



## Effets d'une couverture d'*Azolla* sur les performances de croissance et de production de *Clarias gariepinus* (Burchell) élevé en étangs

Youssouf ABOU<sup>1\*</sup>, Epiphane HOSSOU<sup>2</sup> et Emile D. FIOGBÉ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Unité de Recherche sur les Zones Humides, Département de Zoologie et Génétique, Faculté des Sciences et Techniques, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526 Cotonou 01, Bénin.

<sup>2</sup> Direction des Pêches, BP 383 Cotonou, Bénin.

Auteur correspondant : Tél. 00 229 95 42 27 75 ; E-mail : [y\\_abou@yahoo.com](mailto:y_abou@yahoo.com)

### RESUME

Pendant 90 jours, nous avons mesuré le rôle de la couverture d'*Azolla* et la contribution relative de la nourriture endogène des étangs à la croissance et la production piscicole du poisson-chat africain *Clarias gariepinus*. Les poissons (poids moyen initial : 3,8 g) ont été soumis à trois modes d'élevage en étangs: (i) alimentation artificielle complémentaire seule (AL), (ii) *Azolla* seul en couverture de 40% de la superficie des étangs (AZ) et (iii) *Azolla* en couverture de 40% de la surface et nutrition complémentaire des poissons au même aliment que dans (i) (AL+AZ). Le poids final (Pf, 7,3 – 16,1 g) et le taux de croissance spécifique (TCS, 0,7 – 1,6%/j) diffèrent significativement entre traitements ( $P < 0,01$ ). Les meilleures performances sont obtenues avec le traitement (AL+AZ), suivi du traitement AL et AZ respectivement. Aucune différence significative n'est constatée entre les taux de survie ( $P > 0,5$ ). Les productions piscicoles qui en résultent sont de  $1,40 \pm 0,4$  kg/ara/an avec AZ,  $2,35 \pm 0,54$  kg/are/an pour les poissons AL et  $6,21 \pm 0,87$  kg/are/an pour les poissons AL+AZ. L'amélioration des productions dans le système d'association *Azolla*-aliment pourrait être due à la couverture d'*Azolla* qui aurait facilité l'utilisation des ressources naturelles de l'étang par les poissons. Dans la perspective du développement de la pisciculture et pour une bonne durabilité de ce secteur, ce mode d'élevage pourrait être vulgarisé en milieu rural béninois.

© 2010 International Formulae Group. All rights reserved.

**Mots-clés:** *Azolla*, aliment complémentaire, *Clarias gariepinus*, nourriture endogène, étangs.

### INTRODUCTION

*Azolla* est une petite fougère aquatique qui réalise une symbiose héréditaire avec la cyanobactérie *Anabaena azollae* Strasburger (Van Hove, 1989). Jadis utilisée comme engrais vert en riziculture à cause de son caractère diazotrophe (Van Hove, 1989) qui la rend naturellement riche en protéines (Micha, 2000), *Azolla* est de plus en plus valorisée dans l'alimentation des poissons. Cette fougère est en effet riche en protéines: 15-35% de la matière sèche (Déttimmerman et

Petry, 1988), présente un bon profil en acides aminés (Sanginga et Van Hove, 1989; Leonard, 1997) et est appréciée à l'état frais ou séché par les poissons omnivores et phytophages (Liu, 1988). Elle est de ce fait incorporée dans leur ration alimentaire, avec des résultats satisfaisants avec *Oreochromis niloticus* L. (Fiogbé et al., 2004 ; Abou et al., 2007a, 2007b). Elle est directement mise en culture sur une partie de la superficie des étangs piscicoles, ce qui la rend disponible en permanence aux poissons.

© 2010 International Formulae Group. All rights reserved.

Divers aspects de l'effet du tapis de cette fougère sur l'écosystème sous-jacent ont été étudiés par plusieurs auteurs. Selon Lejeune et al. (1999), un tapis d'*Azolla* réduit l'intensité lumineuse incidente de 90%, ce qui entraîne une baisse de la production du phytoplancton qui est la principale source d'oxygène dans les étangs. La réduction de la teneur en oxygène de l'eau qui s'ensuit est considérable et pourrait varier de 22% à 29% lorsque les étangs sont couverts à 40% et 60% de leur superficie (Abou et al., 2007a). Cette réduction pourrait atteindre même 50% en couverture totale des étangs par la fougère (Wagner, 1997).

Du fait de la pérennisation dans les pays asiatiques de cette forme de valorisation de la fougère, on estime qu'elle serait certainement bénéfique en production piscicole. A cet effet, diverses hypothèses ont été avancées pour expliquer ce rôle positif. Ainsi, de par sa présence dans l'étang, le tapis d'*Azolla* augmenterait la richesse en habitat de cet écosystème, favorisant ainsi une richesse en microorganismes (Bactéries du fond, zooplancton, benthos,...) consommables par les poissons. La possibilité de migration de ces organismes pourrait permettre leur concentration dans la partie non couverte, ce qui faciliterait leur utilisation par les poissons. De même, seraient plus disponibles les insectes «ennemis» de l'*Azolla* qui pourraient être consommés car mis à nu après la mort de l'*Azolla* attaqué. Ainsi, une couverture partielle d'*Azolla* pourrait augmenter l'utilisation de la production naturelle par les poissons.

Cette expérimentation a pour but principal de mesurer l'impact de la couverture d'*Azolla* en étang sur les performances de croissance et la production du poisson-chat africain *Clarias gariepinus*.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### Cadre d'étude

L'expérience a été conduite dans la zone humide bordière du lac Nokoué situé à environ 14 km au Nord de Cotonou au Bénin (Figure 1). Quelques conditions écologiques

de cette zone sont les suivantes : Température: 24-27 °C; humidité relative de l'air: 68-94%; insolation moyenne: 71%).

### Dispositifs expérimentaux

Trois triplicats d'étangs (chaque étang mesure 12 m x 2,5 m x 0,80 m) ont été utilisés pour cette expérimentation. Ils sont constitués en trois traitements de la manière suivante:

Traitement 1: les poissons sont nourris à l'aliment artificiel complémentaire (AL, Tableau 1).

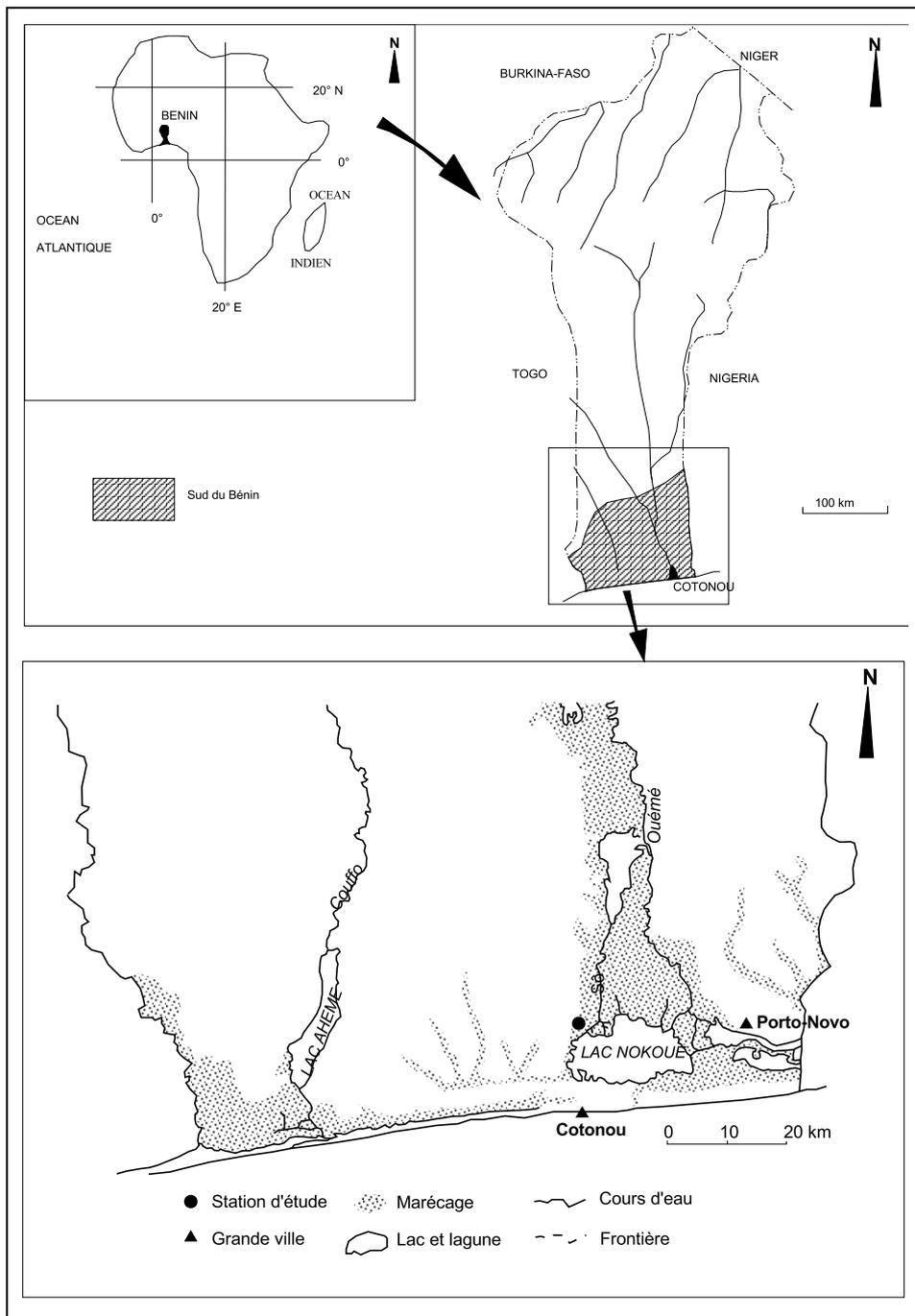
Traitement 2: les poissons sont élevés en étangs couverts à 40% de leur superficie par *Azolla*, sans apport complémentaire d'aliment (AZ).

Traitement 3: les poissons sont élevés en étangs couverts à 40% de leur superficie par *Azolla* et apport complémentaire du même aliment (AL+AZ, Tableau 1).

La couverture des étangs avec *Azolla* est réalisée du même côté dans tous les étangs. La superficie couverte est maintenue constante à l'aide d'une barrière en bambou flottante mais fixée sur les berges. La souche d'*Azolla* utilisée est *A. filiculoides* Lam. Cette fougère est très productive dans les conditions écologiques de la région. Durant toute l'expérience, elle est maintenue à une densité allant de 1 à 2 kg/m<sup>2</sup> (Van Hove, 1989) en procédant à des récoltes régulières.

### Déroulement de l'expérience

Les mesures *in situ* et les analyses au laboratoire des paramètres physico-chimiques de l'eau sont effectuées chaque semaine. Ces paramètres sont mesurés 5 fois par séance hebdomadaire de mesure: 7h00, 10h00, 13h00, 16h00 et 19h00. La transparence de l'eau a été mesurée au disque de Secchi, la température et l'oxygène dissous au moyen de l'oxythermomètre WTW Oxi 197/Set, le pH avec le pHmètre WTW pH 330/Set-0. Les concentrations en nitrites ont été mesurées par la méthode photométrique à l'aide de la sulfanilamide et la 1-naphtylamine tandis que l'ammonium a été déterminé à la méthode photométrique en tant qu'indophénol. Vingt (20) litres d'eau sont prélevés au moyen



**Figure 1:** Localisation du site d'étude dans la zone humide du Sud-Bénin.

**Tableau 1:** Composition élémentaire et taux protéique brut de l'aliment expérimental.

<b>Matières premières</b>	<b>Taux d'incorporation</b>
Son de maïs	13
Tourteau de palmiste	5
Tourteau de coton	13
Farine de poisson	15
<i>Azolla</i> séché	40
Drêche de brasserie	11
Coquille d'huître	2
Sel (NaCl)	1
<b>Taux protéique total</b> (% matières sèches)	<b>32</b>

de récipients gradués et filtrés au filet à plancton de 55  $\mu$  de mailles. Le zooplancton récolté est concentré et formolé dans un pilulier à l'aide de formaldéhyde 4% à raison de 10% v/v.

Les poissons sont mis en charge à la densité de 2 individus/m<sup>2</sup>. Ceux qui sont complémentaiement nourris reçoivent un régime alimentaire composé de sous-produits agricoles. L'aliment complémentaire est constitué de sous-produits agricoles comme le montre le Tableau 1.

Les poissons ont été nourris selon Hogendoorn (1983). La ration est distribuée en 2 fois, le matin à 10 heures et l'après-midi à 16 heures. Les pêches de contrôle de croissance des poissons ont été faites tous les 15 jours sur 30% du stock de poissons; les poids moyens obtenus ont permis d'estimer la biomasse totale disponible et donc la ration quotidienne avant la prochaine pêche. A la fin de l'expérience, tous les poissons ont été pêchés, pesés et comptés, ce qui a permis d'évaluer les paramètres zootechniques et de mesurer l'efficacité des différents systèmes d'élevage.

#### **Analyses statistiques**

A la fin de l'expérience, les données de physico-chimie et de zooplancton ainsi que les données de croissance et de production piscicole obtenues ont été soumises à l'analyse de la variance à un critère de classification (Anova 1) suivi du test de comparaison des moyennes selon Duncan

(1955). Avant de faire ces analyses, nous avons vérifié l'homogénéité de la variance en utilisant le test de Hartley (Hartley, 1959). Ces analyses ont été effectuées avec le programme statistique SPSS version 13 (SPSS, Chicago, Illinois, USA).

#### **RESULTATS**

Il n'y a pas de différence significative ( $P>0,05$ ) entre les différents paramètres de la qualité de l'eau tels que la transparence, la température, l'oxygène dissous, le pH, les nitrites et l'ammonium mesurés dans tous les étangs, quel que soit le mode d'élevage.

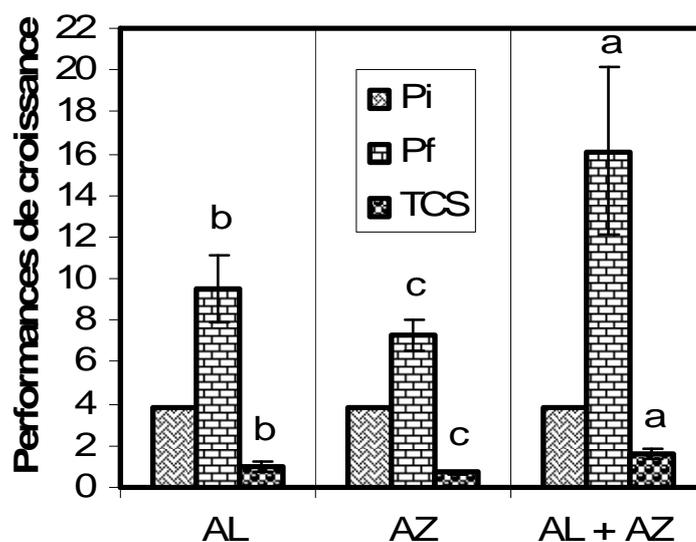
La densité absolue du zooplancton et l'abondance relative des 3 principaux groupes sont par contre significativement différents (Tableau 2). Une différence hautement significative est observée entre toutes les valeurs ( $P<0,01$ ). La densité absolue du zooplancton dans les étangs AL est nettement supérieure à celle dans les étangs AL+AZ et AZ, avec des valeurs respectives de  $1424 \pm 285$ ,  $570 \pm 58$  et  $92 \pm 9$  individus/l d'eau. Les rotifères et les cladocères sont les plus abondants dans tous les traitements.

Les Figures 2 et 3 montrent les résultats des paramètres de croissance et de production et d'utilisation des aliments. Le poids moyen final est significativement plus élevé chez les poissons du complexe aliment+*Azolla* que chez les poissons nourris uniquement à l'aliment et les poissons à *Azolla* seul, respectivement. Les taux de survie ne sont pas significativement différents

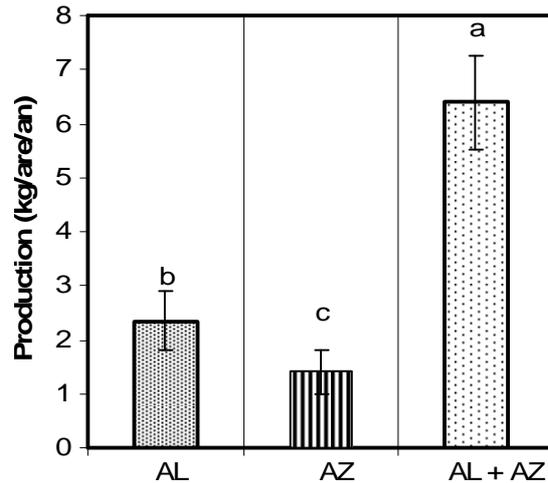
**Tableau 2:** Moyennes des paramètres de qualité de l'eau et du zooplancton (nombre/l) dans 3 systèmes d'élevage de *Clarias gariepinus* en étangs au bout de 90 jours.

Paramètres	AL	AZ	AL+AZ
<b>1. Qualité de l'eau</b>			
Transparence (cm)	15,0 ± 2,7	20,3 ± 4	18 ± 1,0
Température (°C)	27,1 ± 1,9	27,9 ± 2,3	27,5 ± 1,9
Oxygène dissous (mg/l)	2,7 ± 0,7	2,1 ± 0,5	2,0 ± 0,4
pH	6,62 ± 0,25	6,56 ± 0,27	6,47 ± 0,22
Nitrites (mg/l)	0,05 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,04 ± 0,01
Ammonium (mg/l)	0,009 ± 0,005	0,005 ± 0,002	0,008 ± 0,003
<b>2. Zooplancton (nombre/l)</b>			
	1424 ± 285 <sup>a</sup>	92 ± 9 <sup>b</sup>	570 ± 58 <sup>c</sup>
% Rotifères	38,48	39,13	36,84
% Cladocères	50,28	39,13	41,23
% Copépodes	11,24	21,74	21,93

Les valeurs avec des lettres (a,b,c) différentes en exposant différent de façon hautement significative ( $P < 0,01$ ). (AL: poissons nourris à l'aliment seul; AZ: poissons élevés sous couverture d'*Azolla*, sans nourrissage complémentaire; AL+AZ: poissons élevés sous couverture d'*Azolla* et nourris complémentaiement).



**Figure 2:** Poids final (Pf, g) et taux de croissance spécifique (TCS, %/j) de *Clarias gariepinus* élevé en étangs sous 3 différentes modalités, aliment seul (AL), *Azolla* seule (AZ) et en combinaison (AL+AZ). Pi est le poids initial des poissons.



**Figure 3:** Production annuelle de *Clarias gariepinus* élevé en étangs sous 3 différentes modalités, aliment seul (AL), *Azolla* seule (AZ) et en combinaison (AL + AZ).

( $P > 0,05$ ). Les productions piscicoles varient dans le même sens que les performances de croissance.

#### DISCUSSION

Les températures mesurées se situent dans les optimums recommandés par Viveen et al. (1985) pour l'élevage de *C. gariepinus*. Les concentrations en oxygène sont assez faibles et seraient dues au faible développement du phytoplancton causé par la mise en suspension d'argile blanchâtre lors des pêches de contrôle de croissance et dont la sédimentation constitue un long processus. Des valeurs similaires ont également été enregistrées en zones marécageuses au Rwanda (Kanangiré, 2001). La décomposition de la matière organique accumulée dans ces zones humides serait aussi une autre cause de la dépréciation de leurs valeurs. Cependant, *C. gariepinus* peut vivre et se nourrir dans les milieux peu oxygénés (Viveen et al., 1985). Les données de pH témoignent d'une légère acidité. Elles sont susceptibles toutefois de permettre une bonne croissance de *C. gariepinus* (Boyd, 1990). Les concentrations en nitrites et en ammonium sont faibles; ce dernier nutriment étant souvent réutilisé par

les algues mais aussi par les bactéries qui l'assimilent très rapidement au fur et à mesure qu'il se forme (Kanangiré, 2001). Les densités en zooplancton sont plus élevées dans les étangs recevant de l'aliment. Ceci fait penser au rôle de fertilisant des étangs et de nourriture des zooplanktons que jouent les aliments. En effet, la plupart des rotifères et des cladocères sont herbivores (Amoros, 1984) mais peuvent également utiliser des ressources variées comme les bactéries, les protozoaires et les particules détritiques générées par la décomposition en profondeur des aliments non consommés. C'est ce qui pourrait d'ailleurs justifier que les deux groupes de zooplanktons soient les plus abondants. Leur densité faible dans les étangs à *Azolla* seul peut être attribuée à la prédation par les poissons.

Le poids moyen final et le taux de croissance spécifique sont plus élevés dans le cas de l'association aliment-*Azolla* que chez les poissons à aliment et *Azolla* seuls; ce qui semble indiquer un rôle bénéfique de la couverture d'*Azolla* pour les poissons. En l'absence de données sur *C. gariepinus* élevé dans les mêmes conditions en étang, ces performances peuvent être comparées à celles

obtenues par d'autres auteurs. Ainsi, le gain de poids journalier et le taux de croissance spécifique des poissons du complexe aliment-*Azolla* sont identiques à ceux rapportés par Middendorp (1995) qui a nourri ce poisson avec du tourteau de coton et des drêches de brasserie et Kanangiré (2001) avec une alimentation à base de sous-produits locaux comportant 30% d'*A. microphylla*. Ils sont par contre supérieurs à ceux obtenus par ce dernier auteur en étangs fertilisés.

La production annuelle obtenue chez les poissons de l'association aliment-*Azolla* est nettement supérieure à celle obtenue avec les poissons nourris uniquement. C'est que cette fougère en couverture dans l'eau aurait facilité la disponibilité et permis l'utilisation de la nourriture naturelle des étangs que constituent le zooplancton et le benthos. Ainsi, la couverture d'*Azolla* en servant d'habitat au zooplancton et au benthos les met facilement à disposition des poissons, aussi bien sous le tapis d'*Azolla* que dans le milieu ouvert sans *Azolla* dans lequel ils sont souvent concentrés selon Genkai-Kato (2007). Les résultats obtenus avec une couverture d'*Azolla* dans l'étang complétement avec une alimentation artificielle des poissons sont donc en adéquation avec les observations de Pantastico et al. (1986), Cagauan et Pullin (1994), et Shiomi et Kitoh (2001) qui ont montré que l'association de l'*Azolla* avec une nourriture naturelle d'un bon niveau permet d'améliorer les rendements piscicoles.

## REFERENCES

- Abou Y, Fiogbé ED. 2007a. Effet d'une couverture d'*Azolla* (*Azolla filiculoides* Lam.) sur la productivité piscicole du tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* (Linné 1758) en étangs. *Journal of Afrotropical Zoology*, 13-20.
- Abou Y, Fiogbé ED, Micha J-C. 2007b. A preliminary assessment of growth and production of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L., fed *Azolla*-based-diets in earthen ponds. *Journal of Applied Aquaculture*, 19(4): 55-69.
- Amoros C. 1984. Introduction pratique à la systématique des organismes des eaux continentales françaises. Crustacés Cladocères. *Bull. Soc. Linnéenne Lyon*, 53(3): 73 p.
- Boyd CE. 1990. Water quality in pond for aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University.
- Cagauan AG, Pullin RSV. 1994. *Azolla* in aquaculture : past, present and future. In *Recent Advances in Aquaculture*, Muir JF, Roberts RJ (eds). Blackwell Science Ltd: Oxford; 104-130.
- Duncan DB. 1955. Multiple range and multiple F-tests. *Biometrics*, 11: 1-42.
- Fiogbé ED, Micha J-C, Van Hove C. 2004. Use of a natural aquatic fern, *Azolla microphylla*, as a main component in food for Omnivorous-phytoplanktonophagous tilapia, *Oreochromis niloticus* L. *Journal of Applied Ichthyology*, 20: 517-520.
- Genkai-Kato M. 2007. Macrophyte refuges, prey behaviour and trophic interactions : consequence for lake water clarity. *Ecology Letters*, 10: 105-114.
- Hartley HO. 1959. Smallest composite designs for quadratic response surface. *Biometrics*, 15: 611-624.
- Hogendoorn H, Jansen JAJ, Koops WJ, Machiels MAM, Van Ewijk PH, Van Hees JP. 1983. Growth and production of African catfish, *Clarias lazera* (C&V). II. Effects of body weight, temperature and feeding level in intensive tank culture. *Aquaculture*, 21: 253-263.
- Kanangiré CK. 2001. Effet de l'alimentation des poissons avec *Azolla* sur la production d'un écosystème agropiscicole en zones marécageuses au Rwanda. Dissertation doctorale. Presses Universitaires de Namur, Namur, 220 p.
- Lejeune A, Cagauan A, Van Hove C. 1999. *Azolla* Research and development: Recent trends and priorities. *Symbiosis*, 27: 333-351.

- Léonard V. 1997. Use of an aquatic fern (*Azolla filiculoides*) in two species of tropical fish (*Oreochromis niloticus* and *Tilapia rendalli*). Thèse de doctorat en Sciences agronomiques et Ingénierie biologique. Presses Universitaires de Namur, 276 p.
- Liu CC. 1988. The "Rice-Azolla-Fish" system. *RAPA Bulletin*, 4: 1988, FAO, Bangkok, 37 p.
- Micha J-C. 2000. Les fermiers écologistes du tiers-monde. Systèmes d'élevages intégrés en Zones Humides tropicales. Vidéogramme. Livret technique du Vidéogramme. FUNDP-URBO, Namur (Belgique).
- Middendorp AJ. 1995. Pond farming of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), in northern Cameroon. Feeding combinations of cottonseed cake and brewery waste in fingerling culture, hand-sexed male monosex culture, and mixed culture with police-fiche, *Clarias gariepinus* (Burchell). *Aquaculture research*, 26: 715-722.
- Pantastico JB, Baldia SF, Reyes DM. 1986. Tilapia (*Tilapia nilotica*) and Azolla (*A. pinnata*) Cage farming in Laguna Lake. *Fish Research Journal of Phillipines*, 11: 21-28.
- Sanginga N, Van Hove C. Amino acid composition of *Azolla* as affected by strains and population density. *Plant and Soil*, 117: 263-267.
- Shiomi N, Kitoh S. 2001. Culture of *Azolla* in pond, Nutrient composition and Use as Fish Feed. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 47(1): 27-34.
- Van Hove C. 1989. *Azolla*, ses emplois multiples, son intérêt en Afrique. FAO doc., 53 p.
- Viveen WJAR, Richter CJJ, Van Oordt PGWJ, Jansen JAL, Huisman EA. 1985. *Practical Manual for the Culture of the African Catfish (Clarias gariepinus)*. Purdoc: The Hague, Netherlands.
- Wagner GM. 1997. *Azolla*. A review of its biology and utilization. *Botanic Review*, 63(1): 1-26.