agriculture sur la flore naturelle). Cette délicate question oppose différentes manières de voir ce type d'élevage :

- celles qui veulent l'usage exclusif des espèces autochtones au risque de pénaliser le développement de la pisciculture ;
- celles qui privilégient l'utilisation des espèces bien connues et très utilisées et qui disposent de ce fait de nombreux avantages pour les développeurs.

Tant sur le plan mondial que local, force est de constater que la plus grande part des espèces élevées ont été introduites (*Oreochromis niloticus* et *Heterotis niloticus* n'étaient pas présents dans les bassins côtiers de Côte d'Ivoire, ils constituent aujourd'hui la plus grande part de la production aquacole et de la pêche continentale). Dans tous les cas, le souci de préserver les écosystèmes naturels doit être présent au cours des tentatives d'amélioration des systèmes d'élevage. Les espèces à introduire ne doivent l'être que dans le cadre d'introduction en milieu contrôlé et non dans le milieu naturel. Le choix d'introduire de nouvelles espèces est une décision politique. L'autorité doit peser le risque qui pèse sur les écosystèmes naturels face aux avantages économiques et sociaux que représente l'élevage du poisson. Quant aux espèces qui sont déjà naturalisées dans certains pays, leur élevage ne constitue plus un nouveau risque pour la biodiversité. Les espèces à privilégier sont celles situées en bas de la chaîne trophique (c'est-à-dire végétariennes ou planctonophages) en mesure de valoriser des produits végétaux et disposant de bons indices de conversion des protéines. Il est néanmoins possible d'associer une petite production accessoire à haute valeur ajoutée (poisson « noble » carnassier par exemple) si le marché le permet.

En conclusion, l'adoption ou non de la polyculture dépendra des résultats biotechniques des différentes espèces dans les différents systèmes d'élevage. Elle dépendra en particulier de la souplesse d'adaptation des densités d'empeusement aux conditions locales (production d'alevins, demande du marché...), mais restera principalement déterminée par les structures socio-économiques susceptibles de porter le développement piscicole, principalement l'organisation de la production d'alevins. Réciproquement, la production d'alevins peut être un moteur d'organisation des producteurs pour prendre en charge d'autres fonctions autour de l'activité piscicole.

Quelles approches pour raisonner sur la fertilisation organique des étangs ? réflexions à partir d'études de cas

En préalable, fertilisation ou alimentation ?

Dans un étang, il est toujours assez difficile de savoir exactement ce que le poisson mange. Des expériences ont montré que même lorsque le tilapia était alimenté en aliment composé (sensé couvrir l'ensemble de ces besoins), il tirait encore une partie importante de son alimentation de l'étang. En effet, l'étang est un écosystème complexe basé à la fois sur la photosynthèse (via le phytoplancton) et une activité bactérienne de dégradation de la matière organique, essentiellement à l'interface eau-sédiment. Cet écosystème transforme en permanence la matière organique et la restitue sous des formes diverses au poisson.



Le son de riz artisanal, un aliment ou un fertilisant. Le tilapia a la remarquable faculté de ramasser des farines disséminées sur l'eau et de les trier, il n'en insère qu'une toute petite partie.

Même dans des systèmes extensifs, le pisciculteur n'hésite pas à « nourrir » son étang en vue d'accroître la production de poisson.



Il était traditionnellement connu que l'apport de la fertilisation organique était en mesure de stimuler l'ensemble des compartiments de cet écosystème, davantage qu'une fertilisation minérale qui ne pouvait stimuler que la photosynthèse. On s'est aussi aperçu que parfois le tilapia avait tendance à ingérer directement une partie des fertilisants. Il est donc difficile d'établir une limite claire entre la fertilisation et l'alimentation et lorsqu'on utilise des sous-produits de faible valeur alimentaire (des sons de céréales, des déchets d'élevage), ce qui est le plus souvent le cas en Afrique, il est plus juste de parler de fertilisation que d'alimentation.

Les systèmes techniques de pisciculture les plus répandus sont basés sur la fertilisation organique (fertilisation de l'eau des étangs par des sous-produits agricoles, végétaux (son et farine basse de riz, de blé, de maïs...) ou animaux (déjections de porcs, volailles...)). La fertilisation induit le développement d'une large gamme d'organismes dans l'étang (plancton, invertébrés...) qui servent de nourri-

ture aux différentes espèces de poissons élevées. Une fertilisation organique déficitaire en certains éléments minéraux (son de riz déficitaire en azote...) peut être utilement complétée par une fertilisation minérale (urée...). Enfin, la fertilisation peut être complétée par des aliments composés industriels ou artisanaux dans certains cas, mais cette situation est rare. La fertilisation constitue la principale charge dans ces systèmes d'élevage. Il est donc essentiel d'être en mesure d'optimiser les pratiques en fonction des objectifs recherchés par le pisciculteur.

Limites de l'approche classique, à partir d'une densité de poissons fixée à priori

Classiquement, les conseillers piscicoles de projets posent d'emblée une densité d'élevage (le plus souvent 2 poissons par m² parfois 1 poisson par m²) puis demandent au pisciculteur de se procurer une quantité suffisante de fertilisants de façon à atteindre la croissance recherchée, ce qui exige du temps et de l'argent. Dans cette situation, le paysan n'a aucune marge de manœuvre. Il doit coûte que coûte collecter les sous-produits en mesure de faire grossir les poissons. Très souvent, il n'y parvient pas et n'obtient que de petits poissons. Cette approche n'est pas pertinente. La question doit être posée différemment.

Une approche par les quantités de fertilisants disponibles sur l'exploitation

Il est plus efficace de déterminer les densités d'élevage (le nombre de poissons) à partir de la quantité de fertilisants à laquelle le paysan a accès facilement, et en fonction de ses objectifs d'élevage (taille marchande des poissons, durée d'élevage...) Si la croissance obtenue est trop lente, c'est en général que la densité d'élevage choisie est trop élevée. Il faut alors réduire le nombre de poissons dans l'étang.

Il est possible de faire des simulations des résultats de croissance et de rendement en fonction des densités d'élevage en connaissant au préalable les disponibilités en fertilisants et les caractéristiques des cycles d'élevage d'un pisciculteur (**tableau 4**). Ces simulations montrent bien l'importance du choix de la densité. Dès que les tilapias sont en excès (4 poissons au m² est un chiffre rapidement

Tableau 4.

Simulation de l'importance du choix de la densité dans un environnement faiblement fertilisé ; PM indique le poids moyen d'un poisson, évalué en général en divisant le poids d'un lot de poisson par le nombre d'individus.

Densité retenue (poissons par m ²)	Poids moyen final et rendement net	Durée d'élevage choisie (jours)			
		120	180	240	300
4	PM final atteint (g)	31	31	31	31
	Rdt net (t/ha/an)	0.08	0.08	0.07	0.07
2	PM final atteint (g)	45	51	56	61
	Rdt net (t/ha/an)	0.91	0.85	0.79	0.74
0,5	PM final atteint (g)	120	156	187	216
	Rdt net (t/ha/an)	1.39	1.27	1.20	1.14
0,2	PM final atteint (g)	219	308	389	463
	Rdt net (t/ha/an)	1.15	1.13	1.09	1.05
0,15	PM final atteint (g)	246	365	472	571
	Rdt net (t/ha/an)	0.99	1.02	1.01	0.99

atteint dès qu'il y a des reproductions dans l'étang), on s'aperçoit que le rendement est nul. Par contre, si la densité est bien choisie et contrôlée, on peut obtenir rapidement de gros poissons, bien appréciés sur le marché, avec un rendement légèrement inférieur au rendement maximal.

La pratique de la fertilisation reste un outil privilégié de l'amélioration des performances de la pisciculture d'étangs. Avant de rentrer dans des aspects plus techniques, il faut souligner l'impact de cette gestion par le pisciculteur sur le milieu étang. La pratique de la fertilisation est un ensemble de gestes qui, combinés à des observations quotidiennes, permet de gérer le milieu de l'étang afin d'améliorer sa productivité. Les éléments pris en compte sont nombreux : le temps de pipage des poissons (le matin les poissons sont à la surface et respirent la lame d'eau la plus chargée en oxygène), leur appétit et leur comportement en général, la couleur de l'eau et la façon dont-elle évolue au cours de la

journee, les quantites d'aliment ou de fertilisation deversées et surtout les résultats de croissance obtenus lors des pêches de contrôle. Une fois l'étang empoissonné, le pisciculteur dispose encore de nombreux moyens pour gérer son milieu : la fréquence et la façon dont il deversera les fertilisants, le renouvellement éventuel de l'eau, les pêches de contrôle. Tout ceci rappelle que la fertilisation est une composante importante de " l'itinéraire technique " ou du " suivi du cycle des poissons " au sein duquel le pisciculteur a un rôle déterminant.

Une approche en termes économiques

A côté du savoir-faire qui permet de gérer le milieu d'élevage, il faut remarquer que la recherche de l'optimum technique reste complexe. Celle de l'optimum économique l'est encore davantage. Nous allons aborder quelques notions à partir d'études de cas.

● Premier cas : l'urée

L'essai présenté en **tableau 5** est une bonne illustration de l'écart qui existe entre l'optimum économique et l'optimum technique. Cette expérimentation compare différentes doses d'urée dans des étangs équipés d'acadjas (bambous plantés dans le sol de l'étangs sensés augmenter les ressources alimentaires pour le tilapia) Une polyculture était pratiquée (0,75 tilapias/m², 2 *Heterotis*/are, 3 silures/are et 1 carpe herbivore/are uniquement dans les deux derniers essais). Cet essai est cité uniquement à titre d'exemple et ne doit pas être pris comme une norme technique absolue.

Alors que le rendement progresse avec la dose de fertilisant, le calcul des marges économiques dans l'environnement de la Côte d'Ivoire montre que seule la première dose est rentable (**figure 1**). Ces courbes sont bien entendues variables en fonction des prix du marché, ici elles sont calculées pour un prix du poisson de 500 FCFA/kg et pour l'urée 400 FCFA/kg, prix qui tient compte des coûts de transports et de déplacement du planteur vers la ville pour se l'approvisionner. On s'aperçoit que le pisciculteur ne gagne pas davantage d'argent à 17 g/are et à 50 g/are. Il a donc intérêt à retenir la dose la plus basse ou il court le moins de risques techniques et financiers. Ces courbes seraient différentes si les intrants étaient meilleur marché (ce qui favorise une utilisation accrue de cet intrant et donc une intensification). Pour une compréhension encore plus fine, il faudrait aussi prendre en compte le coût de la trésorerie.

Tableau 5. Optimisation d'une dose d'urée en étang non fertilisé.

Dose d'urée (g/are/j)	0	17	33	50
Rendement moyen (t/ha/an)	1,36	2.57	3.00	3.49

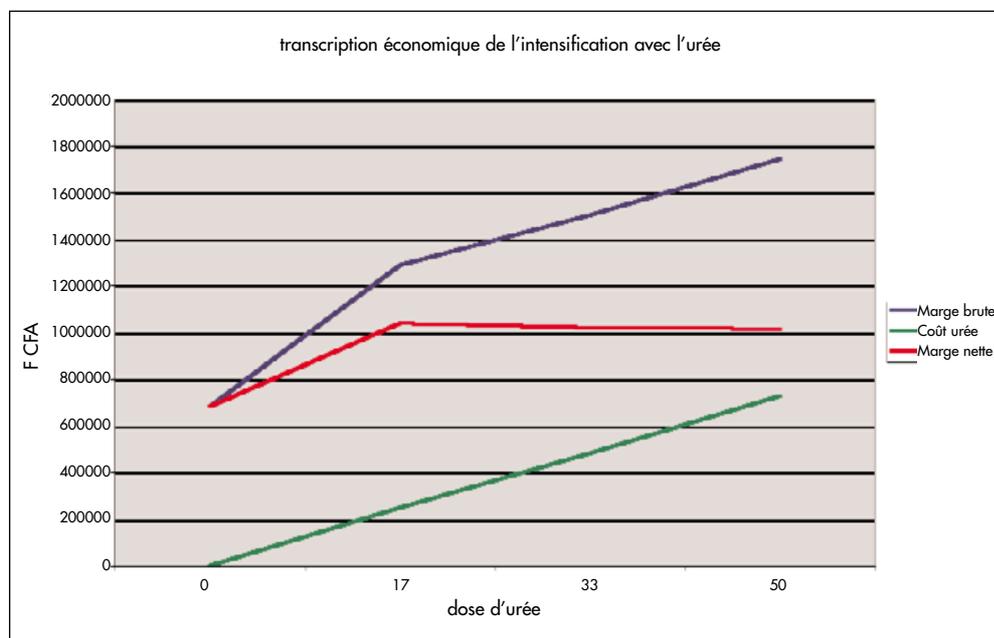


Figure 1.

Transposition économique de l'essai présenté dans le tableau 5 (1 000 FCFA = 1,52 €).

Cet exemple illustre très bien le grand écart qu'il y a en pisciculture entre l'optimum technique (le meilleur rendement) et l'optimum économique (la meilleure marge) qui, en pisciculture d'étangs, se situe toujours dans des zones plus extensives. Le même effet se retrouverait sur chacun des intrants (aliments, alevins, etc.). L'objectif d'un programme de recherche-développement est donc de rechercher la combinaison qui maximise le revenu (et parfois la valorisation de la trésorerie).

● Deuxième cas : la combinaison de fertilisants

Des essais menés en Côte d'Ivoire ont permis de montrer que le rendement obtenu avec 500 g de son et 50 g d'urée (par are et par jour) était seulement de 7 % inférieur à celui obtenu avec 2 kg de son par are et par jour ou 2 kg de son et 1 200 g d'urée par are et par jour. En combinant ces sous-produits de caractéristiques différentes, il est possible d'en obtenir une meilleure valorisation. A ce

titre, la combinaison d'un intrant riche en carbone (tel que le son de riz) avec un fertilisant riche en azote (tels l'urée, les fientes de poule ou les lisiers de porcs) offre de très intéressantes possibilités. L'intérêt de l'urée est à noter, étant donné la faiblesse en azote de la majeure partie des intrants disponibles (son de riz, farine basse de riz, paille, végétaux frais, etc.). Ce fertilisant minéral se présente comme une complémentarité azotée possible et souvent assez accessible à une utilisation plus optimale de nombreux fertilisants organiques disponibles. Toutefois, les fortes doses d'urée entraînent des phénomènes de pollution, détectables à la perte d'appétit des poissons et à leurs mauvaises performances.

● La fertilisation par des élevages associés

Une fois les étangs installés, de nombreux projets d'amélioration consistent à y adjoindre un élevage associé. Il s'agit en général d'un poulailler sur pilotis (20 à 40 poulets/are), parfois d'une porcherie (1 à 1,5 porc/are). Par la suite, on constate souvent l'abandon de l'élevage, ce qui est classiquement mis sur le compte des faibles capacités de gestion des paysans. En théorie, les avantages sont nombreux : plus besoin d'alimenter les poissons, augmentation du rendement en poisson. En fait, une étude détaillée montre plutôt une incompréhension par les promoteurs de ces projets, du fonctionnement économique des paysans et des réalités du terrain.

Poulailler sans poulet au-dessus d'un étang.



En général, les élevages intensifs au-dessus des étangs dégagent une marge assez faible qui, dans le meilleur des cas, atteint 25 % du produit brut. Il faut y ajouter la construction du bâtiment qui fait souvent appel à des matériaux non disponibles sur le village. Ce type d'élevage met le paysan en situation délicate puisqu'il dépend des services d'approvisionnement d'aliment et des services vétérinaires, non disponibles au village. Or, les déplacements en Afrique et la communication entre les villages et les villes sont très lents et souvent problématiques. Cet élevage présente aussi un certain nombre de risques (un retard sur la vente accroît la consommation d'aliment, une épidémie peut remettre en cause la rentabilité d'une bande). On a alors souvent recours à un crédit pour palier les difficultés de trésorerie. Cette technique présente donc un intérêt limité du fait des frais financiers et de toutes les contraintes qui pèsent sur le crédit en milieu rural).

Le **tableau 6** illustre la comparaison des deux techniques.

Si la valorisation de la surface est meilleure, il faut souligner le niveau de risque élevé qui pèse sur le pisciculteur-éleveur. Au moindre aléa, une rupture de fonctionnement du système est possible. Par ailleurs, un pisciculteur qui adopterait le premier système sur un étang deux fois plus grand, gagnerait davantage d'argent que dans le système associant un élevage, avec beaucoup moins de risque...

Tableau 6. Comparaison indicative entre une situation de pisciculture et une situation de pisciculture associée à un élevage, en FCFA (1 000 FCFA = 1,52 €).

Opération	Pisciculture simple	Situation avec un élevage associé	Observation
Achat d'aliments et alevins pour poisson	20 000	5 000	
Vente des poissons	100 000	130 000	
Achat d'aliments et frais d'élevage		150 000	Les coûts sont souvent beaucoup plus élevés si on intègre les coûts de déplacement du village à la ville
Vente des animaux		170 000	
Marge nette	80 000	145 000	
Valorisation de la trésorerie (%)	500	194	

L'augmentation du revenu par l'élevage accroît la vulnérabilité du paysan, préjudiciable à l'ensemble du fonctionnement de la pisciculture. Dans la plupart des environnements économiques d'Afrique de l'Ouest, l'association d'un élevage à la pisciculture fragilise le fonctionnement de la pisciculture.

En conclusion, s'il est vrai que l'intégration d'un élevage à la pisciculture accroît les performances de la pisciculture, cette voie doit plutôt être conçue comme une façon d'améliorer la performance de différentes unités déjà présentes au sein d'une exploitation. A ce jour, il reste très hasardeux, d'utiliser cette voie pour intégrer un élevage intensif hors-sol dans les exploitations et, les projets qui l'ont tenté se sont tous soldés par des échecs.

Le modèle d'élevage semi-intensif en petits étangs

Ce modèle a été développé en Côte d'Ivoire à partir de la fin des années 80. Sur cette base, certains pisciculteurs installés à cette époque poursuivent leur production et vendent régulièrement des quantités significatives de poissons. Ils constituent de fait les pionniers d'une pisciculture paysanne dans leur pays.

Le modèle d'élevage proposé

L'élevage du tilapia *Oreochromis niloticus* se déroule dans trois types d'étangs :

- étangs de géniteurs. Production d'alevins pêchés à 0,5 ou 1 g ;
- étangs de fingerlings. Prégrossissement des alevins jusqu'au stade fingerlings (juvéniles de 15 à 30 g) ;
- étangs de production. Tilapias mâles (sexage manuel des fingerlings avant l'empoissonnement) contrôlés par des carnassiers, destinés à produire des poissons d'un poids moyen supérieur ou égal à 200 g.

Le modèle technique privilégie la maîtrise des facteurs de production par le pisciculteur (alevins, intrants, commercialisation). Les intrants retenus sont le son de riz et des déchets organiques d'élevage ou d'abattoir. Ce modèle permet une gestion rationnelle et simple. Les cycles s'enchaînent logiquement : trois étangs de production sont alimentés à tour de rôle par les mâles issus de l'étang de fingerlings, ce dernier étant à chaque fois réempoissonné par l'étang de géniteurs. Chaque vente et chaque sexage sont associés à une vidange. Tous les étangs sont compatibles avec toutes les phases du cycle, ce qui permet une réorganisation facile de l'exploitation.

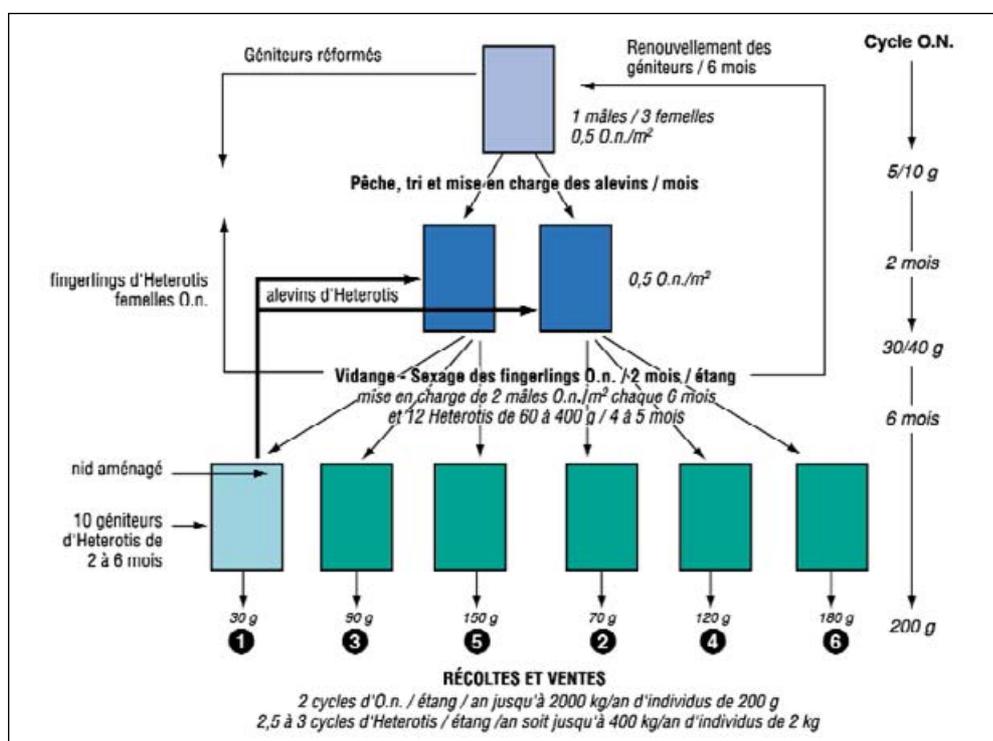


Figure 2.

Le modèle d'élevage périurbain. Ce modèle permet une parfaite autonomie du pisciculteur pour la production de ses alevins.

A cette rationalité du schéma d'exploitation, s'ajoute aussi une souplesse de gestion dans la mesure où les durées de cycles pourront s'adapter suivant les performances techniques et le marché. En pratique un retard de trois mois ne perturbe pas sensiblement la production.

La maîtrise de la technique par le paysan exige un certain savoir-faire : la fertilisation n'est possible qu'à condition de posséder une bonne maîtrise de l'eau et une profondeur suffisante des étangs (60 cm). La maîtrise de l'élevage nécessite de préciser les quantités d'aliments ou de fertilisants, les croissances des poissons déterminées par les pêches de contrôle, l'appétit des poissons, la couleur de l'eau, le temps de pipage.

L'emploi de carnassiers stricts (type *Hemichromis fasciatus* ou *Parachanna obscura*) permet un contrôle de la population de tilapias, mais le maintien d'un stock suffisant de ces carnassiers est délicat.

La polyculture proposée systématiquement, associe l'*Heterotis niloticus* et l'*Heterobranchus isopterus*. L'*Heterotis* a son propre cycle de production divisé en trois phases : les géniteurs sont dans un étang de production de tilapias, l'étang de fingerlings est commun, les autres étangs de production de tilapias servent à la fois à la production d'*Oreochromis* et d'*Heterotis*. Les juvéniles d'*Heterobranchus isopterus* pêchés dans les marigots sont introduits à la densité maximale de 20 individus par are dans les étangs de production de tilapias. Ces systèmes produisent des rendements de l'ordre de 4 à 15 t/ha/an, selon le niveau d'apport de fertilisants. En conséquence, la principale contrainte de ces modèles semi-intensifs est l'approvisionnement en intrants. Par exemple, il faut entre 5 et 20 kg de son des moulins artisanaux pour produire 1 kg de poissons ! Ceci limite le développement de ces techniques à la proximité immédiate de sources bon marché de ces sous-produits, d'où le qualificatif de modèles périurbains.

Porter un diagnostic sur la performance des cycles des pisciculteurs en étangs fertilisés est délicat. C'est en particulier lié à la différence d'environnement de chaque exploitation. Par exemple, les disponibilités physiques et les prix des sous-produits agricoles utilisables pour la fertilisation des étangs (sous-produits de riz, déchets d'animaux) sont variables. Des indicateurs laissent à penser que la technique d'élevage décrite ci-dessus, pouvait être améliorée. Le premier indicateur est le niveau souvent médiocre des rendements. Il semble indiquer que la pratique de la fertilisation (en dehors des problèmes d'empoisonnement faciles à identifier et à enrayer tels que la gestion des carnassiers) induit de nombreux problèmes. Le second est la faible taille finale des produits, alors que le marché réclame une taille supérieure. Notons que toutes les études, certes partielles, montrent qu'à prix constant la demande pour les poissons de pisciculture augmente lorsque la taille des poissons augmente. Sur certains villages entre un poids moyen de 200 g et un poids moyen 400 g, la demande avait été multipliée par plus de 50 ! Ceci rappelle les exigences des consommateurs qui, lorsqu'ils ont le choix entre des poissons de mer et de pisciculture, ne privilégient ces derniers, à prix égal, que s'ils sont de bonne taille.

Dans le but d'explorer les performances maximales du système technique basé sur la fertilisation organique, le projet piscicole du Centre-Ouest en Côte d'Ivoire a organisé un concours du « meilleur pisciculteur » en 1995-1996. Les résultats de ce concours ne représentent pas les résultats moyens atteints par les pisciculteurs en milieux fertilisés dans le Centre-Ouest. En revanche, ils ont été obtenus en conditions réelles. Ils illustrent bien les potentialités de l'élevage de tilapias mâles sexés manuellement et associés à un prédateur, lorsque les savoir-faire sont correctement transmis en étangs fertilisés.

Traditionnellement, en Afrique, les meilleures productions sont obtenues avec une densité élevée. Les résultats plus récents indiquent la possibilité d'obtenir de bons rendements avec des densités plus faibles sur des périodes assez longues. Pour les cinq premiers cycles (**figure 3**) dont les rendements dépassent tous 5t/ha/an (moyenne du rendement en *Oreochromis niloticus* mâle: 6,7 t/ha/an), la moyenne des densités initiales est de 1,32 *Oreochromis niloticus*/m². Quant aux GMQ (gain moyen quotidien, en g/poisson/jour), ils sont compris entre 1,06 et 1,93 g/j, la moyenne étant de 1,6 g/j . Il est intéressant de comparer ces chiffres avec ceux du meilleur pisciculteur de cette région obtenus au cours de la première phase du projet en 1988, le GMQ moyen était alors de 0,7 g/j (variant de 0,51 à 1,05), le rendement moyen de 4,4 t/ha/an (variant de 1,5 à 6,6) et la moyenne des densité de 2 *Oreochromis niloticus*/m² (variant de 1,4 à 3).

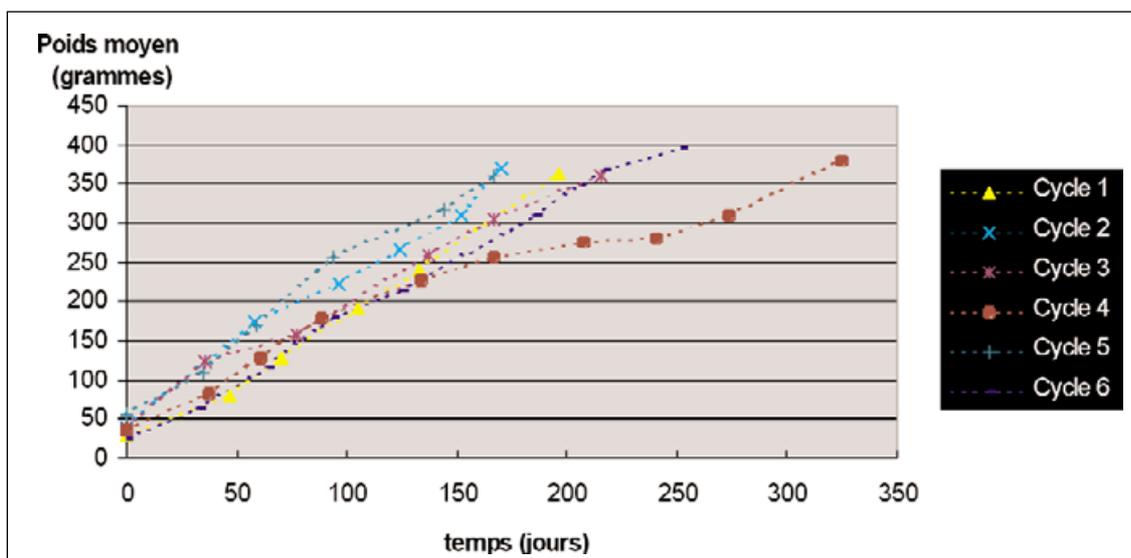


Figure 3. Courbes de croissance des *Oreochromis* mâles des différents étangs du concours.

Bien que la polyculture ne soit pas forcément optimisée, son intérêt ne fait pas de doute. Le rendement des espèces complémentaires peut atteindre plus de 30 % du rendement total. Par ordre d'importance, l'espèce principale est l'*Heterotis niloticus*, dont le rendement peut dépasser 1 000 kg/ha/an, avec des GMQ dépassant couramment 10 g/j. Ensuite vient le silure *Heterobranchus isopterus*, aux potentialités de croissance plus modestes (dans les cycles de concours son rendement n'excède pas 500 kg, la moyenne des rendements disponibles sur l'échantillon est de 385 kg/ha/an). Il est aussi intéressant de souligner que la relative homogénéité des résultats de ces concours a été obtenue avec des sous-produits très diversifiés (son de riz, farine basse de riz, bouse de bœufs, fiente de poulet, urée...). Ce résultat se retrouve au niveau de l'ensemble des pisciculteurs performants : à l'aide des intrants accessibles dans leur environnement, ils obtiennent des croissances normales pour leurs poissons. Ceci traduit le caractère à la fois robuste et adaptable de ces modèles.

Il apparaît que l'objectif du pisciculteur n'est pas de maximiser la production à l'are mais d'optimiser la croissance pour procurer la meilleure valorisation des liquidités dépensées. Le principal déterminant de cette optimisation est le lien entre la densité d'élevage et les objectifs de croissance (taille finale demandée par le marché et durée souhaitable du cycle pour le pisciculteur et pour sa trésorerie dans un environnement donné d'accessibilité aux intrants). Les pisciculteurs expérimentés ont une très bonne maîtrise de ces équilibres : ils savent quelle densité adopter, compte tenu du niveau d'intensification praticable (déterminé par la quantité d'intrants accessible au pisciculteur).

A ces niveaux d'intensification, les potentialités génétiques de croissance de la souche ne semblent absolument pas limitantes (des croissances de 3,6 g/j entre pêches de contrôle ont été observées au cours des cycles). Seules les ressources accessibles à chaque poisson (donc la densité) et les calendriers d'élevage sont à ajuster.

Présentation socio-économique

Ce type de pisciculture a permis la mise au point de modèles beaucoup plus souples et performants, propres à s'adapter à des environnements divers et variés décrits dans la partie suivante. Néanmoins, ce modèle garde une certaine portée de développement dans des environnements au contexte socio-économique favorable, avec en particulier des sous-produits agricoles bon marché et disponibles en quantité suffisante.

Le compte d'exploitation présenté ci-après est celui d'une ferme dont l'installation a débuté vers 1983, l'orientation marchande a été prise en 1986, et elle comportait 10 étangs fonctionnels lors du suivi économique effectué en 1990 et 1991. Le fonctionnement de cette ferme a peu évolué par la suite avec simplement une tendance à la réduction des besoins en fonds de roulement grâce à une légère diminution de la densité d'empoissonnement, un raccourcissement des cycles et une légère diminution des intrants. Cette ferme était toujours en activité en 2002 ; 229 jours de travail ont été consacrés à l'exploitation et 260 à la commercialisation (déplacement maison-exploitation non compris) ; en 1990, la productivité de la journée de travail est de 1 913 FCFA, la productivité de l'are est de 20 790 FCFA (**tableau 7**).

A titre indicatif, les différentes comparaisons entre pisciculture et riziculture irriguée montrent une meilleure productivité du travail pour la pisciculture (de plus de 60 %) ainsi qu'un revenu par unité de surface 2 à 3 fois supérieur pour la pisciculture.

Le besoin en fonds de roulement pour la pisciculture est voisin de celui de la riziculture.

Seul le maraîchage offre une meilleure valorisation de la surface. Par contre la valorisation de la trésorerie et la productivité du travail du maraîchage sont nettement moins élevées.

Tableau 7. Compte d'exploitation d'une ferme de 10 étangs de 4,5 ares, alimentation son de riz et fertilisation avec des déchets d'abattoir (500 FCFA = 1,52 €, avant dévaluation). (O n : *Oréochromis niloticus*, H n : *Hétérotis*, H is : *Heterobranchus isopterus*, H lg : *Heterobranchus longifilis*, al : alevins). L'amortissement du petit matériel et des étangs est calculé respectivement sur 5 et 20 ans.

CHARGES	F CFA	PRODUITS	F CFA
Aliment Son de riz 23 850 kg x 2 FCFA	47 700	Vente O n (Pm 150-220 g) 1321 kg x 500 F	660 500
Commercialisation 100F/j x 260 j/an	26 000	Vente H n (Pm 2 000-3 000 g) 380 kg x 500 F	190 000
Location magasin 3000F/mois x 12 mois	36 000	Vente H is (Pm 400-600 g) 150 kg x 530 F	79 500
Achat alevins H is 400 al x 25	10 000	Vente H lg (Pm 2 000-5 000 g) 80 kg x 800 F	64 000
Amortissement petit matériel	21 250	Vente O n (Pm 30 g) 300 kg x 150 F	45 000
		Vente al O n 5000 alevins x 1F/al.	5 000
Amortissement étang	40 000	Vente al Het 50 alevins x 150 F/al	7 500
		Autoconsommation	36 000
Total	180 950		1 087 500
Bénéfice net	906 550		

Le modèle d'élevage extensif en étang de barrage

La même polyculture adaptée au milieu extensif

De 1992 à 1996, le volet de recherche-développement du PPCO (Projet piscicole du Centre-Ouest, Côte d'Ivoire) devait permettre la mise au point de systèmes de pisciculture adaptés aux zones rurales dépourvues d'intrants. Les premières investigations avaient cherché à augmenter la productivité des petits étangs grâce à l'utilisation de nombreux accessoires (élevages associés, urée, acadja...). Ceci devait notamment permettre d'accroître l'intégration de l'atelier piscicole au système de production, à l'instar de nombreux programmes similaires en Afrique (tels ceux de l'ICLARM au Ghana par exemple).

En fait, ce sont les paysans (planteurs de café et cacao) qui se sont engagés dans une voie différente. Malgré un discours visant à dissuader les candidats de construire de nouveaux étangs, un groupe de planteurs a souhaité tenter la pisciculture, même si aucun résultat n'était garanti. Ce groupe se trouvait à 80 km au sud de Gagnoa (Côte d'Ivoire), et dans une zone éloignée des grands axes de communication : « *De toute façon, nous allons creuser nos étangs, si vous ne voulez pas nous aider, tant pis* ». Des constructions de qualité ont été mises en œuvre. De grands barrages ont été réalisés afin de tester des empoissonnements très extensifs avec des tilapias associés à des *Hemichromis fasciatus*, en espérant atteindre une taille vendable. Le succès fut total et les pisciculteurs furent très satisfaits du résultat.



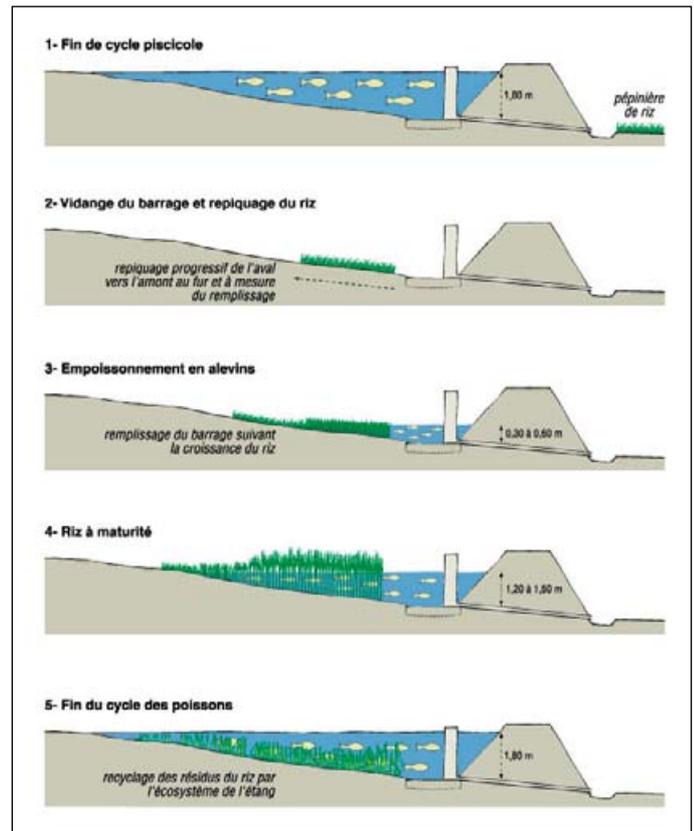
En Guinée et en Côte d'Ivoire, le modèle extensif répond aux attentes des paysans. Un modèle extensif ne veut surtout pas dire un modèle sans technicité.

Le modèle de base est un modèle extensif. Les densités d'empoissonnement visent à permettre l'obtention de gros poissons en utilisant la productivité naturelle du milieu. Les *Hemichromis* sont mis en excès afin d'interdire la prolifération des tilapias ou des poissons indésirables. On peut ainsi espérer que toute la nourriture disponible dans l'étang sera valorisée par les poissons. Les densités varient : la densité d'empoissonnement des tilapias fluctue entre 0,1 et 0,2 poisson/m². L'*Heterotis* est élevé à la densité de 1/are. Des GMQ de 1,5 à plus de 2 g/jour sont fréquents pour les tilapias. Des GMQ de plus de 10 g/j sont la norme chez l'*Heterotis* ; dans les milieux extensifs, ce poisson constitue 30 % du rendement total.

En milieu extensif, le rendement est de l'ordre de 600 kg/ha/an lorsque le milieu est ouvert (c'est-à-dire lorsque le cours d'eau traverse l'aménagement et que le milieu se renouvelle en permanence à l'occasion des pluies par exemple). Dès que le milieu est fermé (isolé du cours d'eau grâce à la construction d'un canal de contournement) le rendement atteint facilement 1 t/ha/an. La pratique d'une nourriture et/ou d'une fertilisation adaptée permet d'atteindre les mêmes rendements que dans le modèle périurbain.

L'intégration du riz dans les barrages

Dans les étangs de barrages, les pisciculteurs ont spontanément introduit du riz que l'on peut qualifier de riz inondé (**figure 4**). Les suivis ont montré qu'en condition extensive la culture du riz a plutôt un impact positif sur le rendement piscicole. Des rendements en riz entre 1 t et 1,5 t ont ainsi été mesurés. De plus le riz à l'avantage de permettre un entretien de la surface en eau du barrage et de limiter considérablement la prolifération des macrophytes. En Côte d'Ivoire, la proportion des pisciculteurs pratiquant simultanément la culture du riz et l'élevage de poisson était de l'ordre de 30 %. En Guinée forestière, la pression foncière élevée sur les friches et les bas-fonds est si aiguë que la possibilité de faire du riz dans le barrage constitue parfois la condition sine qua non développer la pisciculture.



Culture de riz inondé dans des étangs extensifs. En haut, du riz nouvellement repiqué, en bas, du riz en cours d'épéage, le barrage est ici normalement rempli.

Performances économiques de ces modèles

L'échantillon de pisciculteurs enquêtés en 1997 est un groupe de planteurs situé au sud-ouest de Gagnoa en Côte d'Ivoire. Ce sont des migrants, en majorité des allogènes du nord et des Baoulé du centre. Ces migrants se sont installés dans ces régions au cours des années 60.

Les principales caractéristiques des exploitations sont résumées dans le **tableau 8**, qui compare la marge brute des différentes productions. La productivité par actif s'élève à 331 000 F en moyenne au sein de laquelle la valeur de l'autoconsommation constitue 13 %.

Tableau 8. Caractéristiques économiques de l'échantillon.

Exploitation	Exploitation la plus petite	Exploitation la plus grande	Moyenne
Actifs totaux (UTH)	5,4	22,4	10,5
Actifs familiaux (UTH)	4,1	13,3	6,7
Capital d'exploitation (FCFA)	283 245	583 238	246 526
Surface exploitée (ha)	12,0	100,0	37,4
Produit brut total (FCFA)	1 777 775	17 123 963	4 064 285
Part de l'autoconsommation dans le Produit brut (%)	18	7	13
Productivité du travail (FCFA/UTH)	263 870	696 521	331 391

● Valorisation de la surface

Sur les fermes déjà en place, la marge piscicole brute (287 380 FCFA/ha) est tout à fait comparable et même supérieure à celle du cacao (193 869 FCFA/ha) par rapport à la surface occupée, et nettement plus élevée que celle de l'ensemble de l'exploitation (94 500 FCFA/ha). Elle est largement supérieure à celle des productions vivrières (dont le riz). Le développement de la pisciculture correspond bien à une intensification de l'utilisation des bas-fonds.

Une forte hétérogénéité des marges par hectare des unités piscicoles est constatée. Tout d'abord, l'expérience acquise explique certaines différences. Le nombre d'années depuis l'installation reflète assez bien la maîtrise technique acquise, les fermes installées depuis moins de deux ans étant encore soumises à des aléas de production importants. Trois pisciculteurs seulement ont déclaré avoir un schéma annuel orientant les cycles d'élevage et les calendriers d'empoissonnement, ceci indique à quel point l'activité est encore nouvelle.

Lorsqu'il est cultivé dans le barrage, le riz augmente cette marge de 29 % en moyenne. Cet accroissement de valeur a été apprécié avec le riz à 120 FCFA/kg, prix minimal sur le marché rural à cette époque.

Une étude menée par l'APDRA-CI sur le développement de la pisciculture dans le village de Luénoufla (Côte d'Ivoire) en 2000 a mis en évidence des impacts socio-économiques importants. Situé au nord-est de Daloa à la limite forêt-savane, la saison des pluies plus courtes et la faiblesse des précipitations interdit de vider deux fois par an les barrages comme dans le cas précédent. Une légère intensification de la production piscicole grâce à du son de riz et des déchets d'élevage est pratiquée, fréquemment la culture de riz est pratiquée dans la retenue ou à la périphérie (en amont ou en aval, soit par maîtrise du remplissage ou par irrigation à partir de la retenue). La marge nette sur la pisciculture seule était légèrement supérieure à 500 000 FCFA/ha.

● Valorisation de la journée de travail

La valorisation de la journée de travail est évaluée à travers le revenu net par rapport au nombre de journées travaillées sur la pisciculture (**tableau 9**). Elle est difficile à apprécier. Le nombre de cycles effectués a été comptabilisé. Lorsque le pisciculteur a effectué du riz au cours d'un cycle, le temps de surveillance du barrage a été retiré. L'ensemble de l'échantillon des exploitations a été soumis au même type de calcul pour évaluer la valorisation du travail effectué sur l'ensemble des plantations (café et cacao) au cours de l'année 1997 en fonction des prix effectivement perçus par les planteurs. Pour les plantations, les valeurs sont très homogènes et soulignent l'expérience acquise dans ce domaine par les nombreux planteurs ivoiriens. Ces chiffres ne prennent cependant pas en compte toutes les activités de gestion parallèle (négociation des contrats de travail, discussions avec les acheteurs de produits, etc.).

	Maximum	Minimum	Moyenne
Pisciculture (FCFA/j)	53 000	1 020	10 817
Plantations (F CFA/j)	6 186	2 267	3 738

Tableau 9. Estimation de la valorisation de la journée de travail pour la pisciculture seule et pour les plantations de café-cacao pour les exploitations pratiquant une pisciculture en barrage.

Les 3 valorisations les plus faibles correspondent aux exploitants encore nouveaux dans la pisciculture (voir la partie valorisation de la surface). Le chiffre le plus élevé est vraisemblablement surévalué car la grille ne correspond pas à de grandes surfaces. Ce n'est cependant pas une erreur de calcul : ce chiffre correspond effectivement à un pisciculteur qui passe relativement peu de temps sur sa pisciculture et produit une quantité appréciable de poissons ; il dispose d'une grande surface en eau (0,8 ha) qu'il empoissonne correctement, et il confie la surveillance de son barrage aux femmes qui y cultivent du riz.

Sans recours à du personnel supplémentaire pour la pisciculture, cette activité a contribué à améliorer la productivité du travail, en participant pour 9 % à l'augmentation de la valeur ajoutée nette totale.

Ce calcul montre que la productivité du travail est forte sur la pisciculture lorsqu'un bon environnement professionnel existe. Elle dépend cependant de la surface en eau, de la réalisation d'une culture de riz et surtout de la maîtrise technique du pisciculteur, encore imparfaite en de nombreux points. A terme, les exploitations ne pratiquant que la pisciculture devraient avoir une valorisation au moins égale à 3 000 FCFA/jour, voire bien supérieure sur les grosses piscicultures où elle devrait dépasser 5 000 FCFA/jour.

La dimension sociale de l'innovation piscicole

Lorsqu'on parle d'innovation piscicole en Afrique subsaharienne, et particulièrement dans la zone de forêt, il faut rappeler que cette innovation est complexe et difficilement comparable à celle de l'introduction d'une nouvelle variété dans un système de culture ou d'élevage. En effet, dans le contexte cité, ce terme sous-entend, à la fois, celui de l'aménagement d'espace où la pisciculture deviendra possible, puis celui de l'adoption de techniques piscicoles. La qualité de l'aménagement détermine à long terme la valorisation piscicole qui pourra être faite de ces espaces. De plus, la problématique de l'aménagement ne peut être analysée que resituée dans un contexte d'enjeux fonciers locaux. La question rémanente du développement de la pisciculture en Afrique ne se résume-t-elle pas à la problématique de la réalisation d'aménagements adaptés ?

Réfléchir sur la dimension sociale de l'innovation piscicole n'a de sens que lorsque la viabilité des systèmes proposés est confirmée. En Côte d'Ivoire, dans les années 80, certains modèles provoquaient tout simplement un appauvrissement des paysans. Ces derniers, voyaient au bout de quelques années qu'il était préférable de continuer à acheter du poisson congelé tout en préservant leurs productions habituelles plutôt que de perdre leur temps sur un minuscule étang peu productif. A ce jour, dans de nombreuses régions et pour de multiples catégories cibles, les réponses sont encore à mettre au point (par exemple, en pays bamiléké au Cameroun, les pisciculteurs ne sont pas économiquement satisfaits de la rentabilité des modèles qui leur sont proposés).

Il faut avoir à l'esprit que la demande sociale pour la pisciculture est très forte, notamment de la part de paysans africains (en Côte d'Ivoire, dans toute la zone cacaoyère, il n'y pas un village sans essai de pisciculture). Peut-être est-il utile de rappeler que pour les paysans des zones forestières du golfe de Guinée, le poisson est la première protéine consommée et la première dépense alimentaire. Cette demande offre un terrain qui permet une profusion d'initiatives mais la plupart sont malencontreuses. Cette demande offre aussi un marché où de nombreux colporteurs peuvent y trouver des opportunités de revenus. Or le capital de connaissances nécessaires à la réussite de la pisciculture n'est pas, le plus souvent, économiquement accessible à un paysan, même lorsque c'est une structure d'Etat qui fait la promotion de cette activité. En d'autres termes, le temps nécessaire à l'acquisition des connaissances est trop long pour un pisciculteur isolé (de la gestion des poissons en passant par la gestion de l'eau et de la fertilisation) surtout s'il doit simultanément assurer sa subsistance. Une dynamique sociale lors du démarrage de la pisciculture permet de créer un climat d'échanges techniques, propre à accélérer la formation. Cette dynamique permet aussi à différents pisciculteurs de servir de relais pour certaines connaissances précises (réparation des filets, sexage L'apprentissage de la pisciculture en groupe comporte donc de nombreux avantages. De plus, la pisciculture n'est pérenne que lorsqu'un réseau de professionnels est en mesure d'échanger librement des services (échanges d'alevins, de matériel de pêche, par exemple).

Quelles sont les sources de la connaissance piscicole ? Elles paraissent nombreuses : structures publiques de développement qui sensibilisent parfois via les médias, organismes de recherche, structures privées (ONG, églises) et enfin, expériences autour du promoteur. Malheureusement, ces sources s'opposent souvent sur le terrain (souci de justification de l'existence des structures, souci

de profit de la part des prestataires ou des pionniers). Tant que des professionnels ne sont pas installés de façon viable, force est de constater qu'aucun tri n'est effectué dans cette connaissance. Des générations de candidats se succèdent, parfois dans un même village, sans que les modèles techniques proposés ne puissent réellement répondre aux attentes des promoteurs.

De nombreuses tâches nécessaires à une bonne pratique de la pisciculture sont favorisées par l'existence d'une dimension sociale autour de l'activité.



Une succession d'acteurs différents intervient sur une même zone auprès de candidats différents, souvent désabusés. Le jeu logique des acteurs consiste à « se vendre ». Ils affirment détenir les éléments clés de la technique et désorientent la dynamique d'innovation. Il serait préférable de reconnaître les insuffisances des modèles proposés puis d'engager une démarche de recherche action, partenariat dans lequel les professionnels sont impliqués et ont le pouvoir de sélectionner ce qui leur convient.

L'initiation, la structuration et la consolidation de dynamiques sociales autour de l'innovation piscicole, sont à la base d'une véritable dynamique de professionnels de la pisciculture. Celle-ci est aujourd'hui, en milieu paysan, la seule réponse possible. Une fois résolu le problème de la diminution des coûts de formation et de fonctionnement des ateliers piscicoles, elle seule peut proposer un cadre structuré pour le développement de la pisciculture. Parmi ces dynamiques professionnelles, les plus structurées sont celles qui sont orientées vers des objectifs internes à la société locale (entraide des pisciculteurs, apport d'une caution quant à la sécurisation foncière et satisfaction de la demande locale de poisson). Mais des mobiles externes (promotion par la pisciculture en faisant une prestation pour un projet, promotion politique) peuvent stopper l'émergence de telles dynamiques. Les cadres au sein desquels se négocie, se contrôle et se régule la prestation des courtiers de cette innovation sont très variables ; ceci s'explique par une méconnaissance de l'activité, ainsi que par des précédents regrettables.

Certains facteurs intrinsèques changent profondément la nature des dynamiques et leurs relations avec les institutions et pouvoirs locaux. La langue, et plus généralement le système d'information et de communication au sein du monde agricole, jouent un rôle important. Lorsque la stratégie des opérateurs de pisciculture est confortée par l'insertion de leur groupe dans le fonctionnement des institutions locales, le développement de la pisciculture en est stimulé. Comme toute innovation agricole, certains enjeux sont indissociables du développement de la pisciculture (enjeux fonciers, enjeux de pouvoirs, etc.). Leur analyse est donc indispensable : la façon dont s'est constitué le groupe de producteurs éclaire souvent la nature des dynamiques qui se développent.

En ce sens, le cadre proposé par l'Etat n'est pas toujours adapté. Les relations entre bailleurs de fonds et Etats aboutissent parfois à la proposition de projets avec crédits. Le paysan est alors dépendant d'une structure incapable de résoudre la plupart des difficultés qu'il rencontre lors de la mise en place de sa pisciculture.

Nombre de projets consistent à relancer les programmes de crédits en faveur de la pisciculture ou des stations d'élevage. La permanence et la cohérence d'une politique à moyen ou long terme restent encore trop souvent un vœu pieux. Il est pourtant nécessaire que des structures de vrais professionnels de la pisciculture participent à l'élaboration de ces stratégies... Mais ces structures sont souvent inexistantes.

Les organismes de formation proposent de multiples activités, le plus souvent sans objectif de résultats sur le terrain. Ici aussi, seule l'implication de structures de vrais professionnels est en mesure d'orienter ces formations au regard de leurs effets sur le développement de la pisciculture.

Pour conclure, des structures animées par de vrais professionnels pourraient contribuer efficacement à orienter le développement de la pisciculture... Mais elles demeurent pour l'heure inexistantes.

Bibliographie

Situation et importance de la pisciculture en Afrique

FAO, 2000. Africa Regional Aquaculture Review: proceedings of a workshop held in Accra, Ghana 22-24 septembre 1999. 50 p.

FAO : <http://www.fao.org/fisheries>, rubriques Fisheries puis Statistics.

FAO, 1997. Inland Water Resources and Aquaculture Service, Fishery Resources Division. 1997. Review of the state of world aquaculture, FAO Fisheries Circular. N° 886, Rev. 1. Rome FAO. 163 p.

LAZARD J., LECOMTE Y., STOMAL B. et WEIGEL Y., 1991. Pisciculture en Afrique subsaharienne. Ministère de la coopération et du développement, Paris, 155 p.

Taxonomie ichtyologique

Muséum d'histoire naturelle : <http://www.mnhn.fr> rubrique bases scientifiques sous rubriques ichtyologie.

Froese, R. and D. Pauly. Editors. 2002. FishBase. <http://www.fishbase.org/search.cfm>. World Wide Web electronic publication.

Gestion de l'eau et de la fertilisation

FAO, 1998. Méthode simple pour l'aquaculture Pisciculture continentale. La gestion : les étangs et leurs eaux. FAO training series, 2 volumes 387 p.

DELINCE G., 1992. The Ecology of the Fish Pond Ecosystem with special reference to Africa. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, The Netherlands, 230 p.

LITTLE D. et MUIR J., 1987. A guide to integrated Warm Water Aquaculture. Institute of Aquaculture publications, University of Stirling, Stirling FK94LA, Scotland.

DABBADIE L., 1996. Etude de la viabilité d'une pisciculture rurale à faible niveau d'intrant dans le Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire : approche du réseau trophique. Thèse de doctorat, Université de Paris VI.

L'élevage du tilapia

LAZARD J., 1980. Le développement de la pisciculture intensive en Côte d'Ivoire. Revue Bois et forêt des tropiques, n° 190, Mars-Avril 1980, p. 45-66.

MELARD C., 1986. Les bases biologiques de l'élevage intensif du Tilapia du Nil. Cahier d'éthologie appliquée, Volume 6, Fascicule 3, 224 p.

ARRIGNON J., 1993. Pisciculture en eau douce : le tilapia. Collection le technicien en aquaculture tropicale, Editions Maisonneuve et Larose, 121 p.

OSWALD M., GLASSER F., SANCHEZ F., 1997. Promises and deadlocks of changes in fish culture systems in the Centre-Ouest. In Fitzsimons, K. (Ed.), Fourth International Symposium on Tilapia in Aquaculture, Orlando, USA, pp. 454-470.

GLASSER F. et OSWALD M., 2001. High stocking densities reduces *Oreochromis niloticus* yield: Model building to aid the optimisation of production. Aqua Living Resources, n°14 p. 319-326.

Les actes des symposium d'ISTA I, d'ISTA II et d'ISTA III, édité ou coédité par l'ICLARM (<http://www.iclarm.org>), contiennent beaucoup d'informations sur l'élevage du tilapia, leur tirage est souvent épuisé...

L'élevage du silure

GILLES S., DUGUE R. et STENBROUCK J., 2001. Manuel de production d'alevins du silure africain *Heterobranchus longifilis*. IRD/ Maisonneuve et Larose, 128 p, France.

LAZARD J. et OSWALD M., 1995. Association silure africain-tilapia : polyculture ou contrôle de la reproduction. Atelier international sur les bases biologiques de l'aquaculture des siluriformes. Aquatic Living Resources, vol 8, p 455-463.

LEGENDRE M., 1991. Potentialités aquacoles des Cichlidae (*Sarotherodon melanotheron*, *Tilapia guineensis*) et Clariidae (*Heterobranchus longifilis*) autochtones des lagunes de Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat, Université de Montpellier II. 83p. +111 p annexes (publiée par l'ORSTOM sous la référence tdm 89, 1992).

VIVEEN W.J.A.R., RICHTER C.J.J., VAN OORDT. P.C.W.J., JANSSEN J.A.L. et HUISMAN E.A. 1985. Manuel pratique de pisciculture du poisson chat africain (*Clarias gariepinus*), 1985. Publication conjointe de la Direction Générale de la Coopération Internationale du Ministère des Affaires Etrangères, La Haye Pays-Bas, du Département de Pisciculture et des Pêches de l'Université Agronomique de Wageningen, Pays-Bas et du Groupe d'Endocrinologie Comparative, Département de Zoologie de l'Université d'Utrecht, Pays-bas, 94 p + annexes, Wageningen, Pays-Bas.

JANSSEN J., 1985. Elevage du poisson chat africain *Clarias lazera* en République Centrafricaine, Document technique. N° 20, FAO, projet GCP/CAF/NET. Volume 1 : Propagation artificielle (100 p). Volume 2 : Alevinage en éclosérie (100 p). Volume 3 : Alevinage et grossissement en étang. Volume 4 : Alimentation.

Hogendoorn H., 1983. The african catfish *Clarias Lazera*, (C and V, 1840), a new species for aquaculture, Dissertation, agriculture university, Wageningen, the Netherlands, 135 p.

Note : les actes du premier atelier international sur les bases biologiques e l'aquaculture des siluriformes est publié par Aquatic Living Resources, 1995, volume 8 p. 289-463, Gauthier Villars, Paris.

Espèces associées de la polyculture

BILLARD R., 1995. Les carpes biologiques et élevage, éditions INRA, 387 p.

BILLARD R., 1995. The major Carps and Other Cyprinids, p 21-55 in C.E. Nash and A.J. Novotny (Eds). Production of aquatic Animals. Fishes. World Animal Sciences C8, Elsevier, 1995, 405 p.

COPIN Y., et OSWALD M., 1993. Orientation des techniques d'élevage de la pisciculture artisanale dans le Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. Actes du Colloque Bordeaux Aquaculture. European Aquaculture Society. Special publication n°18. Ghent, Belgium.

GIRAUD J.P., SEVRIN-REYSSAC J. et BILLARD R., 1996. La carpe argentée, *Hypothalichtys molitrix*. La pisciculture française, n° 126, p 15-26.

MILSTEIN A. and SVIRSKY F., 1996. Effect of fish species combinations on water chemistry and plankton composition in earthen fish ponds. Aquaculture Research.. 27: 2, 79-90.

MOREAU J., 1982. Exposé synoptique des données biologiques sur *Heterotis niloticus* (Cuvier, 1829). FAO, synopsis sur les pêches n° 131, 48 p.

MARCEL J. et LECOMTE J., 1980. Les techniques de production de poissons phytophages en Chine. Actes du congrès sur la pisciculture d'étang, Arbonne, France. Edt R. Billard p 287-300.

Quelques références datant l'évolution des modèles au niveau rural en Côte d'Ivoire

APDRA-F est une association qui s'efforce de promouvoir la pisciculture dans les campagnes africaines. Le site de l'APDRA-F <http://www.apdra-f.com/> présente un certain nombre de bibliographies et l'ensemble des bulletins des APDRA qui reprennent notamment des propos de pisciculteurs par rapport aux difficultés qu'ils rencontrent.

OSWALD M et COPIN Y., 1988. Le volet piscicole de la SATMACI - PAPU CD. In Aquaculture Systems Research in Africa. Proceedings of a workshop held in Bouaké. Côte d'Ivoire.

OSWALD M, COPIN Y et MONTFERRER D. 1993. Présentation de la pisciculture périurbaine dans le Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. Actes du troisième symposium international sur le tilapia en aquaculture. Abidjan, 11-15 nov. 1991.

MORRISSENS P., OSWALD M., SANCHEZ F., HEM S., 1993. Approche de nouveaux modèles d'exploitation piscicole adaptés au contexte rural ivoirien. Actes du troisième symposium international sur le tilapia en aquaculture. Abidjan, 11-15 nov. 1991.

KOFFI C, OSWALD M, LAZARD J, 1993. Développement rural de la pisciculture, comment passer du mythe à la réalité ? Actes du troisième symposium international sur le tilapia en aquaculture. Abidjan, 11-15 nov. 1991.

CHAMOIN J., 1996. Etude préparatoire au lancement d'une phase pilote d'encadrement de la pisciculture rurale dans la région du Centre-Ouest (Côte d'Ivoire). Mémoire de Mastère. ENGREF. Montpellier.

OSWALD (M) 1998. Small-scale fish farming in the Ivory Coast: does developing socially and ecologically sustainable fish farming represent a challenge to using biodiversity in a sustainable manner? Article présenté à l'atelier sur Sustainable use of biodiversity to develop fish-farming organisé par la l'Union Européenne, 3 - 5 septembre, Lisbonne.

OSWALD M., GLASSER F., SANCHEZ F, 1997. Reconsidering rural fishfarming development in Africa. p 499-511 vol II *In* Tilapia Aquaculture, Proceedings from the Fourth International Symposium on Tilapia in Aquaculture Orlando (Floride- USA e, ed FITZSIMMONS K. NRAES, New York USA.

COULIBALY M., OSWALD M., 1999. Place de la pisciculture dans un écosystème forestier de Côte d'Ivoire. Communication à l'Atelier National du Consortium bas-fonds. Gagnoa, décembre 99, Côte d'Ivoire, actes à paraître.

CHAMOIN J. et GLASSER F, 2000. Nouveau modèle piscicole bien accueilli en Côte d'Ivoire. Afrique agriculture, p 22-23, n° 279, mars 2000.

Ouvrages plus généraux et parfois plus classiques

Récemment un dossier documentaire a été réalisé par le GRET sur la pisciculture en étang : il est disponible à Agridoc (<http://www.agridoc.com>) :

1- Techniques et pratiques en zone tropicale

2- Projets de développement en Afrique.

Mêmes anciens, certains livres restent très intéressants et méritent d'être consulté en vue d'élargir le champ du possible, en particulier :

1- HUET M., 1975. Text book of Fish culture Breeding and Cultivation of Fish. Fishing new (books) Ltd, West Byfleet, Surrey, England, 436 p.

2- BARD J., de KIMPE P., LEMASSONJ. Et LESSENT P, 1974. Manuel de pisciculture tropicale. CTFT, PARIS.

HEPHER, B., 1988. Nutrition of pond fishes. Cambridge University Press, Melbourne, Australia.