

OPPORTUNITÉS DE L'INTÉGRATION DE L'IRRIGATION ET DE L'AQUACULTURE AU NIGÉRIA: LE PROGRAMME SPÉCIAL POUR LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE ET LA RIZIPISCICULTURE AU NIGÉRIA

Jim Miller, Tunde Atanda, Godwin Asala, Wen Hui Chen

Projet de l'aquaculture et des pêches continentales

FAO – Bureau national du programme spécial pour la sécurité alimentaire, Abuja, Nigéria

Miller, J., Atanda, T., Asala, G. & Chen, W.H. 2010. Opportunités de l'intégration de l'irrigation et de l'aquaculture au Nigéria: le Programme Spécial pour la Sécurité Alimentaire et la rizipisciculture au Nigéria. Dans M. Halwart & A.A. van Dam (éds). *Intégration de l'irrigation et de l'aquaculture en Afrique de l'Ouest: concepts, pratiques et perspectives d'avenir*. Rome, FAO. pp. 125–133.

Résumé

Les débuts de l'aquaculture au Nigéria remontent à plus de quarante ans, mais l'aquaculture n'a jamais contribué de façon considérable à la production piscicole sur le plan national. Les services de vulgarisation agricole ont négligé de signaler les bénéfices de l'aquaculture aux agriculteurs locaux. Le gouvernement Nigérien a investi dans plus de 50 établissements piscicoles, y compris quelques-uns dotés d'usine de production d'aliments, mais la plupart restent abandonnés jusqu'à ce jour. Le Nigéria cherche maintenant à substituer les importations par un accroissement de la production nationale de l'aquaculture et des pêches basées sur l'agriculture. Le Programme spécial pour la sécurité alimentaire du Nigéria effectue le lancement de 80 petits périmètres d'irrigation (d'une superficie de 2,5 ha), qui doivent inclure des démonstrations de l'intégration de l'irrigation et l'aquaculture (IIA). Les avantages de l'IIA comprennent une utilisation de l'eau plus efficace et une valeur ajoutée aux sous-produits agricoles. À titre d'exemple, les essais rizipiscicoles dans l'état de Niger ont utilisé une variété locale de riz cultivé dans les marécages/basses terres (FARO15) qu'ils ont intégré avec le tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*) pendant une période de production de quatre mois. Les résultats indiquent des avantages considérables en matière de rizipisciculture, comme une augmentation de dix pour cent du rendement rizicole et plus de 50 pour cent d'accroissement du revenu en raison des recettes tirées du riz et du poisson. Il existe de nombreux petits périmètres irrigués dysfonctionnels abandonnés dans des anciens projets éparpillés à travers le territoire national. Les communautés dans ces zones souhaitent utiliser ces périmètres, mais la terre appartient au Gouvernement. Les agriculteurs locaux hésitent à investir dans la réhabilitation puisqu'ils ont peur que le Gouvernement ne saisisse la terre. Il est évident que le développement de l'industrie aquacole commerciale et des pêches continentales restent les meilleures solutions à l'accroissement de la production piscicole sur le plan national afin de permettre de répondre à la forte demande en poissons.

Introduction

L'intégration de l'irrigation et de l'aquaculture (IIA) vient de démarrer au Nigéria. Avec le faible niveau des services de vulgarisation agricole œuvrant dans le pays, il y a eu très peu d'effort visant la sensibilisation du grand public à l'intégration viable des activités agricoles, bien que les avantages en faveur de agriculteurs en zone rurale soient bien documentés pendant les vingt dernières années. Les avantages de l'IIA comprennent l'accroissement du rendement, l'amélioration de la gestion de l'eau avec des usages multiples de l'eau, les synergies accrues, l'augmentation des revenus et la réduction de la pauvreté. Cependant, cette situation est en train de changer avec le changement radical vers une économie déterminée par le secteur privé. Les projets maintenant en

place permettent d'encourager les entreprises d'agriculture intégrée, et permettent d'espérer le développement d'une agriculture beaucoup plus dynamique au Nigéria.

Le Programme spécial pour la sécurité alimentaire du Nigéria (PSSAN)

Le Projet de l'Aquaculture et des Pêches Continentales prévu pour une période de quatre ans (AIFP) a un budget qui s'élève à 6,9 millions de \$US, et c'est une composante (dénommée Annexe II) du PSSA du Nigéria (45 millions de \$EU). Le PSSA du Nigéria est financé dans son intégralité par le Gouvernement Nigérien et il est doté des cinq annexes ci-après:

- Annexe I: Sécurité alimentaire: 32 500 000 \$EU (comprend sous-projet 5);

- Annexe II: Aquaculture et pêches continentales: 6 900 000 \$EU;
- Annexe III: Maladies des animaux et le contrôle transfrontalier des pestes: 4 400 000 \$EU;
- Annexe IV: Commercialisation des produits agricoles et la gestion des produits alimentaires: 1 200 000 \$EU;
- Annexe V: Plan d'action du Nigeria pour la fertilité du sol: 2 000 000 \$EU.

L'Annexe I constitue le Projet de sécurité alimentaire central et il est composé de petits périmètres irrigués, de la production et de la commercialisation des cultures agricoles et de l'horticulture, de la production animale, de l'élevage et de la nutrition, de l'aquaculture, de la mécanisation agricole et de la transformation des produits agricoles. L'intégration de l'aquaculture est incluse comme une stratégie de diversification pour aider les agriculteurs en zone rurale à accroître leur revenu et à améliorer la sécurité alimentaire de leur famille.

L'Annexe I a été lancée dans 109 sites dans les 36 états et le territoire de la capitale fédérale (Federal Capital Territory- FCT) en janvier 2002, mais l'Annexe II a été lancée seulement en juillet 2003, ce qui correspond au moment du déblocage des fonds. Le programme PSSA du Nigeria est aussi renforcé par l'assistance qui sera apportée par 524 techniciens chinois au total (y compris 70 techniciens en aquaculture) dans le cadre du Programme de Coopération Sud-Sud (22 millions de \$EU). Au moment de préparation de cet exposé (2003) vingt-neuf Chinois sont déjà sur place pour apporter de l'assistance aux agriculteurs en zones rurales et plusieurs travaillent déjà avec les pisciculteurs privés. Le reste des Chinois arrivera vers la fin de l'année.

Plus de 70 pour cent des Nigériens vivent en zones rurales et plus de 65 pour cent de la population active pratiquent des activités dans le secteur agricole. Par conséquent, le programme est centré sur l'expansion des activités agricoles par l'intermédiaire des activités intégrées et sur l'accroissement des revenus dans les exploitations, permettant de diversifier les moyens d'existence et d'améliorer les économies rurales dans les zones où la pauvreté s'est fortement développée. Le Programme PSSA du Nigeria autonomise les communautés et les agriculteurs à travers son approche «de la base au sommet». Les agriculteurs bénéficient d'un «ensemble de mesures d'aide» de leur propre choix et toutes les activités sont mises en œuvre sur la base du recouvrement des frais: les agriculteurs paient les frais de l'ensemble des

mesures d'aide dans le cadre du programme. La perspective à long terme de ce programme est d'éliminer la pauvreté en zone rurale.

Par conséquent, le Gouvernement a déployé des efforts considérables et a obtenu des soutiens financiers en faveur de l'amélioration de la production agricole à travers le PSSA du Nigeria, avec la FAO désignée pour la gestion de ces efforts. En ce qui concerne l'AIFP, il convient de noter que le Gouvernement a concentré ses efforts sur le développement aquacole dans le secteur privé (voir Annexe 1). À cet égard, l'AIFP a été désigné comme étant le véhicule le plus approprié pour apporter de l'assistance aux pisciculteurs privés afin d'accroître la production piscicole sur le plan national et de créer une industrie aquacole durable. Le développement aquacole empruntera une voie similaire à celle qui a été empruntée par l'industrie avicole, qui aujourd'hui, est complètement privatisée et qui a réussi au Nigeria.

Le Nigeria est aussi un participant signataire de la Revue de l'aquaculture africaine de la FAO de 1999 (FAO, 1999; voir Annexe 2), qui a proposé un cadre quinquennal pour le développement aquacole sur le plan régional avec des cibles comme un désinvestissement des établissements piscicoles de la part du Gouvernement, dont la plupart ont été laissés à l'abandon.

Les objectifs de l'AIFP et le groupe cible

Étant donné que l'AIFP doit apporter un soutien technique à l'Annexe I en matière d'aquaculture, il y a par conséquent deux groupes cibles de pisciculteurs. Alors que le groupe cible pour l'Annexe I concerne les petits agriculteurs qui pratiquent l'agriculture intégrée, l'Annexe II concerne un groupe cible de 50 pisciculteurs privés dont l'entreprise agricole principale est l'aquaculture. L'AIFP cherche à aborder la valeur totale de la chaîne en matière d'aquaculture comprenant les intrants (semence piscicole et aliment), le soutien en faveur des groupes professionnels déterminés par les agriculteurs, le financement et la commercialisation. L'Annexe II vise aussi les membres des communautés des pêches continentales, afin de les autonomiser en matière de cogestion des 43 petits plans d'eau.

La nécessité de l'accroissement de la production piscicole sur le plan national

La pisciculture a commencé pour la première fois au Nigeria il y a plus de quarante ans et pourtant l'aquaculture n'a jamais contribué de façon considérable à la production piscicole sur le plan national. Le Gouvernement à tous les niveaux

(fédéral, état et certaines administrations locales) a investi dans plus de 50 établissements piscicoles, y compris quelques-uns dotés d'usines de production d'aliments, mais la plupart ont été abandonnés jusqu'à ce jour, sans avoir jamais abordé les contraintes des pisciculteurs privés: les alevins et l'alimentation des poissons. Les Nigériens consomment beaucoup de poissons avec une consommation totale estimée à plus de 1,3 millions de tonnes. La production piscicole sur le plan national stagne à quelque 450 000 tonnes, en raison des pêches excessives pratiquées durant des années et en raison d'un manque de gestion. Le Nigéria est l'un des plus grands importateurs de poissons avec quelque 800 000 tonnes par an, contribuant à une perte d'emploi en faveur des pêcheurs étrangers et à un impact négatif sur la balance commerciale. Le Nigéria cherche maintenant à substituer les importations par une production nationale accrue à travers l'aquaculture (développement des pêches basées sur l'élevage), ce qui est susceptible d'augmenter l'emploi en zone rurale, d'améliorer la sécurité alimentaire et de réduire la pauvreté en milieu rural. Cela exige une forte augmentation de la production d'alevins et des aliments aquacoles dans le pays.

La production piscicole actuelle à partir de l'aquaculture est estimée à 25 000 tonnes, tandis que la production piscicole à partir des eaux continentales généralement peu gérées se chiffre à 150 000 tonnes. Le potentiel de la croissance de la production dans les deux zones est important étant donné que le Nigéria est doté de plus de 12 millions d'ha d'eaux continentales et de sols appropriés pour le développement aquacole. Au cours de ces dernières années, un plus grand nombre d'investisseurs entrent dans le domaine de l'élevage des poissons-chats. Il existe une forte demande pour les poissons-chats, demande qui reste encore insatisfaite et les prix sur les marchés ont plus que doublé que celui des autres espèces de poissons. En outre, un certain nombre de systèmes aquacoles fermés très intensifs de remise en circulation ont été développés dans le pays avec l'assistance technique européenne. Actuellement, ces exploitations de poissons-chats et d'autres grands pisciculteurs de poissons-chats importent quelque 4 000 tonnes d'aliments piscicoles de haute qualité d'Europe. Dans une étude récente, la Société financière internationale (SFI) de la Banque mondiale a prédit que la production de poissons-chats augmenterait de 40 000 tonnes au cours des quatre prochaines années (Irene Arias, communication personnelle, 2003). D'autres indicateurs appuient cette évaluation, car deux compagnies de production d'aliments

effectuent le lancement des équipements de production d'aliments pour poissons.

L'aquaculture intégrée au Nigéria

L'Institut national pour la recherche sur les pêches en eau douce a mené un sondage national sur le diagnostic de l'aquaculture et noté que 48 pour cent de tous les établissements piscicoles évalués pratiquaient l'agriculture intégrée (Ayeni, 1995). Les étangs piscicoles sont intégrés avec la volaille, les cochons, les lapins, les moutons, les chèvres, et le bétail aussi bien qu'avec le riz, les bananes plantains, les arbres fruitiers, les cultures légumières, etc. La volaille était le plus populaire pour l'intégration, car 50 pour cent des étangs piscicoles étaient associés à l'élevage de volaille. Ensuite, il y a les moutons/les chèvres/le bétail à 38 pour cent, tandis que les cochons étaient intégrés avec 14 pour cent des étangs visités. La rizipisciculture selon l'observation, est la moins intégrée avec l'élevage des poissons à 1,6 pour cent.

Depuis 1995, l'intégration des étangs piscicoles avec la volaille, les cochons et le bétail est devenue plus populaire et elle existe dans la plupart des 1 940 établissements piscicoles du pays (AIFP, 2003). Bien qu'il n'existe pas d'informations claires, la rizipisciculture semble être en hausse. En fait le Gouvernement est content du fait que l'on utilise l'IIA pour étendre la rizipisciculture à travers le pays et permettre d'augmenter la production du riz et des poissons. D'autres avantages de l'IIA incluent une utilisation de l'eau plus efficace et une valeur ajoutée pour les sous-produits agricoles utilisés comme intrants en éléments nutritifs. Cette situation entraîne la réduction de la pression exercée sur les ressources naturelles et sur l'environnement. Évidemment, le développement de l'industrie aquacole commerciale et les pêches continentales sont les meilleures solutions à l'accroissement de la production piscicole sur le plan national et à l'accroissement de la demande en poisson.

L'IIA peut être développée à travers l'utilisation de nombreux périmètres d'irrigation dans le pays. Le Nigéria dispose de 99 périmètres d'irrigation situés dans 26 états couvrant une superficie totale de 47 000 ha. Les opportunités pourraient se présenter pour inclure l'IIA dans ces périmètres. L'estimation potentielle pour les terres irriguées au Nigéria se chiffre à 868 000 ha, ce qui offre beaucoup de possibilités pour les investisseurs privés en agriculture.

Actuellement, le Programme PSSA du Nigéria lance 80 petits périmètres d'irrigation (2,5 ha), ce qui doit inclure les démonstrations de l'IIA. Dans

Tableau 1. Estimation des superficies cultivées par les petits agriculteurs pour la riziculture au Nigéria, 2000 (PCU, 2001).

État	Saison		Total (000 ha)
	sèche (000 ha)	pluvieuse (000 ha)	
Kaduna		230,00	230,00
Niger		205,42	205,42
Taraba	0,25	200,00	200,25
Benue	4,12	138,24	142,36
Borno	0,73	92,00	92,73
Kano		81,60	81,60
Adamawa	0,16	65,00	65,16
Ebonyi	0,70	45,46	46,16
Kogi		45,00	45,00
Nassarawa		45,00	45,00
Bayelsa	0,05	40,20	40,20
Ekiti	0,71	37,40	38,11
Gombe		38,00	38,00
Kebbi	0,19	32,20	32,39
Katsina		30,00	30,00
Yobe		30,00	30,00
Plateau		29,60	29,60
Kwara		29,00	29,00
Bauchi		22,43	22,43
Zamfara		22,10	22,10
Ondo	0,05	21,58	21,63
Jigawa		21,00	21,00
Sokoto		20,00	20,00
Anambra		12,48	12,48
Ogun		10,28	10,28
Enugu		10,00	10,00
Osun		9,00	9,00
Abia		8,42	8,42
Fct		6,42	6,42
Edo	0,14	5,00	5,14
Lagos	0,60	1,60	2,20
Delta		1,50	1,50
Oyo		0,70	0,70
Imo	0,29	0,06	0,35
Akwa Ibom		0,12	0,12
Cross River		0,10	0,10
Total	7,94	1 586,90	1 594,84

ces sites argileux appropriés, les étangs piscicoles seront construits dans le système d'irrigation visant à démontrer les usages multiples de l'eau et les synergies favorisant la production accrue. Il s'agit là d'un engagement considérable de la part du PSSA du Nigéria, ce qui peut encourager énormément le développement de l'aquaculture

au Nigéria. Ezenwa (1991) a identifié plus de 1,5 millions d'hectares de zones marécageuses dans le Delta du Niger, et encore beaucoup plus d'hectares de vastes zones pour la riziculture dans les états d'Anambra, d'Imo, de Benue, de Plateau, de Niger et de Cross River. Il prédit des perspectives brillantes pour la rizipisciculture.

Riziculture au Nigéria

Le riz est l'aliment de base principal et la culture céréalière la plus consommée et la plus populaire au Nigéria avec une demande estimée à 5 millions de tonnes. La production nationale s'élève seulement à 3,2 millions de tonnes, entraînant un déficit de 1,8 millions de tonnes. Ce déficit est comblé par les importations. Malgré les différentes politiques mises en place – y compris l'objectif de l'autosuffisance en matière de production rizicole avant 2005 – la production nationale n'a pas suffisamment augmenté pour répondre à la demande qui va augmentant. Néanmoins, parmi toutes les cultures au Nigéria, le riz est la culture la plus commercialisée.

La superficie potentielle qui pourrait être cultivée pour la production rizicole est estimée à environ 4–6 millions d'hectares, mais dont seulement quelque 2 millions d'hectares (40 pour cent) sont actuellement cultivés. Cette superficie cultivée comprend quelque 250 000 ha de riz irrigué et environ 1 600 000 ha de riz de basse terre cultivé dans les zones marécageuses où les inondations sont épisodiques. Les sept états, à savoir, Kaduna, Taraba, Niger, Benue, Borno, Kano et Adamawa constituent la moitié de la superficie sur laquelle on cultive le riz dans le pays. Treize autres états où le riz est cultivé sur de vastes terrains sont: Kogi, Nassarawa, Bayelsa, Ekiti, Gombe, Yobe, Katsina, Kebbi, Kwara, Ondo, Bauchi, Zamfara, et Sokoto. La production rizicole dans tous les états figure sur le tableau 1.

Le riz est l'une des quelques cultures cultivées sur tout le territoire national, y compris toutes les zones agro-écologiques depuis le Sahel jusqu'aux zones côtières marécageuses. Les systèmes principaux de production rizicole au Nigéria comprennent le riz pluvial des hautes terres (30 pour cent), le riz pluvial des basses terres (47 pour cent) et le riz irrigué des basses terres (16 pour cent). La production du riz en eau profonde est peu courante. Ce dernier type de riz représente quelque cinq pour cent du total.

La majorité des riziculteurs sont de petits agriculteurs qui cultivent différentes variétés sur un terrain de moins de 0,5 ha, et ils produisent moins d'une tonne de riz par saison. Quand même, la moyenne de la production rizicole est

Tableau 2. Comparaison de la riziculture avec la rizipisciculture dans l'état de Niger (Yaro, 2001).

Paramètre de comparaison	Riz	Rizipisciculture
Production rizicole (kg/ha/an)	3 051	3 357
Production piscicole (kg/ha/an)	0	690
Revenus bruts (Naira/ha)	45 200	59 955
Revenus nets (Naira)	14 874	22 962
Avantages		
- Augmentation du rendement rizicole (%)		+10
- Revenus accrus en raison des poissons (%)		+54

estimée à 2,1 tonnes/ha/an. Ils utilisent des méthodes agricoles traditionnelles très pénibles par absence de mécanisation, ce qui rend la production rizicole nigériane plus coûteuse sur la base du rendement par hectare par rapport aux pays voisins, et ce, en raison du manque d'application des meilleures pratiques de gestion. Dans les terres basses, les agriculteurs dépendent des inondations annuelles qui sont pratiquement impossibles à maîtriser et cela ne permet pas une utilisation et une application efficace de l'engrais.

Rizipisciculture au Nigéria

Aujourd'hui, la rizipisciculture est généralement celle de «capture» dans la mesure où les poissons sauvages entrent dans les rizières inondées par les canaux d'irrigation et des nasses sont posées dans les ruisseaux et partout sur les terrains, si bien que les poissons pris dans les nasses grandissent au fur et à mesure que le riz pousse. Après avoir récolté le riz, les poissons sont capturés pour la consommation ou pour la vente. Les visites effectuées aux riziculteurs à Adim, dans l'état de Cross River, ont permis de constater que jusqu'à 92 kg de poissons ont été récoltés par ha. de riz cultivé dans ces conditions (NSPFS, 2003). La grande partie des poissons récoltés dans ces conditions sont des poissons-chats (les espèces *Clarias* ou *Heterobranchus*), qui sont très recherchés par les consommateurs qui paient 300 Naira ou plus pour le kilo (1,00 \$EU = 126 Naira; taux de change officiel de 1993). Le tilapia et d'autres espèces se vendent seulement entre le tiers et la moitié de ce montant. Il est évident que la vente des poissons capturés dans les rizières contribue de façon considérable au revenu de l'agriculteur, étant donné que 92 kg de poissons qui sont pour la plupart des poissons-chats pourraient valoir 25 000 Naira (190 \$EU) ou plus sur le marché. En considérant une moyenne de production rizicole de 2,1 tonnes par ha avec une valeur de 777 \$EU (370 \$EU la tonne), les revenus obtenus des poissons sauvages ajoutent plus de 20 pour cent à la valeur du riz.

Les essais de recherche adaptative sur le terrain (OFAR) en matière de rizipisciculture ont été effectués avec des résultats favorables dans les états de Lagos, de Niger et d'Imo aussi bien que sur le territoire de la capitale fédérale (FCT) près d'Abuja par l'intermédiaire des agents de vulgarisation du Programme de Développement Agricole (ADP). Les essais de rizipisciculture dans l'état de Niger ont utilisé une variété locale de riz cultivé dans les marécages/basses terres (FARO15) intégré avec le tilapia *Oreochromis niloticus* pendant une période de production de quatre mois. Les résultats ont été comparés avec ceux d'une rizière non intégrée dans la même zone que celle de la rizière intégrée. Les résultats indiquent un avantage considérable en matière de rizipisciculture (tableau 2). Les résultats pourraient en fait s'avérer plus intéressants si les poissons-chats étaient inclus, étant donné qu'ils se vendent à un prix plus élevé.

Cette technologie a été étendue à vingt riziculteurs dans l'état de Lagos en utilisant la technique d'adoption de petit terrain (SPAT). Les résultats de ces essais ont signalé une moyenne de 18,7 pour cent d'augmentation du rendement rizicole sur les terrains rizipiscicoles par rapport aux terrains ensemencés uniquement de riz (Kogbe *et al.*, 2000).

D'autres résultats encourageants ont été obtenus à partir des essais rizipiscicoles dans l'état de Niger, dans le territoire de la capitale fédérale d'Abuja (FCT), dans l'état de Borno et dans l'état de Gombe. Ces essais ont été menés sur 18 terrains d'expérimentation dans la Rizière d'expérimentation de l'Institut national de recherches céréalières (NCRI), Badeggi (dans l'état de Niger), dans les exploitations dans le cadre du programme de développement agricole d'Abuja (ADP) à Iddo et à Gwagwalada sur le territoire de la capitale fédérale (FCT) et à Dadin-Kowa (dans l'état de Gombe) station extérieure de NIFFR. Ces expériences ont évalué le tilapia seul (*O. niloticus*), le poisson-chat seul (*C. gariepinus*), la carpe commune seule (*Cyprinus carpio*) et les systèmes mixtes de tilapia et de *Clarias* en utilisant des variétés de riz améliorées, à savoir le FARO8, le 15 et le 37.

Les performances de la croissance des espèces et des rendements rizicoles ont été considérées comme étant encourageantes.

Le PSSA du Nigéria est en train de déployer les efforts nécessaires pour sensibiliser et faire prendre conscience de la technologie rizipiscicole à travers les démonstrations participatives des agriculteurs. Ces démonstrations visent à convaincre les agriculteurs de la viabilité technique et économique de la rizipisciculture dans les zones de basses terres/marécageuses, les fadamas (les plaines inondables) et les périmètres d'irrigation. Jusqu'ici, des terrains de démonstration en cours de réalisation ont été établis dans l'état d'Ondo à Ogbese avec deux terrains de 0,5 ha et quatre terrains de 0,25 ha dans chaque emplacement. Dans l'état d'Abia quatre autres terrains ont été installés à Okafia, à Amiyi, à Umuobasi-ukwu et à Ogboko-Ozuitem.

Un ancien projet bénéficiant de l'assistance de la Banque mondiale a apporté son soutien aux essais rizipiscicoles dans le cadre du projet national de recherche agricole (National Agricultural Research Project – NARP) pour les recherches rizipiscicoles réalisées par l'école d'agronomie (School of Agriculture, Federal University of Technology in Minna), dans l'état de Niger (Gomna *et al.*, 2000; Yaro et Lamai, 2000).

Perspectives d'avenir

Le développement de la rizipisciculture au Nigéria peut être énormément facilité à travers l'utilisation des périmètres d'irrigation dans le pays. Plusieurs grands périmètres fonctionnent dans le nord et la pisciculture pourrait être intégrée dans ces grandes exploitations. En outre, il existe de nombreux petits périmètres irrigués dysfonctionnels, établis à l'origine par la Banque Mondiale et par d'autres projets de développement et éparpillés sur le territoire national. Les communautés vivant dans ces régions désirent utiliser ces périmètres mais elles hésitent à investir dans leur réhabilitation parce qu'elles craignent que le Gouvernement ne reprenne possession des terres qui lui appartiennent. Par conséquent, le droit de propriété présente un problème dont la meilleure solution est de céder de façon claire ces terres aux communautés à travers un plan de privatisation. Tant que la cession des terres ne sera pas effectuée, ces périmètres d'irrigation généralement abandonnés par le Gouvernement resteront non productifs.

Le développement de l'IIA sur le plan régional pourrait s'améliorer avec un cadre pour la

«recherche adaptative au niveau de l'exploitation» à travers la région. Il est nécessaire d'établir des protocoles d'accord dans ce sens et d'en convenir entre les pays qui y participent, d'appuyer le partage d'informations à travers un réseau IIA sur ligne. Ni la rizipisciculture ni la pisciculture ne sont des pratiques traditionnelles au Nigéria et la gestion de l'eau est en général souvent insuffisante. Il y a beaucoup de choses à apprendre à partir des autres en ce qui concerne les approches réussies et les opportunités développées ailleurs.

Au Nigéria, nous sommes excités par les nombreux défis à relever et les opportunités qui sont devant nous pour créer de l'emploi en zone rurale et augmenter la production agricole et les revenus à travers l'IIA.

Références

- Ayeni, J.S.O.** (éd.) 1995. Report of national aquaculture diagnostic survey. New Bussa, Niger State (Nigeria), National Institute for Freshwater Fisheries Research, 106 pp.
- AIFP.** 2003. Inventory of fish farms in Nigeria. AIFP Project Document. Abuja, Aquaculture and Inland Fisheries Project.
- Ezenwa, Z.I.** 1991. Fish production through exploitation of aquaculture potentials of the estuaries and floodplains of Nigeria. Dans *Proceedings of the 4th Annual Seminar of Committee of Directors of Research Institutes (CODRI)*, Dec. 1991, pp. 49-60. Lagos, CODRI.
- FAO.** 1999. Africa Regional Aquaculture Review. Proceedings of a workshop held in Accra, Ghana, 22-24 September 1999. *CPCAA Occasional Paper* No. 24. Accra, FAO, 50 pp.
- Gomna, A.K., Yaro, I. & Lamai, S.L.** 2000. Evaluation of the growth performance yield and survival of *Oreochromis niloticus* at different stocking densities in rice-cum-fish culture system. *Journal of Science, Technology and Mathematics Education (JOSTMED)* 3(1): 149-155.
- NSPFS.** 2003. Mission Report/Fisheries, 21 September-6 October 2003. Imo, Akwa Ibom, Cross River, Rivers, Bayelsa, Delta, Edo, Ondo and Kogi States. Fisheries Team. Lagos, Programme spécial pour la sécurité alimentaire, 19 pp.
- PCU.** 2001. Proposal for Vietnamese assistance with rice production in Nigeria. PCU Annual Crop Production figures 2001. Abuja, Nigeria, Project Coordinating Unit, Federal Ministry of Agriculture and Rural Development.

Yaro, I. 2001. Feasibility of adopting integrated rice-cum-fish culture system to enhance the development of conventional aquaculture participation in Niger State. Dans A.A. Eyo & E.A. Ajao, éds. *Proceedings of the Fisheries Society of Nigeria (FISON)*, pp. 31-36.

Yaro, I. & Lamai, S.L. 2000. Determination of optimum stocking density of the fingerlings of the Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, in rice-cum-fish culture in Niger State, Nigeria. *Journal of Nigerian Association of Teachers of Technology* 3(2): 528-536.

Annexe 1

Résumé du Projet de l'aquaculture et des pêches continentales au Nigéria, 2003 (AIFP, 2003)

<p><u>Introduction</u></p> <p>Le projet vise à accroître la production des ressources d'eau douce continentale du pays. Le projet apportera de l'assistance technique aux pisciculteurs et aux agriculteurs vivant dans les environs des réservoirs et des barrages du pays, afin de leur fournir les technologies permettant d'accroître la production piscicole, aboutissant à l'amélioration de la sécurité alimentaire. Le projet commencera par quantifier et par qualifier les ressources d'eau de surface du pays tout en initiant dans l'immédiat un programme d'empoissonnement des réservoirs sous-utilisés et en assurant la formation communautés avoisinantes pour l'amélioration de gestion des techniques. Le projet établira également un environnement favorable au développement des services d'appui aux pêches (c'est-à-dire, les fournisseurs d'alevins et d'aliments) ainsi qu'à la facilitation du crédit en faveur des bénéficiaires du projet. Au terme du projet, un échantillon de 43 barrages et réservoirs seront soumis à une gestion améliorée, entraînant au moins une augmentation de 50 pour cent de la production. Il y aura également un ensemble principal de 50 petits et moyens établissements piscicoles commerciaux produisant dix fois plus que la moyenne actuelle de la production aquacole sur le plan national. Le projet aidera aussi en matière de renforcement des capacités pour le Département Fédéral des Pêches et ses institutions sœurs, fournissant la formation formelle et la formation sur le tas.</p>	
<p><u>Avantages</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Accroissement des opportunités d'emploi en zones rurales 2. Sécurité alimentaire et réduction de la pauvreté. 3. Réduction de la migration depuis les zones rurales vers les zones urbaines 4. Meilleure utilisation des eaux et des autres ressources naturelles du Nigéria 5. Vulgarisation de l'aquaculture et des pêches basées sur l'élevage des poissons comme les véhicules pour l'amélioration de la production piscicole sur le plan nationale 6. Disponibilité accrue des poissons, notamment dans les zones n'ayant pas d'accès facile aux fournitures actuelles 7. Renforcement des capacités au niveau de l'administration Fédérale, d'État et locale 	
<p><u>Objectif de développement</u></p> <p>Amélioration de la production piscicole dans les eaux douces et de la sécurité alimentaire à travers une production aquacole accrue, y compris des récoltes plus importantes dans les établissements piscicoles et les pêches basées sur l'élevage des poissons.</p>	
<p><u>Objectifs dans l'immédiat</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Quantifier et évaluer les établissements piscicoles, les stations d'alevinage et d'autres ressources aquatiques du pays avec une production potentielle et développer un système de suivi 2. Optimiser la production des barrages, des réservoirs et des lacs du pays à travers l'adoption des techniques de pêche améliorées basées sur l'élevage des poissons 3. Établir un ensemble principal de petits/moyens établissements piscicoles commerciaux dotés des services d'appui nécessaires du secteur privé y compris les stations d'alevinage et les usines d'aliments 	
<p><u>Résultats</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Inventaire détaillé des ressources aquatiques du pays comprenant les zones de grande priorité pour le développement 2. Informations compilées sous forme d'inventaire disponible dans une base de données interactives 3. Six barrages pilotes empoissonnés et formation des communautés en matière de gestion après l'empoissonnement 4. Description détaillée des barrages, des réservoirs et des lacs du pays y compris la situation actuelle et les possibilités 5. Méthodologies pour la gestion améliorée des ressources et de la production 6. Trente-sept barrages ou réservoirs améliorés à travers l'adoption des méthodologies de gestion recommandées 7. Méthodologies pour la petite-moyenne pisciculture commerciale économiquement viable 8. Services d'appui fonctionnant dans le secteur privé comprenant les stations d'alevinage et les usines d'aliments 9. Crédit disponible pour les petits-moyens pisciculteurs et les services d'appui 10. Un ensemble principal de 50 petits-moyens établissements piscicoles commerciaux autosuffisants soutenant activement NAFFA, FISON et des groupes similaires d'appui aux producteurs 	
Bénéficiaires directs:	93 sites et 1 350 familles
Bénéficiaires indirects:	1 770 communautés et 53 100 familles
Durée du projet:	4,25 ans
Budget du projet:	6 989 615 \$EU

Annexe 2

Stratégie d'étude de l'aquaculture africaine sur le plan régional 1999 (FAO, 1999)

<p><u>Dans l'immédiat</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Initier la réduction du nombre des stations du gouvernement- Concentrer les efforts sur les zones choisies- Promouvoir les associations d'agriculteurs- Promouvoir la communication entre les agriculteurs- Concentrer sur le nombre limité des organismes d'élevage- Concentrer sur les intrants disponibles localement et sur la technologie existante- Améliorer la coordination sur le plan national- Développer des programmes de recherche suscités par la demande à travers des liens améliorés avec le développement- Impliquer davantage les universités- Établir des échanges informels- Accroître l'utilisation des associations d'agriculteurs pour la collecte des statistiques
<p><u>En l'espace d'1 an</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Évaluer les besoins en matière de formation et de capacités sur le plan national à tous les niveaux- Incorporer les aspects sociaux, culturels et économiques dans les programmes de recherche- Établir un réseau d'informations national- Initier un programme de recherche national dans la gestion de stock de géniteurs- Organiser une étude de faisabilité régionale sur le crédit en faveur des grandes entreprises- Organiser une réunion annuelle du Groupe aquacole africain ensemble avec la FAO
<p><u>En l'espace de 2 ans</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Établir une politique de développement aquacole y compris la privatisation des alevins- Production, savoir où assurer la vulgarisation et l'approche participative- Créer une commission nationale de consultation pour l'aquaculture- Choisir et retenir les stations pour la recherche et pour la formation (financement par le gouvernement)- Établir un programme de gestion national des stocks de géniteurs- Initier un programme de recherche régional sur la gestion des stocks de géniteurs- Développer les indicateurs d'impact socioéconomique- Promouvoir l'implication du secteur privé et une meilleure gestion à travers le bail à long terme- Organiser des stages de formation spécialisée sur le plan régional destinés aux entrepreneurs commerciaux- Privatiser l'approvisionnement en alevins en faveur des moyennes/grandes entreprises- Initier des programmes de recherche sur le plan national et régional sur la qualité d'aliments formulés, en impliquant le gouvernement et le secteur privé
<p><u>En l'espace de 3 ans</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Évaluer les besoins régionaux de formation et les capacités (pôles d'excellence)- Établir un réseau régional d'informations- Réviser et améliorer la collecte des statistiques
<p><u>En l'espace de 5 ans</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Élaborer un Plan national de développement aquacole- Réduire d'au moins 50 pour cent le nombre des stations du gouvernement- Réviser la structure de vulgarisation- Améliorer la compréhension/les connaissances des systèmes traditionnels et leurs possibilités d'amélioration- Développer la formation pratique sur le plan national ou intrarégional pour les agriculteurs, les agents de vulgarisation, les administrateurs et les décideurs- Établir un réseau régional pour la recherche spécialisée (pôles d'excellence)- Établir une base de données nationale

ASSOCIATIONS AQUACOLES – DÉVELOPPEMENT RURAL EN AFRIQUE TROPICALE HUMIDE

Barbara Bentz
Projet pisciculture Guinée forestière
AFVP, BP 570, Conakry, Guinée

Bentz, B. 2010. Associations aquacoles – Développement rural en Afrique tropicale humide. Dans M. Halwart & A.A. van Dam (éds). *Intégration de l'irrigation et de l'aquaculture en Afrique de l'Ouest: concepts, pratiques et perspectives d'avenir*. Rome, FAO. pp. 135–138.

Résumé

Le Projet piscicole Centre Ouest, ou le PPCO, a été développé entre 1992 et 1995, et il a été mis en œuvre dans 20 villages en Côte d'Ivoire en 1996. En 2001, un réseau de plus de 420 pisciculteurs ont produit 170 tonnes de poissons par an, et ce, à partir de 160 ha d'eau. Le projet a bénéficié de l'assistance de deux ONG, à savoir, APDRA-CI et APDRA-F (Association pisciculture et développement rural en Afrique tropicale humide – Côte d'Ivoire et France). Le projet était basé sur une technologie extensive avec des rendements piscicoles qui cherchaient entre 0,5 et 2 tonnes/ha/an, ajouté à la vulgarisation et la formation à travers des écoles d'agriculteurs sur le terrain ainsi que la recherche et le suivi participatifs. Le PPCO a été étendu à d'autres régions de Côte d'Ivoire et d'autres projets aquacoles ont été initiés dans la région forestière de Guinée et au Cameroun. L'approche du développement aquacole présente des opportunités pour l'intégration avec les activités agricoles et permet d'augmenter la productivité de l'eau et de la main-d'œuvre.

Introduction: bref historique de la création de l'APDRA

En Afrique subsaharienne dans les débuts des années 90, la consommation quotidienne par famille de la protéine animale n'a cessé de baisser, et la consommation était composée principalement de poissons de mer, ce qui coûtait cher et a conduit à une surexploitation. Devant une telle situation, les agriculteurs semblaient très motivés par les programmes aquacoles qui leur permettaient de réduire les coûts de l'un de leurs principaux aliments et de diversifier leurs activités. En Côte d'Ivoire, comme dans de nombreux autres pays, le développement aquacole avait mauvaise réputation au sein des agriculteurs en zones rurales à cause des contraintes techniques. En 1992, le Projet piscicole Centre Ouest, soit le PPCO a été lancé (avec le financement de la Coopération française et du CCFD – Comité catholique contre la faim et pour le développement, une ONG française), avec pour objectif ce qui suit:

- Le développement de la pisciculture périurbaine;
- Le développement d'un modèle de pisciculture appropriée pour les zones rurales.

Ce dernier a été développé entre 1992 et 1995, et il a été mis en œuvre dans une vingtaine de villages ivoiriens à partir de 1996. En 2001, un réseau de plus de 420 pisciculteurs ont produit 170 tonnes de poissons par an à partir d'étangs couvrant une superficie de 160 ha. Pendant la mise en œuvre du PPCO, deux organisations non gouvernementales (ONG) ont été créées avec pour objectif d'assister le développement de la pisciculture en zone rurale, à savoir:

- APDRA-CI Association pisciculture – développement rural en Afrique tropicale humide – Côte d'Ivoire), une ONG ivoirienne composée de pisciculteurs et créée en 1994 avec pour objectif d'étendre et d'adapter les résultats du PPCO sur l'ensemble du territoire national;
- APDRA-F Association pisciculture – développement rural en Afrique tropicale humide – France), une association internationale créée en 1996 avec pour objectif de développer et d'étendre les expériences du PPCO à travers l'Afrique humide tropicale. APDRA-F est composée d'experts en pisciculture, d'agronomes et de spécialistes en développement agricole tous qualifiés sur le plan technique, et elle travaille en partenariat avec l'Association française des volontaires du progrès; AFVP).

Le «modèle rural pour le développement de la pisciculture»

Modèle technique

Pour aborder les problèmes d'intrants et de fourniture (manque d'alevins, aliments piscicoles, etc.) qui limitent souvent la pisciculture intensive, l'APDRA a basé son programme sur les exploitations situées dans les bas-fonds et inondées de façon saisonnière. Ils ont développé un modèle extensif et rentable, où la production piscicole répond aux besoins des consommateurs. Ils ont favorisé des étangs barrages complètement drainables qui étaient appuyés par des étangs de service. Avec une superficie moyenne de 0,3 ha, ces étangs barrages ont permis des récoltes allant de 0,5 à plus de 2 tonnes/ha/an, selon la gestion de l'eau et la fertilisation.

Le système de culture était basé sur la polyculture de tilapia (*Oreochromis niloticus*) et *Heterotis niloticus*. En outre, un grand nombre de poissons-chats sauvages existaient dans la plupart des bas-fonds. Il s'agissait de *Clarias anguil-laris* et de *Heterobranchus isopterus*. En Côte d'Ivoire, la carpe chinoise (*Ctenopharyngodon idella*) était parfois aussi élevée. Les densités de population ont été équilibrées selon la fertilité du domaine et un poisson carnivore (en général *Hemichromis fasciatus*) a été ajouté pour réguler les populations de tilapia, espèce assez féconde.

Dimensions sociales du programme

Tous les pisciculteurs ont bénéficié de la vulgarisation, de la formation et des conseils propres au site. Ni l'investissement ni les coûts de production n'étaient subventionnés. Cependant, les agriculteurs ont eu l'occasion de recevoir une formation en pisciculture. Cette approche assurait la production durable en créant un environnement favorable pour le commerce des poissons, en facilitant l'accès aux services de spécialité, etc. Sur une longueur de 1-2 kilomètres, les pisciculteurs devaient s'engager afin de réussir à développer un environnement professionnel local durable qui leur permettait de pratiquer une pisciculture économiquement viable et de surmonter ses principales contraintes.

Suivi et orientation des actions

Évaluation

Les agriculteurs avaient le choix de sélectionner les techniques de production

et les intrants. Par conséquent, l'évaluation était, basée sur une approche de systèmes de production (une évaluation de la dynamique agricole et une comparaison socioéconomique des unités de production), et sur des outils innovateurs d'anthropologie (tenant compte des intérêts des parties prenantes dans l'intervention, les réseaux dans lesquels les pisciculteurs fonctionnent, et les processus de transmission-adaptation des connaissances). L'évaluation était aussi basée sur les réactions historiques des pisciculteurs vis-à-vis des actions proposées.

Recherche en faveur du développement

Chaque fois qu'une nouvelle contrainte était identifiée, tous les moyens scientifiques disponibles pour l'opérateur ou pour ses partenaires étaient a priori utiles pour développer des solutions. La sélection des pratiques identifiées permettant d'alléger les contraintes était confiée aux pisciculteurs: ils participaient à déterminer les dimensions des expériences et des essais de grande envergure, avant de choisir les techniques qui devaient être adoptées par les opérateurs.

Activités principales pour le développement de la pisciculture en zone rurale

Le point de référence pour les activités en Afrique humide tropicale reste le développement dynamique initié dans la région centre-ouest de Côte d'Ivoire, qui est toujours suivi par APDRA-CI et soutenu par l'APDRA-F, malgré la fin des sources majeures de financement (suspension du suivi du PPCO en raison des troubles politiques en Côte d'Ivoire). Un nouvel accord de 3 ans pour apporter le soutien à l'organisation et à la formation professionnelle qui est en train d'être développée avec la CCFD et le MAE – Ministère des Affaires étrangères.

Autres interventions en Côte d'Ivoire

- Expansion du PPCO vers le sud-ouest de la Côte d'Ivoire, mis en œuvre par l'APDRA-CI de 1996 à 2000, essentiellement avec les fonds de la région Centre (France), négociés par l'APDRA-F;
- Projet pilote dans la région Centre-Est, financé par la compagnie d'exploitation forestière – IMPROBOIS de 1999 à 2002. La région du Centre-Est présente beaucoup de conditions difficiles (une saison sèche

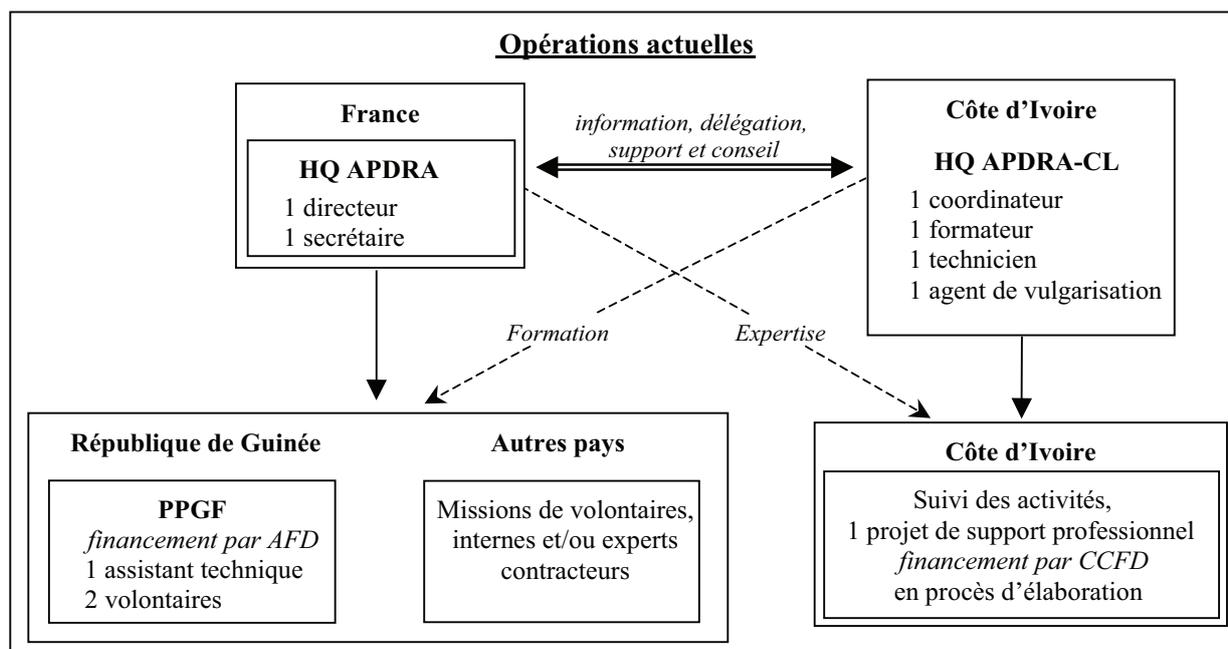


Figure 1. Structure et mode d'opération de l'APDRA.

plus longue et un sol peu favorable à la construction des étangs piscicoles), qui ont obtenu une adaptation des techniques de gestion et des systèmes culturaux.

Projet piscicole de Guinée forestière

L'APDRA-F, en partenariat avec l'AFVP, a mis en œuvre le Projet piscicole de Guinée forestière; PPGF). Depuis 1999, dans une région qui n'avait pratiquement pas eu d'interventions en pisciculture, le PPGF a pu démontrer que l'établissement de la pisciculture en zone rurale en utilisant le modèle proposé, était possible et viable. La dynamique du programme est encore nouvelle, mais son importance indique d'énormes possibilités pour le développement et une forte capacité d'innovation des agriculteurs pour une activité aussi complexe.

Accroissement des zones cibles et la couverture

- Cameroun: contacts établis avec divers partenaires, et accords obtenus pour commencer à travailler sur la reproduction de la carpe commune (*Cyprinus carpio*);
- Madagascar: une réunion de réflexion en cours pour soutenir le professionnalisme accru, le transfert des connaissances, et processus d'innovation;
- Négociations en cours au Ghana, au Burundi, au Bénin et en Angola.

IIA initiée dans le réseau APDRA

À la différence des autres modèles, le type de pisciculture proposée par l'APDRA-F constitue une réorientation importante du système de production, et amorce un processus d'innovation qui implique des modifications substantielles aux systèmes de production. Les étangs barrages facilitent la gestion accrue de l'eau, qui permet aux agriculteurs de transformer leurs systèmes de production actuels dans les bas fonds et de développer, à travers l'intégration avec la production piscicole, d'autres activités comme la riziculture, le jardinage ou l'élevage.

Par conséquent, en Côte d'Ivoire, le fait que de nombreux bas fonds tarissent normalement pendant la moitié de l'année et transforment les étangs barrages en dispositifs de stockage d'eau, les rend capitaux pour les activités agricoles. La disponibilité récente de ce nouveau facteur de production permet le développement, pendant toute l'année, d'activités diversifiées qui, auparavant, étaient inconcevables sans elles.

En Guinée forestière, le calendrier culturel dans les bas fonds n'a pas changé et reste dépendant de la saison des pluies. Par contre, la pratique de la riziculture irriguée dans les étangs barrages laisse beaucoup de temps libre au pisciculteur (pas de défrichage, pas de labourage, pas de sarclage) un temps qu'il peut réinvestir dans d'autres activités. Ces activités, par conséquent, bénéficient de la disponibilité de l'eau, de la complémentarité spatiale et de

la proximité géographique des différents types de production. Bien qu'ils soient développés volontiers par les pisciculteurs, sans motivation de la part des opérateurs, ces types d'IIA font l'objet d'un suivi de façon étroite (rendement et études de production, études techniques, recherche de nouvelles variétés adaptées aux conditions de l'IIA, etc.) destiné à apporter le soutien nécessaire aux pisciculteurs dans leur progrès.

APDRA-F: Description institutionnelle

L'APDRA-F est une association de solidarité internationale qui intervient aux niveaux ci-après:

- La définition des politiques sectorielles: diagrammes et organigrammes, études de faisabilité, et identification et conception des projets;
- La mise en œuvre et le suivi des activités: coordination des projets, assistance et

conseil aux opérateurs et les responsables de mise en œuvre, soutien aux organisations professionnelles;

- Formation et information: des stages de formation pour les cadres supérieurs, des sessions, une formation d'organisations professionnelles et étudiants, organisation de tables rondes, ateliers, et soutien pour spécialité mentale,
- Recherche en faveur du développement: essais sur la station, développement des protocoles de recherche, gestion de l'interface entre les chercheurs et les producteurs, études trans-sectionnelles.

Il existe des accords de partenariat avec l'AFVP, le CCFD et d'autres organisations françaises ou européennes (Agence de l'eau, MAE, FLAC de Lorraine, écoles, etc.). Les principaux partenaires financiers sont l'AFD, la CCFD, le MAE, l'Agence de l'eau, les régions de France (Ile de France, Lorraine, région Centre), certaines compagnies privées, etc. Le budget en 2003 s'élevait à environ 350 000 euros.

AQUACULTURE INTÉGRÉE EN ÉTANG DANS LES ZONES HUMIDES DU LAC VICTORIA

Anne A. van Dam, Rose C. Kaggwa, Julius Kipkemboi
Département des ressources environnementales
UNESCO-IHE Institut d'éducation sur l'eau
Delft, Pays-Bas

Van Dam, A.A., Kaggwa, R.C. & Kipkemboi, J. 2010. Aquaculture intégrée en étang dans les zones humides du lac Victoria. Dans M. Halwart & A.A. van Dam (éds). *Intégration de l'irrigation et de l'aquaculture en Afrique de l'Ouest: concepts, pratiques et perspectives d'avenir*. Rome, FAO. pp. 139-144.

Résumé

Les zones humides s'avèrent importantes pour les moyens d'existence de millions de personnes. Les zones humides sont une source d'aliments et de revenus, elles préservent la biodiversité et elles forment une zone tampon hydrologique et écologique entre les zones montagneuse et les plans d'eau. La croissance de la population et la dégradation de l'environnement qui en résulte exercent une pression grandissante sur ces zones marécageuses. La région du lac Victoria en Afrique de l'Est en est un parfait exemple, où la croissance démographique, l'introduction d'espèces exotiques de poissons, la surpêche et l'eutrophisation ont entraîné une détérioration des ressources des zones humides. Pour les communautés riveraines, cela constitue une menace contre leurs moyens d'existence, car elles dépendent des zones humides pour les aliments et pour les revenus qu'elles obtiennent de la pêche, de l'agriculture saisonnière et des produits récoltés en zones humides. Il convient d'intégrer la production alimentaire aux technologies de transformation des déchets pour garantir aux communautés leurs moyens d'existence sans mettre en danger l'intégrité des ressources naturelles. Les étangs d'aquaculture intégrés dans les zones humides représentent une de ces technologies. Il s'agit d'étangs présentant la forme des doigts d'une main ou les "fingerponds". Les étangs sont creusés sur le terrain à la lisière de zones humides et s'étendent comme les doigts d'une main dans le marais. (D'où le terme "fingerponds"). La terre évacuée forme de remblais entre les étangs et ces lits surélevés servent à faire pousser des cultures. Les étangs sont remplis de poissons grâce aux crues naturelles pendant la saison des pluies. Puis, quand les eaux recèdent, les poissons ainsi pris au piège sont nourris avec des fumures et des déchets ménagers et agricoles, qui servent par ailleurs à fertiliser les étangs. L'UNESCO-IHE et ses partenaires en Tanzanie, en Ouganda, au Kenya, en République tchèque et au Royaume-Uni participent actuellement au projet INCO-DEV, financé par l'Union européenne pour étudier la faisabilité de cette technique. La recherche se concentre sur les aspects techniques et sur les effets socioéconomiques et écologiques de cette technologie. De même, il convient d'évaluer les possibilités d'intégrer ces étangs ayant la forme des doigts d'une main aux autres technologies, comme l'utilisation des terres humides naturelles ou artificielles pour le traitement des eaux usées. Les premiers résultats de recherches au Kenya et en Ouganda montrent que les crues sont suffisantes pour empoissonner les étangs et que la fumure des étangs peut augmenter leur productivité.

Introduction

Les zones humides s'avèrent importantes pour les moyens d'existence de millions de personnes. Elles sont une source d'aliments et de revenus, elles préservent la diversité biologique et forment une zone tampon hydrologique et écologique entre les zones montagneuses et les plans d'eau. Selon une définition de la Convention de Ramsar, les zones humides sont «des zones de marais, de tourbière ou d'eau, qu'elles soient naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, avec de l'eau qui est statique ou coulante, douce, saumâtre ou saline, y compris les zones des eaux

maritimes dont la profondeur à marée basse ne dépasse pas les six mètres». En outre, les zones humides «pourraient incorporer les zones côtières riveraines contiguës des zones humides, et les îles ou les masses d'eau maritime plus profondes que six mètres à marée basse situées dans les zones humides». Cette définition inclut les types d'habitat comme les fleuves et les lacs, les lagunes côtières, les mangroves, les terres tourbeuses, et les récifs de corail, ainsi que les zones humides artificielles comme des étangs d'élevage de poissons et de crevettes, des étangs de pisciculture, des terres agricoles irriguées (y compris les rizières), les marais salants, les

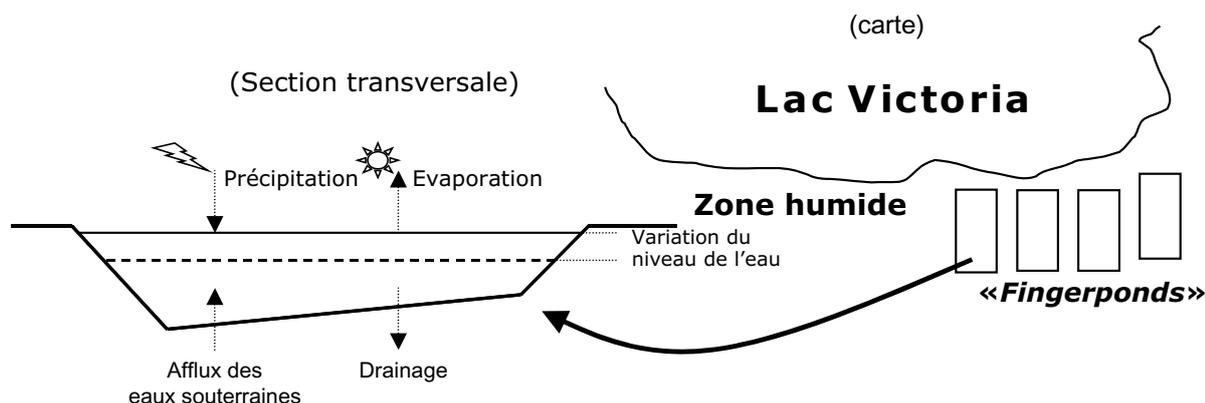


Figure 1. Configuration de l'étang sous forme des doigts de la main.

réservoirs, les carrières de gravier, les champs d'épandage, et les canaux (Ramsar Info Pack, www.ramsar.org/index_about_ramsar.htm).

La croissance de la population et la dégradation de l'environnement qui en résulte exerce une pression grandissante sur les zones humides. Le bassin du lac Victoria en Afrique de l'Est en est un parfait exemple avec environ 30 millions d'habitants, où la croissance démographique, l'introduction d'espèces exotiques de poissons, la surpêche et le déversement grandissant de déchets (entraînant l'eutrophisation) ont provoqué une détérioration des ressources des zones humides. Pour les communautés riveraines, cela constitue une menace contre leurs moyens d'existence, car elles dépendent de ces zones humides en tant que source d'aliments et de revenus qu'elles obtiennent de la pêche, de l'agriculture saisonnière et les produits récoltés des zones humides. Il convient d'intégrer la production alimentaire aux techniques de traitement des déchets pouvant garantir les moyens d'existence des communautés sans mettre en danger l'intégrité des ressources naturelles (Salafsky et Wollenberg, 2000).

Dans cet exposé, une technologie susceptible de contribuer à la gestion durable des zones humides est soulignée. Cette technologie est l'aquaculture intégrée en étang dans les zones humides, ou les étangs sous forme des doigts de la main «*fingerponds*». Nous expliquerons le concept de *fingerponds*, et nous ferons une description des efforts déployés actuellement par l'UNESCO-IHE et ses partenaires en matière de recherches, en même temps que certains résultats préliminaires obtenus durant la première année de recherches (principalement en 2002). Les possibilités de développement et les questions de recherches prioritaires aussi feront l'objet de discussion.

Le concept de «*fingerpond*»

Les «*fingerponds*» sont des étangs creusés sur le terrain à la lisière de zones humides qui s'étendent comme les doigts d'une main dans le marais (d'où le terme «*fingerponds*») (voir figure 1). La terre évacuée forme des remblais entre les étangs et ces lits surélevés servent à faire pousser des cultures. Les étangs sont remplis de poissons grâce aux crues naturelles pendant la saison des pluies. Puis, quand les eaux se retirent, les poissons ainsi pris au piège sont nourris avec de la fumure et des déchets ménagers et agricoles, qui fertilisent par ailleurs à fertiliser les étangs. Le niveau de l'eau dans les étangs est maintenu jusqu'à la saison sèche grâce aux infiltrations d'eau en provenance des zones humides voisines. L'idée des *fingerponds* dans la région du lac Victoria a été décrite par Denny (1989; 1991) et par Bugenyi (1991). Elle s'est développée à partir de l'agriculture dans les plaines inondables et des pratiques de pêches basées sur les inondations que l'on trouve dans beaucoup de zones d'inondations saisonnières comme le Sud et le lac Tchad. Ce concept est aussi similaire à beaucoup d'autres systèmes aquacoles saisonniers pratiqués dans d'autres régions du monde, par exemple les systèmes aquacoles côtiers traditionnels tels que les systèmes tambak pour la production du poisson-lait en Indonésie ou les étangs dambo dans le sud du Malawi.

Les particularités principales des *fingerponds* sont: (1) l'approvisionnement en eau par les crues naturelles (2) l'empoissonnement naturel à travers les poissons qui viennent avec les eaux d'inondations; (3) la polyculture; (4) l'intégration à la production des cultures sur des terres surélevées et avec des déchets et/ou des fumiers ménagers et de bétail. L'approvisionnement en eau naturel et l'empoissonnement naturel en plus

Tableau 1. Partenaires et programmes de travail dans le projet *Fingerponds* de l'EU-INCO-DEV («La dynamique et l'évaluation des fingerponds dans les eaux douces des zones humides de l'Afrique de l'Est»).

Partenaire	Appellation du programme de travail	Scientifique en chef/ personne à contacter
UNESCO-IHE Institut d'éducation sur l'eau, Département des ressources environnementales, Delft, Pays-Bas	Dynamique des zones humides et modelage écologique	Dr Anne van Dam, Prof. Patrick Denny
King's College, Division des Sciences de la vie, Londres, Royaume Uni	Biologie des poissons, production secondaire et réseaux alimentaires	Dr Roland Bailey
ENKI o.p.s., Trebon, République tchèque	Gestion des étangs piscicoles	Dr Jan Pokorny
Université de Makerere, Institut de l'environnement et des ressources naturelles, Kampala, Ouganda	Dynamique des substances nutritives et production de phytoplancton	Dr Frank Kansiime
Université de Dar es Salaam, Département de zoologie et biologie marine, Dar es Salaam, Tanzanie	Technologie aquacole	Prof. Yunus Mgaya
Université d'Egerton, Département de zoologie, Njoro, Kenya	Socioéconomique et cogestion	Prof. Jude Mathooko

des intrants sous formes de déchets signifient que les coûts d'exploitation de ces systèmes sont maintenus à un montant faible. L'inconvénient de ce concept est la maîtrise limitée de l'exploitation. Les sites peuvent rester inondés plus longtemps que prévu, les crues peuvent se produire à l'improviste pendant la saison des cultures et les sites peuvent tarir plus tôt que prévu, écourtant ainsi la période d'élevage des poissons. La gestion de ces systèmes et de leur économie reste toujours inconnue, d'où le projet de recherche signalé dans cet exposé.

Recherche conjointe et formation en aquaculture dans les zones humides

En 2001, un projet de recherche intitulé «La dynamique et l'évaluation des *fingerponds* dans les eaux douces des zones humides en Afrique de l'Est» et financé par le programme INCO-DEV de l'Union européenne (le programme qui assure la promotion de la coopération scientifique entre les pays membres de l'UE et les pays en voie de développement) a démarré. Dans le cadre du projet, trois partenaires d'Afrique (Ouganda, Kenya et Tanzanie) et trois d'Europe (Royaume-Uni, République tchèque, Pays-Bas) collaborent (voir tableau 1 pour les détails des partenaires). Les objectifs du projet sont: (1) d'établir les critères visant à optimiser les rendements piscicoles; (2) d'examiner les avantages socioéconomiques et d'évaluer les échanges entre les *fingerponds* et les autres activités; (3) de développer un guide pratique pour la production piscicole.

La recherche est menée sur six emplacements, deux dans chacun des pays partenaires africains, où les collectivités locales participent aux projets. Pendant la première année du projet, quatre étangs mesurant 8 X 24 mètres et 2 m en profondeur ont été construits sur chaque

site du côté de la terre et environ 1 m vers le lac. Les collectivités locales avaient un droit de regard sur le choix des sites et elles étaient impliquées dans la construction des étangs. Il a été convenu de mettre en place pour tous les sites, des protocoles standardisés pour le contrôle écologique et hydrologique et pour la collecte de données et les équipements (à savoir, les piézomètres, les cuvettes d'évaporation) ont été installés. Nous signalons ici des résultats préliminaires obtenus des sites au Kenya et en Ouganda (voir figure 2).

Au Kenya, les sites d'étude sont situés à Kusa (province de Nyanza, district de Nyando) à l'embouchure du fleuve Nyando et à Nyangera (province de Nyanza, district de Bondo) dans le delta du fleuve Yala, les deux sur les rives du lac Victoria. Une enquête a été faite au sein de la communauté locale dans les deux sites permettant de documenter l'utilisation des zones humides et leur importance dans les moyens d'existence des communautés. La récolte de papyrus, le pâturage du bétail et l'agriculture saisonnière constituaient les activités principales. Le poisson représente une partie importante du régime alimentaire des populations et par conséquent la pêche est une activité importante pratiquée à temps partiel. Le papyrus (*Cyperus papyrus*) et *Phragmites mauritianus* Kunth. sont des macrophytes importants: ils sont utilisés pour confectionner des nattes, construire des maisons, et comme bois de chauffage. Les herbes et les laïches (notamment *Digitaria scalarum* et *Cyperus involucratus*) sont également récoltées dans les zones humides. Les produits agricoles saisonniers sont la canne à sucre, le taro, les marantes, les bananes, le riz et les légumes (les épinards, le chou frisé, les tomates, les oignons).

Généralement, on dénombre deux périodes d'inondation dans cette région, à savoir, les

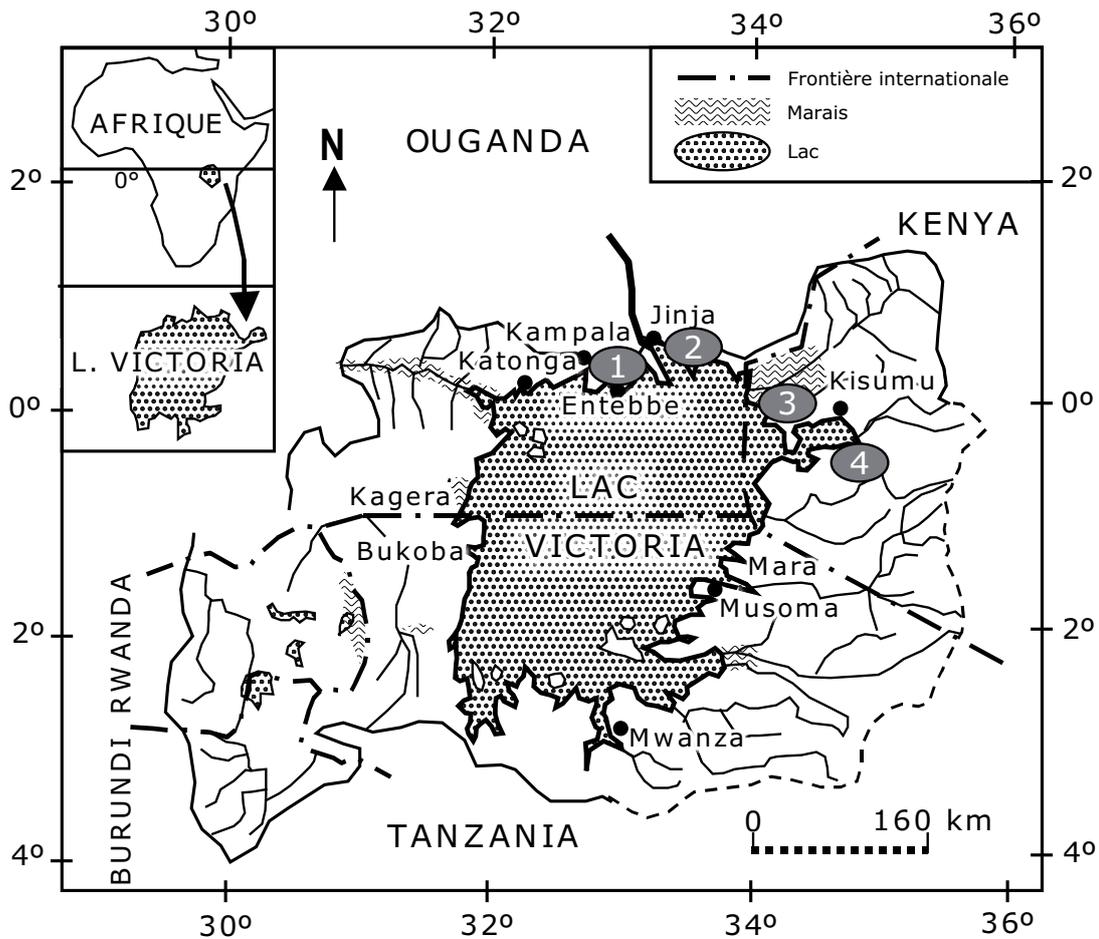


Figure 2. Emplacement des sites de terrain des fingerponds en Ouganda (1=Gaba, 2=Walukuba) et au Kenya (3=Nyangera, 4=Kusa).

inondations majeures qui se produisent en mai (Kusa) et de mai à juillet (Nyangera). Une petite inondation a eu lieu à la fin de cette année-là. Ces inondations ont apporté les eaux nécessaires pour remplir les étangs et pour empoissonner ces étangs. Après la décrue, on a dénombré les poissons en tirant une seine à trois reprises à travers les étangs. À Kusa, environ 800 poissons ont été pêchés dans chacun des trois étangs, et 56 poissons ont été obtenus dans le quatrième étang, soit en moyenne environ 3 poissons individuels par m² (Kipkemboi, 2003). Après le dénombrement, les poissons ont été redistribués pour assurer une densité d'empoissonnement uniforme dans chaque étang. Les espèces rencontrées étaient *Oreochromis niloticus*, *O. variabilis*, *O. leucostictus*, *Clarias gariepinus*, *Aplocheilichthys* sp., *Ctenopoma murei* et *Proopterus aethiopicus*. La grande partie des poissons, soit (85-90 pour cent) étaient des jeunes *Oreochromis* (< 5 cm). Les recherches en cours sur les sites au Kenya se concentrent sur la gestion des étangs (fertilisation des étangs en utilisant le crottin de bétail comme substances

nutritives), l'économie des *fingerponds* et leur rôle dans les systèmes de moyens d'existence des collectivités locales, et l'impact environnemental des étangs sur l'écosystème des zones humides.

En Ouganda, l'étude a porté sur des sites situés dans les zones humides de Gaba, à 13 km au sud-est de Kampala dans la baie intérieure de Murchison, et dans les zones humides de Walukuba à Jinja, près du golfe Napoléon du lac Victoria. La végétation naturelle de ces zones humides est dominée par *Phragmites mauritanus*, *Cladium mariscus*, *Cyperus papyrus*, *Echinochloa pyramidalis* et *Typha domingensis* (Kaggwa et al., 2001). Les produits agricoles cultivés dans les zones humides incluent le taro, le niébé, le maïs, les patates, le manioc, le chou, la canne à sucre et le riz. Sur les deux sites, les inondations se produisent normalement une fois par an, pendant la période où il pleut beaucoup, de mars à mai. L'analyse du sol des étangs effectuée avant les inondations a montré que les étangs à Gaba contenaient 36-41 pour cent de sable, 14-24 pour cent de vase et 37-47 pour cent

d'argile; à Walukuba, la teneur du sol pour ces composantes était respectivement 28-31 pour cent, 40-45 pour cent et 28-31 pour cent,. Les sols des étangs étaient alcalins (pH 7,6-9,1) et ils contenaient de la matière organique de 0,28-0,63 pour cent dans la couche supérieure de 5 cm à Gaba et 0,65-1,1 pour cent à Walukuba (Kaggwa *et al.*, 2005).

Les étangs à Walukuba étaient toujours en cours de construction pendant la première année du projet. À Gaba, trois étangs étaient inondés et ils ont été empoisonnés de façon naturelle. Après 10 mois de croissance, au total 1 380, 364 et 620 poissons ont été récoltés respectivement dans les étangs 2, 3 et 4, (l'étang 1 n'a pas été inondé). Dans tous les étangs, le tilapia (*Oreochromis niloticus*, *O. leucostictus* et *O. variabilis*) représentait 93 pour cent ou plus des poissons individuels. Les autres espèces rencontrées étaient *Haplochromis spp.*, *Aplocheilichthys pumulis* et *Propopecterus sp.* Le poids total des poissons élevés dans ces trois étangs était 16,3 kg, soit 282 kg/ha. L'élevage de ces poissons n'a utilisé ni fumier ni intrants en matière d'aliments. Les recherches approfondies menées sur les sites en Ouganda se concentrent sur la gestion des étangs, notamment la fertilisation à travers l'utilisation du crottin de volaille et de matériels dérivés de la plante locale (papyrus, *Phragmites*, bambou et raphia) pour les substances nutritives comme des substrats pour le periphyton.

Les populations dans les communautés ont des doutes au sujet de la taille des poissons dans les étangs. Elles semblent nourrir l'espoir d'obtenir de gros poissons, comme ceux qu'elles voient les gens pêcher dans le lac Victoria destinés à l'exportation vers le marché international. Quand ces populations ont appris qu'il était peu probable que de gros poissons de cette taille puissent être produits dans les *fingerponds*, elles ont essuyé bien des déboires. Par contre, beaucoup de personnes doivent s'habituer à manger de plus petits poissons pêchés de temps en temps dans les zones humides. Pour permettre de récolter des poissons en quantité significative dans ces étangs, les recherches techniques doivent se concentrer sur deux thèmes principaux: (1) les stratégies de fertilisation des étangs en utilisant des ressources disponibles localement pour accroître la productivité des étangs; et (2) les stratégies de récolte des poissons permettant d'optimiser la densité et la croissance des poissons. En ce qui concerne ce dernier point, les résultats initiaux de l'empoisonnement naturel montrent que les différences en matière d'abondance des poissons après la décrue peuvent être considérables entre les étangs voisins. Il en

découle que la redistribution des poissons s'avère nécessaire. Les densités initiales peuvent aussi être assez importantes. Il serait donc nécessaire d'enlever l'excédent de poissons des étangs. Il n'est pas sûr qu'il y aurait un marché pour ces poissons (généralement petits), ou que la mise en œuvre des *fingerponds* à une plus grande échelle pourrait constituer une menace pour le recrutement des poissons dans le lac.

Options pour plus de développement et les besoins de recherche

À ce stade, il est trop tôt pour tirer des conclusions fermes concernant la faisabilité des *fingerponds* sur le plan technique et économique. Les résultats initiaux montrent qu'il est possible d'inonder les étangs naturellement pour réaliser l'auto-empoisonnement. Il sera établi un point de comparaison pour les rendements piscicoles basé sur l'empoisonnement naturel des étangs sans intrants supplémentaires, et il semble qu'il n'existe pas de contraintes majeures en ce qui concerne la qualité du sol ou de l'eau pour l'élevage des poissons. Un grand choix de matières organiques est disponible pour fertiliser les étangs, allant de différents types de fumiers aux herbes des zones humides et aux déchets agricoles. Sur le plan technique, la gestion extensive à semi-intensive des étangs sera possible. Le poisson est très sollicité au sein de la population locale, étant donné que la plupart des poissons obtenus des pêches de capture dans le lac Victoria, sont destinés à l'exportation vers les marchés ou à l'industrie de farine de poisson (Okeyo-Owuor, 1999).

Le point qui exige le plus de recherche est le contexte pour le développement de l'aquaculture dans le bassin du lac Victoria. À part la pêche, les communautés dans cette région s'occupent principalement de la récolte et de la transformation des produits naturels obtenus des zones humides comme le papyrus. L'agriculture est pratiquée par saison en défrichant une partie des zones humides pour cultiver des cultures en fonction de la teneur en humidité résiduelle sans trop de fertilisation. À Kusa, le défrichage de la terre se fait collectivement, mais ultérieurement la gestion des terrains se fait à titre individuel (J. Kipkemboi, communication personnelle, 2003). On ne voit pas clairement comment les étangs piscicoles s'intègrent dans ce système, par exemple, en matière de possession. L'investissement initial pour la construction des étangs est considérable, il ne sait pas encore vraiment combien de maintenance on doit prévoir pour les étangs après un an d'inondation et de

tarissement. L'adoption de ce système dépendra probablement dans une grande mesure de l'échange entre les avantages des *fingerponds* et ceux des autres activités sur les zones humides ou en dehors des exploitations. Cette question sera abordée dans notre recherche par le modelage bioéconomique de l'agro-écosystème des zones humides.

Les partenaires au projet de *Fingerpond* sont en train de considérer une collaboration continue dans ce domaine après le projet actuel qui prend fin en 2005. Il existe des idées concernant l'intégration de plusieurs technologies d'utilisation sage des zones humides, la mise en œuvre des essais de collaboration participative sur le terrain avec les communautés dans le bassin du lac Victoria et la réalisation de recherche sur les liens entre le développement des technologies, l'adoption et la politique aussi bien que la prise de décision en matière de gestion des zones humides. D'autres exemples de technologies sont les zones humides construites et naturelles pour le traitement des eaux usées (Kansiime et Nalubega, 1999; Okurut, 2000) et les techniques d'assainissement à sec.

Remerciements

Le projet *Fingerponds* faisant ici l'objet de la description est financé par le programme EU INCO-DEV, dans le cadre du contrat no. ICA4-CT-2001-10037. Les projets de recherche pour la thèse de doctorat de Julius Kipkemboi et de Rose Kaggwa sont appuyés en partie par les subventions du Programme de Poste de Chercheur des Pays-Bas. Nous tenons à remercier Patrick Denny pour ses commentaires et de ses suggestions. Le projet *Fingerponds* collabore avec plusieurs autres projets, organisations et institutions dans la région du lac Victoria. Nous aimerions mentionner au passage le soutien apporté par la National Water and Sewerage Corporation de l'Ouganda et le projet RELMA-SIDA du Kenya.

Références

Bailey, R., Kaggwa, R., Kipkemboi, J. & Lamtane, H. 2005. Fingerponds: an agrofish polyculture experiment in East Africa. *Aquaculture News* 32, 9-10. Stirling, Institute of Aquaculture.

Bugenyi, F.W.B. 1991. Ecotones in a changing environment: management of adjacent

wetlands for fisheries production in the tropics. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 24, 2547-2551.

- Denny, P.** 1989. Wetlands. Dans: Strategic resources planning in Uganda. UNEP Report IX. Nairobi, UNEP, 103 pp.
- Denny, P.** 1991. African wetlands. Dans M. Finlayson and M. Moser, éd. *Wetlands*. Oxford, Facts on File Publishers, pp. 115-148.
- Kaggwa, R.C., Kansiime, F., Denny, P. & van Dam, A.A.** 2005. A preliminary assessment of the aquaculture potential of two wetlands located in the northern shores of Lake Victoria, Uganda. Dans J. Vymazal, éd. *Natural and Constructed Wetlands: Nutrients, Metals and Management*, pp. 350-368. Leiden (The Netherlands), Backhuys Publishers.
- Kaggwa, R.C., Mulalelo, C.I., Denny, P. & Okurut, T.** 2001. The impact of alum discharges on a natural tropical wetland in Uganda. *Water Research* 35(3): 795-807.
- Kansiime, F. & Nalubega, M.** 1999. *Wastewater treatment by a natural wetland: the Nakivubo swamp, Uganda*. IHE Delft and Wageningen University, The Netherlands, 300 pp. (PhD thesis).
- Kipkemboi, J.** 2003. *Fingerponds in East African wetlands; preliminary results on biophysical suitability and agro-piscicultural potential*. Paper presented at the First national Postgraduate Students Conference, 5th-8th August 2003, Kenyatta University, Nairobi.
- Okeo-Owuor, J.B.** 1999. *A review of biodiversity and socio-economics research in relation to fisheries in Lake Victoria*. Nairobi, IUCN Eastern Africa Programme, 77 pp.
- Okurut, T.O.** 2000. *A pilot study on municipal wastewater treatment using a constructed wetland in Uganda*. IHE Delft and Wageningen University, The Netherlands. 171 pp. (PhD thesis).
- Pokorny, J., Prikryl, J., Faina, R., Kansiime, F., Kaggwa, R.C., Kipkemboi, J., Kitaka, N., Denny, P., Bailey, R., Lamtane, H. and Mgaya, Y.D.** 2005. Will fish pond management principles from the temperate zone work in tropical fish ponds? Dans J. Vymazal, éd. *Natural and Constructed Wetlands: Nutrients, Metals and Management*, pp. 382-399. Leiden (The Netherlands), Backhuys Publishers.
- Salafsky, N. and Wollenberg, E.** 2000. Linking livelihoods and conservation: a conceptual framework and scale for assessing the integration of human needs and biodiversity. *World Development* 28(8): 1421-1438.

ÉCONOMIE DE L'INTÉGRATION DE L'IRRIGATION ET DE L'AQUACULTURE

Cécile Brugère
Département des pêches et de l'aquaculture
FAO, Rome, Italie

Brugère, C. 2010. Économie de l'intégration de l'irrigation et de l'aquaculture. Dans M. Halwart & A.A. van Dam (éds). *Intégration de l'irrigation et de l'aquaculture en Afrique de l'Ouest: concepts, pratiques et perspectives d'avenir*. Rome, FAO. pp. 145–160.

Résumé

L'exposé souligne l'importance de l'analyse économique en matière de développement technologique. Les principes et les méthodes de base de l'économie sont présentés pour permettre aux non économistes d'assurer le suivi de la performance économique de l'intégration des systèmes de l'irrigation et de l'aquaculture. L'accent est mis sur la distinction entre les perspectives des agriculteurs et celles de l'économiste, avec l'explication de la pertinence et du calcul des indicateurs économiques. Les méthodes de collecte et d'analyse de données sont également présentées et une étude de cas de la rizipisciculture démontrant l'évaluation économique appliquée est présentée en annexe.

Introduction

L'analyse économique s'avère une composante importante des activités agricoles. Cette analyse permet aux exploitants d'évaluer la performance de leur exploitation et elle permet aux directeurs de projet d'estimer les impacts des programmes de développement ou les interventions sur la production alimentaire, la sécurité alimentaire familiale et l'économie. A quelques exceptions près, les expériences du développement aquacole en Afrique par le passé, y compris l'intégration de l'irrigation et de l'aquaculture (IIA), n'ont pas exploité toutes leurs possibilités. Même si les raisons à l'origine de cet échec sont complexes, et même si la situation est due à des facteurs qui se sont conjugués pour provoquer cette situation, il convient d'examiner en détail la performance économique de l'aquaculture avec la participation conjointe des agriculteurs et des directeurs de projet pour assurer l'adoption de l'activité à long terme. Étant donné que l'aquaculture est l'activité à intégrer dans les systèmes qui existent, le fait de mesurer sa performance économique peut aider à trouver des solutions aux questions relatives à ses chances d'être économiquement viable et attractive comme stratégie de moyens d'existence. L'exposé doit être considéré comme un guide pour l'analyse économique de base visant à présenter un aperçu général des approches simples que les non économistes peuvent utiliser pour aborder ces questions. Il est conseillé aux lecteurs de

consulter les documents de référence pour avoir des informations plus approfondies et des exemples explicatifs des méthodes présentées. La première section fait une description des principaux outils et des indicateurs utilisés dans l'analyse économique. Une deuxième section précise les méthodes de collecte et d'analyse des données, tout en faisant allusion à l'exemple de la rizipisciculture à Madagascar (détaillé en Annexe 1). Dans une troisième section les conclusions sont résumées.

Types d'analyse économique et d'indicateurs de performance

Même si le terme «économique» est généralement utilisé, il est nécessaire de faire la distinction entre les analyses financières et économiques. L'analyse financière aborde la rentabilité d'une activité, sur la base de ses caractéristiques techniques, ses coûts et ses résultats. Ce type d'analyse concerne directement l'agriculteur. Par contre, une analyse économique porte sur l'afflux des ressources réelles et fait une évaluation de la viabilité et de l'impact d'un programme sur l'économie locale ou sur le grand public. C'est plus précis et concerne directement les directeurs de projet et les économistes. Les deux types d'analyses se fondent sur les données financières, dont la collecte est le sujet d'une section ultérieure.

Tableau 1. Indicateurs économiques de la performance agricole, dans l'optique d'un agriculteur et d'un économiste

Élément	Définition et interprétation
Économie de base	
I. Revenu brut (RB)	= Quantité récoltée x prix reçu (prix du marché).
II. Frais variables (FV), aussi dénommé frais d'exploitation	= Montant des frais de tous les intrants nécessaires à la production. Exemple: - alevins/semences - aliments piscicoles, engrais pour les cultures, etc. - rémunération de la main-d'œuvre ¹ - (coût d'opportunité des frais variables ²)
III. Marge brute (MB), aussi dénommé revenu en plus des frais variables ou bénéfice d'exploitation.	= Revenu brut net des frais variables = RB - FV
IV. Frais fixes (FF)	= Montant des dépenses encourues sans tenir compte des niveaux des résultats Exemple: - Dépréciation des équipements et des infrastructures (étangs, cages, etc.) - Intérêt sur capitaux empruntés (coût d'opportunité des capitaux) - etc.
VI. Résultats nets pour terrain, main-d'œuvre et gestion (NRLLM)	= Résultats nets des frais fixes et variables: RB - (FF + FV)
Données supplémentaires exigées: - coût d'opportunité du terrain = X_1 - coût d'opportunité de main-d'œuvre non rémunérée = X_2 - coût d'opportunité de gestion non rémunérée = X_3 - taux d'intérêt - coûts d'opportunité des frais variables ² (si cela n'est pas déjà inclus dans les frais variables).	
Vii. Total des frais	= Montant de tous les frais et des coûts d'opportunité = FF + FV + X_1 + X_2 + X_3
Viii1. Résultats nets pour terrain et gestion (NRML)	= NRLLM - X_2
Viii2. Résultats nets pour gestion (NRM)	= NRM - X_1
Viii3. Résultats nets (NR)	= NRM - X_3 ou = NRLLM - (X_1 + X_2 + X_3)
VI. Ratio du Bénéfice/Coût ordinaire (B/C) ⁴	Ratio donnant la proportion relative des bénéfices par rapport aux coûts. = NR/(FV+FF) [avec coûts d'opportunité imputés] ou = NRLLM/(FV+FF) [sans coûts d'opportunité imputés] Plus le ratio est important, plus la rentabilité est importante
VII. Période d'amortissement ³	Le temps (en années ou cycles de production) qu'une activité ou un projet prend pour récupérer son coût initial, calculé comme le ratio des frais d'établissement par rapport aux cash flows annuels, avant dépréciation. C'est égal à: $\frac{\sum_0^N GM}{FC}$, N étant le nombre des périodes (ou années)
Économie avancée	
VIII. Valeur actuelle nette (NPV)	Reflète le fait qu'un investissement a une valeur plus grande dans le présent que dans l'avenir à cause du risque et de l'incertitude en ce qui concerne les bénéfices à venir. La formule est: $V_0 = \frac{V_N}{(1+r)^N}$ avec V_0 = valeur dans le présent, V_N = valeur future, r = taux d'intérêt (taux d'escompte), N = nombre des périodes, ou années d'exploitation. Si $V_0 > 0$, l'investissement sera rentable. Si $V_0 < 0$, l'investissement ne sera pas rentable. Si $V_0 = 0$, l'investissement ne rapportera aucun résultat (en situation d'équilibre).
IX. Taux de rentabilité interne (TRI)	Le taux d'intérêt (ou taux d'escompte), r , où NPV égal zéro. Il représente la capacité bénéficiaire moyenne de l'argent utilisé dans un projet pendant toute sa durée. On l'obtient dans la solution de l'équation, en procédant par tâtonnements: $\sum \frac{A_N}{(1+r)^N} = 0$ où A_N = bénéfices nets pendant la période individuelle N (différence entre bénéfice total ou revenu et charges totales), r = taux d'intérêt (taux d'escompte). Si le TRI est supérieur au coût d'opportunité de capitaux approprié, l'investissement est faisable et louable.
X Ratio de bénéfice/coût escompté	= NR escompté/(FF + FV escompté). Coûts d'opportunité de terrain, main-d'œuvre et capitaux sont imputés.

¹Temps marketing, si c'est approprié, doit être inclus. ²L'inclusion de ce type de coût dans les frais variables ne concerne pas peut-être les agriculteurs. Il est important, cependant, dans la perspective de l'économiste et doit donc être inclus dans l'analyse ultérieure.

³Cet indicateur s'avère pertinent pour l'exploitation commerciale mais il est peu utile dans le contexte des petites exploitations et de subsistance. ⁴Comme un ratio sans dimension, C/B peut être calculé aussi [(FV+FF)/NR]. Dans ce cas, plus le ratio est petit, plus la rentabilité est importante.

Types d'analyse économique

La définition de la période de temps aussi bien que l'ampleur de l'exploitation (subsistance-extensive, petite commerciale-semi-intensive, commerciale ou industrielle-intensive), revêt une importance primordiale en ce qui concerne la prise de décision portant sur le type d'analyse à effectuer. Les approches microéconomiques à la gestion des exploitations sont plus pertinentes vis-à-vis du développement de l'IIA, en particulier au niveau de subsistance et à petite échelle commerciale.

La dénomination et la définition des approches et des méthodes peuvent parfois avoir des points communs et sont susceptibles de varier d'une source à l'autre. Pour surmonter cette confusion éventuelle, il serait plus facile d'examiner le problème de l'économie agricole dans deux perspectives: celle de l'agriculteur et celle de l'économiste (ou du directeur de projet).

Du point de vue de l'agriculteur, une gestion de l'exploitation basée sur le fait de maintenir les budgets de l'exploitation agricole lui permet de rester dans les limites du budget pour analyser les intrants et les résultats des exploitations agricoles. Cela exclut des variables telles que les coûts de la main-d'œuvre et les coûts d'opportunité des ressources et a tendance à sous-estimer l'importance de l'amortissement.

Du point de vue d'un économiste, la gestion de l'exploitation peut être étendue pour inclure l'économie de la production (l'économie de la transformation des ressources, leur allocation et la productivité au niveau de l'exploitation agricole) et l'économie des ménages (l'impact des activités agricoles sur les économies des ménages). D'autres approches de plus grande envergure sont la macro-économie, qui aborde l'afflux des ressources sur le plan régional, national ou mondial; et l'économie environnementale, qui s'occupe de l'évaluation des impacts créés par une activité sur l'environnement et sur les communautés qui en dépendent. L'analyse des coûts et des rendements (ACR) est une méthode utilisée pour appliquer ces deux approches. Pour refléter fidèlement la réalité, ces analyses incluent des informations relatives aux coûts d'opportunité des ressources (main-d'œuvre, terrain, capitaux etc.), et tiennent compte des distorsions des prix sur le marché.

La section ci-après présente les détails sur le calcul des indicateurs utilisés pour mesurer l'efficacité économique des exploitations agricoles, tant du point de vue de l'agriculteur que de celui de l'économiste. Les indicateurs sont présentés tels qu'ils seraient placés dans le contexte d'une analyse dans la réalité.

Indicateurs et ratios

En ce qui concerne l'évaluation de la performance des activités IIA comme projet -pilote, une approche de gestion agricole pourrait initialement s'avérer suffisante pour l'évaluation immédiate de la rentabilité de l'entreprise. Cependant, pour avoir des prévisions de viabilité à long terme de l'application des indicateurs supplémentaires, il est nécessaire de baser ces prévisions sur un certain nombre d'hypothèses. Le tableau 1 présente une description des informations nécessaires au calcul d'indicateurs pertinents et des ratios utilisés dans l'analyse économique, et leur interprétation. Le tableau démontre également le progrès depuis la gestion agricole vers l'analyse économique plus complexe.

Le calcul de la valeur nette présente (VNP) s'avère nécessaire pour faire la comparaison des coûts et des revenus tout en faisant la correction pour tenir compte du temps écoulé entre la date des frais d'établissement et la date des premières recettes obtenues. Il s'agit d'un processus dénommé l'actualisation. Les valeurs actualisées sont calculées en divisant les estimations des recettes futures dans l'année N par $(1+r)^N$, ce qui représente l'intérêt qui serait généré pendant la période N (r est l'intérêt ou le taux d'actualisation).

En utilisant l'actualisation sur les méthodes ordinaires, cela limite les possibilités de gonfler les revenus et les futurs frais et cela permet de faire une meilleure comparaison des différents projets ou scénarios envisagés pendant différents laps de temps (Hishamunda et Manning, 2002).

La collecte et l'analyse des données

Besoins en matière de données

Alors que tous les indicateurs cités ci-dessus s'avèrent importants pour assurer l'analyse et le suivi de façon précise, les ressources sont souvent contraignantes et cela empêche la collecte des données détaillées.

Le tableau 2 présente le (minimum) essentiel de données que l'on doit collecter pour obtenir un aperçu général de la performance d'un système IIA. Les données supplémentaires: pour une perspective économique sur la performance agricole, il est souvent nécessaire de se baser sur des hypothèses en ce qui concerne la valeur des ressources qui ne sont pas directement commercialisées. Le tableau 3 suggère des 'mandataires' appropriés, tirés des prix du marché des marchandises et des ressources dans les autres options d'utilisation. Pour être valable, ces

Tableau 2: Collecte des données essentielles pour l'évaluation de base de la performance d'un système IIA

FRAIS	
Frais fixes	Excavation de l'étang Construction de cage Conception de rizière en vue d'intégrer la production piscicole Charges d'irrigation (si c'est fixe sans tenir compte de la quantité d'eau utilisée)
Frais variables (liés aux quantités utilisées)	Empoisonnement; semences/alevins Aliments Engrais Récolte
Coûts de la main-d'œuvre	Main-d'œuvre rémunérée (production et post-récolte) Main-d'œuvre familiale non rémunérée ¹
REVENU	
Marges	Quantités de production (vendue et pour consommation familiale) Prix à-bord champ ou du marché de produits vendus

¹Main-d'œuvre rémunérée et non rémunérée (exprimée en personne-jour ou heure par jour) doivent être quantifiées séparément. Pour ce dernier, le rôle des femmes et des enfants dans les activités de gestion quotidiennes doit être inclus.

mandataires dépendent de l'hypothèse cruciale que les prix du marché sont efficaces (économie concurrentielle).

En outre, les informations sur les taux d'intérêt en vigueur, la durée économique attendue, la dépréciation, ainsi que les valeurs de renflouement seront de grande valeur en matière d'évaluation de la viabilité économique. L'analyse des coûts d'opportunité des ressources consommées par l'aquaculture et les échanges au niveau des ménages exige la collecte d'informations profondes relatives aux activités des ménages, la prise de décision et l'utilisation des ressources. Étant donné que les données à collecter sont d'une grande ampleur et portent sur un contexte spécifique, ces données ne sont pas énumérées dans le présent exposé. Les approches appropriées à adopter pour la collecte de ces données sont suggérées dans la section suivante.

Collecte des données

La collecte des données peut s'avérer un long processus exigeant beaucoup de temps pour toutes les parties prenantes. Pour éviter le gaspillage des ressources, il est important de planifier à l'avance; pour décider de ce qui est une grande priorité en matière de collecte de données et comment les données seront analysées; et ensuite s'accrocher au plan. Sans oublier toutefois une liste de vérification basée sur QUOI, OÙ, QUAND, QUI, et COMMENT, les questions peuvent aider à éviter les omissions de données. Le tableau 4 présente des exemples.

Les questionnaires structurés sont souvent utilisés pour la collecte des données économiques étant donné qu'ils permettent d'assurer la collecte systématique des informations et ils sont utiles

dans le cas des grands échantillons. Cependant, ils ont des limitations en ce qui concerne la qualité des données obtenues auprès des agriculteurs. Les études préparatoires, la préparation prudente et l'essai sur le terrain avant la mise en œuvre, et la formation des recenseurs ou des agriculteurs impliqués dans la collecte de données sont d'une importance primordiale pour assurer la qualité et limiter les préjugés. Par exemple, en ce qui concerne les informations sur la main-d'œuvre, il est souvent plus facile pour les répondants de faire une estimation de la quantité de la main-d'œuvre utilisée si les activités de gestion ne sont pas rassemblées, mais il n'y a que le questionnaire avant l'essai qui puisse révéler ces faiblesses du processus de la collecte. De manière ad-hoc, les interviews face-à-face, semi-structurées, sont par conséquent utiles pour des contrôles de qualité. En outre, les informations qualitatives obtenues des évaluations participatives peuvent s'avérer utiles pour avoir une large compréhension de la situation avant son évaluation quantitative, et apprécier les fonctionnements des ménages, y compris les relations de genre, les décisions et les responsabilités. Ce type d'informations, sans pourtant remplacer les données quantitatives, peut éclaircir énormément les résultats obtenus.

Analyse des données

On n'a pas besoin de logiciel complexe pour l'analyse des données: un tableur (feuille de calcul MS Excel) suffit pour ce travail car ce logiciel comprend des calculs de ratio préprogrammés.

Comme il a été souligné ci-dessus, l'inclusion ou l'exclusion de la main-d'œuvre des ménages s'avère cruciale dans l'interprétation des résultats. En général, deux analyses sont effectuées en parallèle: l'une excluant la main-d'œuvre des

Tableau 3: Exemple de prix économiques et prix financiers correspondants, supposant l'efficacité du marché, dans le cas de l'aquaculture

Prix économiques		Prix financiers (utilisés comme procurations)
Coût de main-d'œuvre (évaluation de main-d'œuvre familiale)	→	Valeur marginale de produit de main-d'œuvre agricole
Coût du terrain	→	Prix du marché du terrain
Coût des machines	→	Prix du marché de location d'une machine
Coût de matériaux de construction	→	Prix du marché de ces matériaux
Coût des semences-fretins-alevins	→	Prix du marché des semences-fretins-alevins
Coût des aliments et d'engrais (étang)	→	Prix du marché dans la meilleure option d'utilisation prochaine (aliments pour le bétail ou la volaille, engrais pour les cultures, etc.)
Coût des poissons récoltés	→	Prix du marché des poissons
Coût d'opportunité de main-d'œuvre non rémunérée	→	Salaire minimum du Gouvernement ou salaire de réserve ou estimation de valeur de main-d'œuvre rémunérée en nature ¹
Coût d'opportunité des capitaux	→	Taux d'intérêt de base sur les épargnes (payé par les banques)
Coût d'opportunité du terrain	→	Résultat net (par unité de terrain) de la prochaine option d'utilisation du terrain.

¹Salaire de réserve fait allusion aux salaires qui sont inférieurs aux salaires minima du gouvernement. La main-d'œuvre rémunérée en nature peut être évaluée au prix du marché des produits maintenus.

Tableau 4: Planification de la collecte des données – Exemple d'une liste de vérification

QUOI	<ul style="list-style-type: none"> - Type d'exploitation (échelle) soumise à l'enquête - Échantillon de taille (très importante – stratifié, au hasard, etc.) et sa justification - Ce que nous devons savoir/ce que nous voulons savoir/ce doit être démontré - Ce qu'il y aura à faire avec les données collectées (soit, la planification de l'analyse)
OÙ	<ul style="list-style-type: none"> - Démarcation de la zone de l'enquête
QUAND	Période de l'enquête: <ul style="list-style-type: none"> - si l'enquête s'étend sur une durée: fréquence et durée totale de collecte de données - si l'enquête se fait dans une période immédiate pour reprendre la collecte des données (remontant au passé), période d'une année (peut influencer sur les résultats, en particulier dans les régions ayant de fortes variations saisonnières)
QUI	<ul style="list-style-type: none"> - Groupes faisant l'objet de l'enquête. - Collecte des données (agriculteurs, agents de vulgarisation, consultants etc.). - Data analysis.
COMMENT	<ul style="list-style-type: none"> - Méthodes de collecte de données (questionnaire structuré, évaluation participative). - Méthodes d'analyse et de reportage.

ménages des calculs, et l'autre incluant les estimations des frais non-monétaires en quête d'une activité.

Dans la phase de planification du développement d'une nouvelle activité ou l'estimation de ses possibilités, il est possible de réaliser des analyses de sensibilité avec des chiffres variables (par exemple les taux d'intérêt, les prix des intrants), pour démontrer les seuils au-delà desquels une activité ne pourrait pas s'avérer viable économiquement. De même, une analyse de la structure des coûts, permettant d'estimer chaque coût variable comme un pourcentage du total des coûts variables et le total des coûts, peut suggérer où l'on peut réduire le coût et faire une estimation des impacts de la

modification de l'allocation des ressources sur d'autres activités.

Étude de cas – Madagascar

Pour apprécier une étude de cas qui illustre les méthodes de la collecte et l'analyse des données décrites ci-dessus, il est conseillé aux lecteurs de se référer à «l'analyse comparative économique de la riziculture, de la pisciculture et de la rizipisciculture à Madagascar» (Annexe 1). Cette étude fait allusion à la gestion de l'exploitation du point de vue de l'agriculteur: les ratios sont présentés et leur interprétation permet de déterminer les avantages et les inconvénients comparés de chaque type d'activité.

Conclusion

Cet exposé a souligné ce qui est réalisable avec l'application de l'analyse économique de base à l'aquaculture et aux activités IIA et il a démontré que le choix stratégique de quelques indicateurs peut aider énormément à évaluer la performance et la viabilité à long terme de ces exploitations. Au niveau de l'agriculteur, les évaluations simples effectuées de façon régulière, peuvent permettre d'identifier les difficultés à temps dans la phase de développement d'une nouvelle activité, et permettre soit de la réorienter soit de la réadapter. Une approche d'économiste peut, en outre, permettre d'examiner la viabilité à plus long terme d'un projet et de prévoir ses possibilités d'adoption et ses impacts sur la réduction de la pauvreté et sur la diversification des moyens d'existence. Cependant, les deux perspectives divergent principalement en ce qui concerne leur estimation de la main-d'œuvre des ménagers non rémunérée: les agriculteurs en tiennent rarement compte mais cette main-d'œuvre doit être suffisamment évaluée et incluse dans l'analyse, en plus de tous les autres frais encourus. Malgré la nature quantitative des données utilisées, le fait de rester sensible aux connaissances et aux pratiques locales et l'adoption des principes participatifs pendant la collecte des données peuvent aider à collecter des informations de qualité et à réaliser une analyse économique significative.

Remerciements

Nous tenons à remercier le Dr Hishamunda de ses commentaires sur un projet initial de ce travail.

Références

Hishamunda, N. & Manning, P. 2002. Promotion of sustainable commercial aquaculture in sub-Saharan Africa. Volume 2: Investment and economic feasibility. *FAO Fisheries Technical Paper* No. 408/2. Rome, FAO (disponible à www.fao.org).

Lecture supplémentaire

Jolly, C.M. & Clonts, H.A. 1993. *Economics of aquaculture*. Binghamton, Food Products Press.

Shang, Y.C. 1981. *Aquaculture economics: Basic concepts and methods of analysis*. Boulder, Westview Press.

SPFS. 2003. *Handbook on monitoring and evaluation*. Programme spécial pour la sécurité alimentaire. Rome, FAO.

Stomal, B. & Weigel, J-Y. 1997. Aquaculture economics in Africa and the Middle East. Dans A.T. Charles, R.F. Agbayani, E.C. Agbayani, M. Agüero, E.F. Belleza, E. Gonzáles, B. Stomal & J-Y Weigel, édés. *Aquaculture economics in developing countries. Regional assessments and an annotated bibliography. Fisheries Circular* No. 932. Rome, FAO (disponible à www.fao.org/docrep/w7387e/w7387e00.htm)

Wijkström, U. & Vincke, M.M.J. 1991. Ghana – Technical assistance and investment framework for aquaculture in Ghana. Field Technical Report 3: Review of the economics of fish farming and culture-based fisheries in Ghana. Rome, FAO.

Annexe 1. ANALYSE ÉCONOMIQUE COMPARATIVE DE LA RIZICULTURE, DE LA PISCICULTURE ET DE LA RIZIPISCICULTURE À MADAGASCAR¹

Introduction

Avec un littoral long de 4 500 km et un plateau continental de 117 000 km², Madagascar a des possibilités excellentes de développement des pêches et de l'aquaculture. D'après l'Institut national des statistiques, le secteur des pêches a contribué plus de sept pour cent au PIB national pendant ces dernières années. Une augmentation à neuf pour cent sera encore réalisée d'ici quelques années. La population totale de Madagascar est de 16,4 millions d'habitants (2001) avec une croissance démographique annuelle de trois pour cent. Environ cinq pour cent de la population active dépend des recettes

s'élevaient à environ 101 millions de \$EU en 1999; une hausse de 5,5 pour cent sur 1998 (FAO, 2002b).

Même si les produits piscicoles et d'animaux aquatiques représentent une source nutritive potentielle importante pour les malgaches les chiffres indiquent une consommation faible, estimée à 7,6 kg/an en 1999. On s'attend à ce que la consommation de produits piscicoles et des animaux aquatiques augmente, étant donné qu'ils sont considérés comme une source d'alimentation saine.

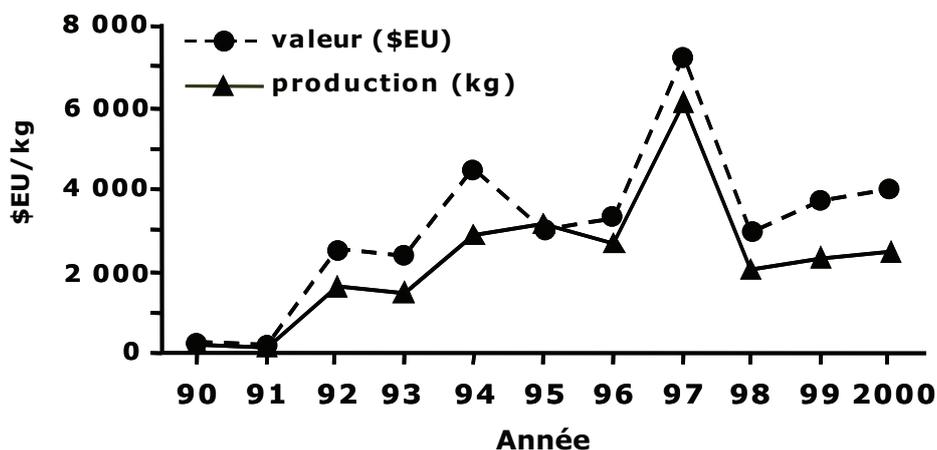


Figure 1. Production aquacole de la carpe à Madagascar, 1990-2000 (FAO, 2002a)

obtenues des activités dans le secteur des pêches et de l'aquaculture (Razafitseheno, 2001). Dans le sous- secteur des pêches de capture on a assisté à une croissance rapide de la production de 107 590 tonnes en 1990 à 143 859 tonnes en 2000 (FAO, 2002a), indiquant une augmentation de 4 pour cent de 1999 à 2000. Cependant, les possibilités des pêches de capture sont limitées, et récemment on a enregistré une baisse des prises des différentes espèces de poissons. Le total des gains à l'exportation des poissons

Dans le secteur des pêches, l'aquaculture s'avère importante et par conséquent elle connaît un développement rapide en zones rurales de Madagascar. L'aquaculture de crevettes en particulier a démontré ses possibilités économiques ces dernières années, en attirant de nombreux investisseurs. Du coup, sa production a augmenté de 790 tonnes en 1993 à plus de 4 800 tonnes en 2000. Par contraste à cette situation, les chiffres de la production nationale, en matière de pisciculture dans les eaux continentales

¹ Le travail sur lequel cette comparaison de systèmes de production est basée s'inscrit dans le cadre d'une mission du Service des ressources des eaux intérieures et de l'aquaculture de la FAO qui a autorisé Monsieur Etienne Randimbiharimanana à collecter les données et d'autres informations pertinentes au niveau des exploitations. L'analyse économique comparative des trois systèmes de culture et l'interprétation ont été effectuées par Messieurs Van Anrooy et Hishamunda du Département des pêches et de l'aquaculture de la FAO.

Tableau 1. Données biophysiques pour les systèmes de riziculture, de pisciculture et de rizipisciculture à Madagascar (moyennes calculées par an), 2001

Élément	Riziculture	Pisciculture	Rizipisciculture
Superficies cultivées (ha) [écart-type] ^a	0,21 [0,2]	0,086 [0,15]	0,45 [0,6]
Rendement rizicole (kg/ha/an)	3 769	–	4 604
Rendement piscicole (kg/ha/an)	–	676	393
Cycles de production (nbre./an)	1	1	1
Durée de cycle de production rizicole (jours)	144	–	159
Durée de cycle de production piscicole (jours)	–	240	171
Intrant de chaux (kg/ha)	34	778	5
Intrant d'engrais organique (kg/ha)	5 906	7 217	17 060
Intrant d'engrais inorganique (kg/ha)	87	10	277
Quantité de semences de riz (kg/ha)	474	–	106
Densité d'empoissonnement (alevins/m ²)	–	1,16	0,44
Poids du poisson au moment d'empoissonnement (g)	–	5,3	9,7
Ratio poids du poisson récolté/à l'empoissonnement	–	34,53	26,60
Intrants d'aliments piscicoles (kg/ha)	–	1 271	396
Main-d'œuvre rémunérée (personne-jours/ha)	276	28	340
Main-d'œuvre familiale (personne-jours/ha)	95	48	60
Temps de gestion (personne-jours/ha) ^b	5	3	3

^aPour les exploitations rizicole et rizipiscicole: superficie des rizières. Pour la pisciculture: superficie de l'étang seulement.

^bEstimé à 5 pour cent du total de la main-d'œuvre familiale (données pas disponibles).

(notamment la carpe) pendant la même période, montrent de grandes fluctuations.

La production de carpe la plus importante qui s'élevait à 6 105 tonnes en 1997 a été suivie par une forte chute l'année suivante. Les derniers chiffres de la FAO pour l'année 2000 montrent une production aquacole de carpe de 2 480 tonnes (figure 1). L'une des raisons principales de la forte chute de la production de carpe en 1998 était le cyclone tropical Gretelle qui a frappé le pays en 1997, il y a eu 200 blessés et quelque 570 000 personnes ont été touchées. Le premier cyclone à se produire après 40 ans a détruit de grandes portions des cultures commerciales, y compris l'aquaculture. En raison des dommages causés dans les stations d'alevinage, il y a eu pénurie d'alevins l'année suivante.

Environ 71 pour cent de la production aquacole dans les eaux douces à Madagascar est obtenue de la rizipisciculture (Remanevy, 1999). Le reste (29 pour cent) est produit dans les systèmes d'étang. Bien que la carpe soit l'espèce principale utilisée dans la rizipisciculture, le tilapia aussi devient populaire. La rizipisciculture à Madagascar est une pratique simple, à coût réduit et dont la technologie coûte moins cher. Cette activité a été favorisée par divers projets avec un financement national et international, comme par exemple, le projet MAG/92/004 de FAO/PNUD «Programme de développement de la pêche et de l'aquaculture» et le projet «Initiatives genre et développement: Le projet rizipisciculture (Sud et Nord) à Madagascar»

financé par l'Union européenne. Cependant, l'économie de la riziculture, de la pisciculture et de la rizipisciculture n'est pas bien comprise.

Méthodologie

Les données économiques ont été collectées dans dix établissements rizicoles, dans dix établissements piscicoles (élevage de carpe) et dans dix établissements rizipiscicoles (élevage de tilapia/carpe) dans la région de Vakinankaratra en 2001. Les données ont été analysées en utilisant la «technique du budget d'entreprise». La grandeur en moyenne des établissements rizicoles, des établissements piscicoles et des établissements rizipiscicoles est de 0,21, 0,09 et 0,45 hectare, respectivement. Cependant, en raison de la petite taille d'échantillon, les écarts-types étaient importants: 0,20, 0,15 et 0,60 ha, respectivement. Les taux de dépréciation utilisés pour les frais d'établissement des étangs et des exploitations rizipiscicoles étaient basés sur des études similaires effectuées dans d'autres pays en Afrique subsaharienne. La durée était 20 ans et 10 ans pour les étangs piscicoles et les structures rizipiscicoles, respectivement. La plupart des agriculteurs interviewés dans le cadre de l'étude étaient parmi le segment plus pauvre de la population rurale, étant donné que l'étude visait à identifier les opportunités et les contraintes de la pisciculture pour les pauvres en zone rurale à Madagascar. Les photos des trois systèmes de production sont fournies en Annexe 2.

Tableau 2. Données économiques pour les systèmes rizicoles, piscicoles et rizipiscicoles à Madagascar, 2001 (moyennes calculées par an). FMG = franc malgache (1 \$EU = FMG 5 970, 2001)

Élément	Riziculture	Pisciculture	Rizipisciculture
Moyenne du prix du riz sur le marché (FMG/kg)	1 360	–	1 245
Prix des semences du riz (FMG/kg)	1 360	–	1 245
Moyenne du prix du poisson sur le marché (FMG/kg)	–	13 825	11 950
Prix de l'engrais organique (FMG/kg)	55,30	57,50	86,25
Prix de l'engrais chimique (FMG/kg)	3 300	3 000	3 225
Prix de la chaux (FMG/kg)	2 700	800	750
Prix des alevins/FMGkg)	–	40 566	18 556.7
Prix des aliments piscicoles (FMG/kg)	–	1 292	825
Coût de construction de l'étang (FMG/ha)	–	10 450 000	14 080 000
Coût de main-d'œuvre rémunérée (FMG/ha)	970 284	123 913	1 558 719
Coût de main-d'œuvre familiale FMG/ha)	332 500	168 000	210 000
Coût de gestion (FMG/ha)	50 000	30 000	30 000
Impôt foncier (FMG/ha/an)	117 453	112 319	64 732

Résultats

Le tableau 1 présente les données biophysiques portant sur les trois systèmes de production. Bien qu'un seul cycle de production soit pratiqué par an dans tous les systèmes, la durée du cycle est diverse, allant de 144 jours pour la riziculture à 240 jours pour la pisciculture. La chaux, les engrais organiques et inorganiques sont utilisés dans les trois systèmes, bien qu'ils soient appliqués en différentes quantités. Par exemple, les pisciculteurs utilisent plus de chaux dans la préparation de leurs étangs, tandis que les rizipisciculteurs ajoutent plus d'engrais organique à leurs exploitations rizipiscicoles que les agriculteurs dans les eaux d'autres systèmes. Les rizipisciculteurs utilisent environ 22 pour cent des semences du riz que les riziculteurs utilisent, et quelque 38 pour cent des alevins que les pisciculteurs utilisent par hectare. La moyenne du poids des alevins utilisés pour l'empoissonnement dans la rizipisciculture est supérieure au poids des alevins utilisés dans les systèmes destinés uniquement à l'élevage des poissons (± 10 g vs 5 g). La quantité d'aliments utilisés par les pisciculteurs est environ deux fois la quantité utilisée par les rizipisciculteurs. La rizipisciculture semble nécessiter le plus de main-d'œuvre. Les rizipisciculteurs utilisent davantage de main-d'œuvre rémunérée. Des trois systèmes, la pisciculture nécessite le moins de main-d'œuvre. Les rendements des trois systèmes sont également très divers. Les rendements rizicoles obtenus des établissements rizipiscicoles sont supérieurs de 22 pour cent aux rendements d'une rizière ordinaire. Cette situation pourrait signifier que l'intégration de la pisciculture et de la riziculture a un impact positif sur les rendements rizicoles. Le système rizipiscicole utilise en moyenne trois fois plus d'engrais par unité de terrain que le

système rizicole. Il s'agit là probablement d'une autre raison importante pour la réalisation d'un rendement rizicole plus élevé dans les systèmes rizipiscicoles faisant l'objet de cette étude.

Les tableaux 2 et 3 présentent les données économiques et les résultats de l'analyse des coûts et des résultats. Le total des coûts variables est plus réduit dans le cas de la riziculture, qui montre aussi de faibles revenus bruts et des résultats nets réduits par rapport aux autres systèmes de production. Le total des coûts relatifs à la rizipisciculture ou à la pisciculture sont quasiment similaires (environ 1 175 \$EU/an). Les résultats nets de la rizipisciculture sont cependant de 182 \$EU/an de plus que les résultats de la pisciculture. Cela signifie que, bien que les frais d'établissement nécessaire à la préparation de la rizière pour la rizipisciculture soient plus importants que les frais d'établissement pour la construction des étangs, les frais d'établissement sont amortis plus tôt étant donné que les revenus bruts sont plus importants.

Le rapport bénéfice/coût pour la riziculture, la pisciculture et la rizipisciculture était 0,75, 0,34 et 0,51, respectivement sans les coûts imputés du terrain, de la main-d'œuvre et de la gestion. Cela indique que les hausses des coûts relatifs aux systèmes rizipiscicole et piscicole n'entraînent pas automatiquement des résultats proportionnellement plus élevés.

Le tableau 4 présente les seuils de rentabilité calculés pour les rendements aux coûts et aux prix courants. Les riziculteurs doivent produire au moins 2 317 kg de riz/ha/an, les pisciculteurs doivent produire 516 kg de poissons/ha/an et les rizipisciculteurs doivent produire 594 kg de poissons et 2 766 kg de riz/ha/an pour leur permettre d'amortir le total de leurs coûts de production.

Tableau 3. Analyse des coûts et revenus (par hectare et année) pour riz, poisson et rizipisciculture en Madagascar, 2001

Item	Riziculture ^a (\$EU/ha)	Pisciculture (\$EU/ha)	Rizipisciculture ^a (\$EU/ha)
I. Revenues grosses (GR)	858,63	1 565,66	1 746,90
II. Coûts variables (VC)			
Chaux	15,58	104,36	0,67
Engrais organiques	54,77	104,19	164,32
Engrais organiques	47,91	5,03	149,58
Alevins	–	415,91	133,33
Semences du riz	108,04	–	22,11
Aliments piscicoles	–	275,04	54,77
Main-d'œuvre rémunérée	162,48	20,77	267,83
Coût d'opportunité des capitaux ^b	46,65	111,04	95,11
Total FV	435,43	1 036,34	887,72
III. Marge brute (MB)	423,20	529,32	859,18
IV. Frais Fixes (FF)			
Dépréciation	0	87,60	235,85
Impôt foncier	19,60	18,76	10,72
Total FF	19,60	106,36	246,57
Coûts d'opportunité du terrain	NA	NA ^d	NA
Coût d'opportunité de main-d'œuvre non rémunérée	55,70	28,14	35,18
Coût d'opportunité de gestion non rémunérée ^c	8,38	5,03	5,03
TOTAL DES COÛTS	519,10	1 175,86	1 174,49
Vi. NRLLM	403,60	422,96	612,61
Vii. NRML	347,90	394,82	577,43
Viii.NRM	NA	NA	NA
Viv.NRL	339,53	389,80	572,41
VI. B/C avec coûts d'opportunité imputés de terrain, main-d'œuvre et gestion	0,89	0,37	0,54
VI. B/C sans coûts d'opportunité imputés de terrain, main-d'œuvre et gestion	0,75	0,34	0,51

^aTaux de change: USD 1 = FMG 5970 (franc malgache, 2001)

^bCalculé sur la base du taux d'intérêt sur l'épargne = 12 pour cent.

^cCalculé sur la base du salaire mensuel du directeur = FMG 300 000.

^dNA = données non disponibles.

Discussion et conclusions

Rentabilité financière

Des trois systèmes de production faisant l'objet de l'analyse, la rizipisciculture présente les résultats nets les plus importants par hectare et par an. Il est conseillé aux riziculteurs intéressés par la pisciculture de commencer la rizipisciculture au lieu de construire des étangs pour la pisciculture. Le taux de rentabilité sur l'investissement est plus élevé pour la riziculture que le taux de rentabilité pour la rizipisciculture, ce qui indique que les frais d'établissement supplémentaires présentent des résultats relativement réduits.

Cependant, il convient de noter que dans la plupart des cas il existe peu d'opportunité pour les riziculteurs d'atteindre un taux de rentabilité sur l'investissement similaire à ce que l'on obtient de la rizipisciculture en augmentant l'investissement dans la riziculture.

Investissements de terrain, de capitaux et de main-d'œuvre

Les agriculteurs qui ont entamé la rizipisciculture sont en général des agriculteurs aisés, qui disposent de vastes terrains (0,4 ha vs 0,2 ha pour les riziculteurs). Cependant, l'analyse montre que les résultats nets des petites

Tableau 4. Analyse des seuils de rentabilité pour les activités rizicoles, piscicoles et rizipiscicoles à Madagascar (2001)

	Riziculture	Pisciculture	Rizipisciculture
Rendement de seuil de rentabilité (kg/ha/an)	2 316,6	516,2	NA ^a
Prix du seuil de rentabilité (FMG/kg)	835,9	10 557,5	NA ^a

^a NA – calcul impossible avec les données disponibles

exploitations (300-400 m² d'exploitation rizipiscicole) sont plus importants par m² que les résultats des exploitations plus grandes. Le sous-empoissonnement avec des alevins par les exploitations plus grandes serait une raison importante pour ces résultats relativement réduits.

Les problèmes actuels relatifs au régime foncier a aussi un effet négatif sur les investissements des agriculteurs dans les rizières et dans les intrants. La grande partie du terrain n'est pas une propriété privée; les processus d'héritage sont compliqués et souvent l'utilisation du terrain est permise par accord oral seulement. Les choses sont prévues à court terme et il y a moins de préoccupations pour les impacts environnementaux à long terme. Il s'agit là d'une conséquence de cette situation.

Les frais d'établissement nécessaire pour entamer les activités rizipiscicoles est relativement important pour les riziculteurs pauvres; l'investissement est égal à la moyenne des résultats nets de 6 ans de riziculture. Cela pourrait constituer un gros problème à surmonter pour entamer cette activité. Étant donné que nous n'avons pas collecté les informations sur l'accès au crédit, le nantissement, les taux d'intérêt et les détails sur le remboursement, on ignore les opportunités et les contraintes financières liées à la possibilité d'obtenir des prêts pour la rizipisciculture ou pour la pisciculture.

Étant donné que la rizipisciculture exige des intrants plus considérables en matière de main-d'œuvre que l'élevage des poissons en étang ou la riziculture, cette activité semble plus attractive pour les familles/ménages nombreux que les familles moins nombreuses. Pour les ménages agricoles pauvres qui disposent d'une main-d'œuvre réduite déjà active et qui cultivent le riz, le manioc, la patate, les fruits, le maïs et les graines de soja, et qui pratiquent la pisciculture dans les rizières est une autre opportunité permettant de joindre les deux bouts. Les agriculteurs qui dépendent déjà beaucoup d'une main-d'œuvre rémunérée en matière de riziculture doivent faire preuve de plus de volonté pour introduire de poissons dans leurs rizières, étant donné qu'il y aura une hausse supplémentaire des coûts.

Production

Les rendements rizicoles dans le système rizipiscicole sont plus importants que dans le système rizicole, ce qui signifie que la pisciculture pratiquée dans une rizière peut augmenter la production par hectare². Par conséquent, la rizipisciculture peut apporter une contribution supplémentaire à la sécurité alimentaire au niveau des ménages et garantira aussi le revenu des ménages quand une partie des poissons produits est vendue. La réduction des pestes et des mauvaises herbes est un avantage indirect important que l'on peut tirer de l'élevage des poissons dans les rizières, et cela pourrait être l'un des facteurs qui sont à l'origine d'une production rizicole plus forte. Un autre avantage pourrait être le recyclage des substances nutritives par les poissons.

Les niveaux de croissance des poissons individuels sont plus élevés dans le système de production rizipiscicole que dans le système d'élevage de poissons dans les étangs, et ce, en raison des meilleures conditions d'élevage. Les mauvaises expériences vécues quand on essaie d'autres pratiques d'élevage présentent une situation où un grand nombre d'agriculteurs n'accepte pas les nouvelles techniques/pratiques, ce qui influe de façon négative sur l'introduction et le développement de la rizipisciculture.

Risque

La rizipisciculture semble une activité moins risquée que la riziculture et/ou la pisciculture pratiquées seules, étant donné qu'aucun des rizipisciculteurs interviewés n'a tourné à perte, par rapport à 30 pour cent des riziculteurs et 20 pour cent des pisciculteurs qui avaient un

² Note des éditeurs: On assistait souvent à une hausse des rendements rizicoles dans les établissements rizipiscicoles par rapport aux exploitations de monoculture rizicole, et l'augmentation enregistrée est assez comparable aux chiffres des hausses de rendements observées dans les autres régions du monde. Cependant, les quasi 80 pour cent de taux d'ensemencement réduit enregistré pour la rizipisciculture semble exceptionnellement faible, tandis que les taux de fertilisation organique et inorganique observés, qui s'élèvent à trois fois le taux utilisé en monoculture rizicole semblent exceptionnellement élevés; malheureusement, ces contradictions apparentes n'ont pas été examinées en profondeur.

déficit (Annexe 3). Cependant, les périodes de sécheresse et les inondations peuvent causer des désastres financiers, comme le cyclone Gretelle l'a démontré en 1997, notamment en ce qui concerne le groupe plus pauvre des rizipisciculteurs et ceux qui venaient d'entamer la rizipisciculture et qui avaient investi une portion considérable de leur revenu dans cette activité.

L'empoissonnement d'une rizière qui n'est pas située à proximité de l'exploitation agricole présente un risque, étant donné que la pauvreté des populations en zone rurale les pousse à voler des poissons (notamment quand la période des récoltes s'approche) et les activités des gens animés par la jalousie pour saboter les efforts de ces agriculteurs. En outre, les structures traditionnelles sur le plan culturel et social existant au sein des communautés et des familles individuelles qui pratiquent l'agriculture causent l'écrémage des avantages et entraînent la réduction des opportunités pour les investissements dans la rizipisciculture par exemple.

Les prix du marché des poissons fluctuent considérablement au cours de l'année. Les récoltes des différents établissements rizipiscicoles qui s'annoncent sur le marché plus ou moins au même moment risquent fort d'avoir une influence négative sur le prix. En général les agriculteurs ne peuvent pas se permettre de vendre les poissons à une date ultérieure

dès que la saison sèche commence ou quand ils doivent préparer le terrain pour la saison prochaine, du coup ils sont obligés d'accepter le prix du marché en vigueur. Les exploitants des étangs piscicoles sont moins susceptibles vis-à-vis de la sécheresse et par conséquent, ils ont un calendrier un peu plus flexible pour la récolte et la commercialisation de leurs poissons.

Références

- FAO.** 2002a. *FAO Fishstat Plus database: total production 1950-2000* (disponible à www.fao.org/fi/statist/FISOFT/FISHPLUS.asp).
- FAO.** 2002b. *FAO Fishstat Plus database: commodities production and trade 1976-1999*. (disponible à www.fao.org/fi/statist/FISOFT/FISHPLUS.asp).
- Razafitseheno, G.** 2001. Aquaculture commerciale de crevettes à Madagascar. Dans *Promotion of sustainable commercial aquaculture in Sub-Saharan Africa: experiences of selected developing countries. FAO Fisheries Circular 971*. Rome, FAO.
- Remanevy, E.M.** 1999. Situation des Pêches à Madagascar: les besoins et mesures d'aménagement préconisés. ACP-EU Training, Country Report Madagascar (disponible à www.fishbase.org/training/countryreports/dakar/madagascar.hm).

Annexe 2

Photos des trois systèmes de production à Madagascar: a) riziculture; b) rizipisciculture; et c) pisciculture en étang (toutes les photos sont fournies par Monsieur E. Randimbiharimanana).



a) Riziculture



b) Rizipisciculture



c) Pisciculture en étang

Annexe 3

A. Données bioéconomiques de dix établissements rizicoles à Madagascar, 2001

Exploitation no.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Moyn.
Principaux paramètres biologiques											
Superficie du terrain (m ²)	1100	3000	1600	1000	3200	7000	2500	400	400	1000	2120
Semence ¹	0,02	0,05	0,01	0,08	0,10	0,15	0,13	0,13	0,13	0,12	0,09
Engrais inorganique ¹	-	-	-	0,05	0,04	-	-	-	-	-	0,01
Engrais organique ¹	-	0,08	1,78	1,40	1,46	0,14	0,60	0,63	0,25	0,50	0,68
Durée du cycle de croissance ²	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5
Rendement brut ¹	0,27	0,17	1,03	0,30	0,59	0,21	0,30	0,50	0,75	0,60	0,47
Principaux paramètres économiques											
Coûts											
Coût des semences ³	0,01	0,02	0,00	0,01	0,02	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02
Coût de l'engrais inorganique ³	-	-	-	0,03	0,02	-	-	-	-	-	0,01
Coût de l'engrais organique ³	-	0,00	0,04	0,02	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
Coût de la main-d'œuvre rémunérée ³	-	0,01	0,01	0,06	0,02	0,01	0,01	0,08	0,04	0,01	0,03
Autres coûts ³	0,00	0,01	0,01	0,07	0,02	0,01	0,01	0,07	0,04	0,03	0,03
Total des coûts ³	0,01	0,04	0,06	0,19	0,10	0,06	0,05	0,18	0,11	0,06	0,09
Résultats											
Revenu brut ³	0,09	0,06	0,22	0,04	0,10	0,05	0,07	0,11	0,16	0,12	0,10
Revenu net ³	0,08	0,02	0,14	-0,15	0,00	-0,01	0,02	-0,07	0,05	0,06	0,01

¹Kg par m² & par cycle de production.

²Mois.

³\$EU par m² & par cycle de production.

⁴\$EU par m².

Annexe 3 (suite)

B. Données bioéconomiques de dix établissements piscicoles à Madagascar, 2001

Exploitations:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Moyn.
Principaux paramètres biologiques											
Superficie d'étang (m ²)	1000	200	4500	100	100	800	100	100	150	168	722
Densité d'empoissonnement (alevins/m ²)	1	1	1,5	0,3	2,4	2	1	0,5	0,66	1,19	1,16
Poids dès l'empoissonnement (g/alevin)	3	3	8	4	4	5	6	6	7	7	5
Chaux ¹	-	-	0,03	-	-	0,50	-	0,02	-	-	0,06
Aliment ¹	-	0,4	0,03	0,07	1	0,63	0,2	0,1	0,1	0,15	0,27
Engrais inorganique ¹	-	-	-	-	-	-	-	0,06	0,01	-	0,01
Engrais organique ¹	0,75	1,25	0,6	-	-	0,63	0,3	0,5	2,67	1,79	0,85
Durée du cycle de croissance ²	10	9	7	6	9	8	8	6	8	9	8
Rendement brut ¹	0,133	0,152	0,018	0,036	0,378	0,094	0,090	0,080	0,117	0,161	0,126
Poids dès la récolte (g/poisson)	190	190	100	180	250	110	180	200	250	180	183
Principaux paramètres économiques											
Coûts Variables											
Coût des alevins ³	0,04	0,03	0,06	0,01	0,10	0,08	0,03	0,01	0,02	0,04	0,04
Coût des aliments ³	-	0,03	0,00	0,02	0,13	0,25	0,03	0,03	0,03	0,04	0,06
Coût de l'engrais inorganique ³	-	-	-	-	-	-	-	0,03	0,01	-	0,00
Coût de l'engrais organique ³	0,01	0,01	0,01	-	-	0,01	0,01	0,00	0,04	0,02	0,01
Coût de main-d'œuvre rémunérée ³	0,00	0,00	0,00	0,01	-	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01
Autres coûts ³	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Frais fixes											
Coût de construction d'étang ⁴	0,01	0,07	0,00	0,15	0,27	0,04	0,12	0,09	0,10	0,15	0,10
Total des coûts ⁴	0,05	0,07	0,08	0,05	0,24	0,43	0,09	0,09	0,11	0,12	0,13
Résultats											
Revenu brut ³	0,33	0,38	0,04	0,06	0,82	0,20	0,23	0,20	0,29	0,33	0,29
Revenu net ³	0,28	0,31	-0,04	0,01	0,58	-0,23	0,14	0,11	0,18	0,21	0,16

¹Kg par m² & par cycle de production.²Mois.³\$EU par m² & par cycle de production.⁴\$EU par m² (note: puisque le coût de construction d'étang est étalé sur 20 ans l'effet sur le coût total est minime ici).

Annexe 3 (suite)

C. Données bioéconomiques de dix établissements rizipiscicoles à Madagascar, 2001

Exploitations:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Moyn.
Principaux paramètres biologiques											
Superficie du terrain (m ²)	4000	9000	20000	4000	2000	400	1500	1200	2400	300	4480
Densité d'empoissonnement (alevins/m ²)	0,70	0,50	0,40	0,50	0,15	0,50	0,27	0,40	-	1,00	0,44
Semence ¹	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Poids dès l'empoissonnement (g/alevin)	5	3	5	5	5	5	20	20	10	20	10
Aliment ¹	0,13	0,07	-	0,14	0,02	0,05	0,01	0,03	0,01	0,01	0,05
Engrais inorganique ¹	-	0,05	0,03	0,04	-	-	-	0,02	-	-	0,01
Engrais organique ¹	2,50	1,40	2,10	1,46	1,25	1,25	0,67	0,42	0,63	-	1,17
Durée du cycle de croissance ²	5	4	6	6	5	5	5	5	5	6	5
Rendement rizicole brut ¹	0,30	0,30	0,60	0,59	0,34	0,38	0,30	0,42	0,15	0,83	0,42
Rendement piscicole brut ¹	0,125	0,081	0,061	0,086	0,020	0,113	0,033	0,063	-	0,133	0,07
Poids dès la récolte (g/poisson)	330	250	125	375	300	300	250	200	250	200	258
Principaux paramètres économiques											
Coûts Variables											
Coût des alevins ³	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	-	0,03	0,01
Coût des aliments ³	0,03	0,01	-	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
Coût de l'engrais inorganique ³	-	0,03	0,02	0,02	-	-	-	0,01	-	-	0,01
Coût de l'engrais organique ³	0,05	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	-	0,01
Coût de main-d'œuvre rémunérée ³	0,01	0,04	0,01	0,04	0,02	0,02	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03
Autres coûts ³	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01
Frais fixes											
Coût de préparation du terrain ⁴	0,03	0,01	0,03	0,03	0,04	0,00	-	-	-	-	0,01
Total des coûts ³	0,15	0,13	0,11	0,14	0,09	0,04	0,05	0,10	0,04	0,08	0,09
Résultats											
Revenu brut ³	0,38	0,24	0,19	0,24	0,11	0,38	0,12	0,20	0,05	0,40	0,23
Revenu net ³	0,23	0,11	0,08	0,10	0,02	0,34	0,07	0,10	0,01	0,32	0,14

¹Kg par m² & par cycle de production.

²Mois.

³\$EU par m² & par cycle de production.

⁴\$EU par m² (note: puisque le coût de préparation du terrain est étalé sur dix ans l'effet sur le coût total est minime ici).