

Comparative Analysis of Economic Profitability of Improved Fish Breeding Systems in the Valley of Ouémé, Benin

Hugues A. ELEGBE¹, Silvère D. TOVIGNAN², Fifanou VODOUHE², Paul JIMMY^{2*}, Ibrahim IMOROU TOKO¹, Stanislas KOUSSAHOUE², Janvier EGAH²

Abstract

This paper analyses economic profitability of improved fish breeding systems in use in the valley of Ouémé, South of Benin Republic. A total of 85 fish breeding units are sampled in the municipalities of Bonou and Ouinhi, following the method of "ball of snow". Data concerned sociodemographic characteristics, types and areas of fishbreedingsystems, the prices and quantities of the inputs used and outputs. Data analysis was based on descriptive statistics of general data, and tests of means comparison (ANOVA) of profitability indicators, such as gross and net margins and rate of profitability. Results showed that there are four types of improved fish breeding systems in use in the study area, such as monoculture, polyculture, compensatory growth and co-culture. Results showed also that the most profitable improved fish breeding systems are, following decreasing order, compensatory growth, co-culture, polyculture and monoculture, whatever the profitability indicator that was targeted. On the other hand, feeding fish every 24 hours under experimentation with compensatory growth revealed as the most profitable fish feeding practice. The compensatory growth is recommended for the better income and food security of fish breeders in valley of Ouémé.

Keywords: Economic profitability, improved fish breeding systems, aquaculture, valley of Ouémé, Benin.

1. Introduction

Le poisson est une ressource halieutique indispensable pour l'alimentation de l'homme. Selon la FAO (2004), il assure 31,9% des protéines d'origine animale puis 5,5% des protéines totales et constitue de ce fait la principale source de protéines dans l'alimentation humaine. Au Bénin, la consommation annuelle de poisson par habitant est de 14,31 kg (Direction des Pêches, 2011) ; ce qui est faible car selon la FAO, elle est estimée à 30 kg/habitant/an dans le monde (FAO, 2008). En 2011, la production halieutique du Bénin était estimée à environ 37.784,65 tonnes (y compris la pisciculture) tandis que la demande nationale était de 120.000 tonnes (Direction des Pêches, 2011). D'une part, les quantités de poissons pêchés dans les cours d'eau intérieurs du Bénin ne cessent de décroître, du fait de la persistance de la pêche de cueillette par des communautés de pêche en pleine croissance démographique, de l'utilisation abusive des méthodes et engins de pêche inappropriés, de la dégradation de plus en plus prononcée des écosystèmes aquatiques (MAEP, 2011). D'autre part, le développement de la pisciculture est encore à l'étape embryonnaire, et par conséquent pour satisfaire à la demande intérieure, le Bénin a recours à une importation de poissons congelés s'évaluant à 76.769,11 tonnes (Direction des Pêches, 2011).

Selon Imorou Toko (2007), il devient indispensable de promouvoir le développement de la pisciculture pour, non seulement, assurer une plus grande disponibilité en produits de pêche, mais aussi diminuer l'exploitation des ressources halieutiques naturelles et l'importation des produits congelés qui créent une dépendance vis-à-vis de l'extérieur. De plus en plus, plusieurs projets et institutions tant publiques (étatiques) que privées (ONG) interviennent aujourd'hui dans le domaine de la pêche et de l'aquaculture au Bénin pour promouvoir des systèmes améliorés de pisciculture.

¹ Département des Sciences et Techniques de Production Animale et Halieutique (STPAH), Laboratoire d'Aquaculture et d'Ecotoxicologie Aquatique (LaRAEAq), Faculté d'Agronomie (FA), Université de Parakou (UP), BP 123, Parakou, Bénin.

² Département d'Economie et Sociologie Rurale (ESR), Faculté d'Agronomie (FA), Université de Parakou (UP), BP 123, Parakou, Bénin. correspondant E-mail : jimmykouetepaul@yahoo.fr; Tél. (+229) 97 00 72 12

L'adoption de ces différents systèmes améliorés de production piscicole par les pêcheurs est requise l'atteinte de la sécurité alimentaire et de réduction de la pauvreté au sein des communautés de pêcheurs, comme objectifs sous-jacents les interventions dans le domaine (MAEP, 2017). Mais comme l'ont noté certains auteurs (Yabi *et al.*, 2012), il est nécessaire qu'une innovation allie la performance économique à sa performance technique pour garantir son adoption effective. Cela est encore plus indispensable dans le contexte de la promotion de la pisciculture au sein des populations de pêcheurs habitués à la prise naturelle des poissons dans les cours et plans d'eau. Aussi, les pisciculteurs pourraient faire face au choix de la production agricole comme alternative ou se fixer dans l'activité piscicole lorsqu'il est sensibilisé sur sa rentabilité économique (Sohou *et al.*, 2009).

Les études sur les performances technico-économiques des systèmes piscicoles en général, et leur rentabilité économique en particulier sont encore rares. Kpenavoun *et al.* (2017) sur la base d'une enquête menée dans les 12 départements du Bénin, a renseigné sur la mesure et les déterminants de l'efficacité des systèmes piscicoles. Noumonvi (2017) consacre également son étude à l'analyse des déterminants de l'efficacité technique et la rentabilité financière des systèmes piscicoles rencontrés dans les communes de Sô-Ava et Sèmè-Podji. Imorou Toko *et al.* (2011) ont évalué les potentialités piscicoles et socioéconomiques des retenues d'eau pastorales du Nord Bénin, en approchant l'aspect économique par le ratio bénéfice/coût qui est un indicateur utilisé dans l'analyse rentabilité financière. Ainsi, ces auteurs ont focalisé leur attention, en l'occurrence sur l'efficacité technique et ou la rentabilité financière.

L'objectif de cette étude est d'évaluer la performance économique des systèmes améliorés de production piscicole en cours dans la vallée de l'Ouémé au Bénin. Spécifiquement, il s'agit de : (1) décrire les systèmes améliorés piscicoles pratiqués dans la zone d'étude, (2) évaluer les coûts qu'engendrent les différents systèmes piscicoles et (3) comparer trois indicateurs de rentabilité que sont la marge brute, la marge nette et le taux de rentabilité interne des systèmes piscicoles. La vallée de l'Ouémé, étant une zone de grandes potentialités hydrographiques, la pêche emploie environ 30 à 40% de la population active. La pêche est à l'apanage des populations riveraines des plans et cours d'eau qui sont de même des références pour la plupart des expériences existantes d'aquaculture traditionnelle. D'autre part, la vallée de l'Ouémé est également une zone d'intervention privilégiée des projets ces dernières années. Les résultats de l'étude pourraient ainsi intéresser les projets, les autorités locales de même que les pêcheurs en servant de base pour la prise de décision pour la promotion ou l'adoption des systèmes piscicoles les plus adaptés au contexte socio-économique du milieu.

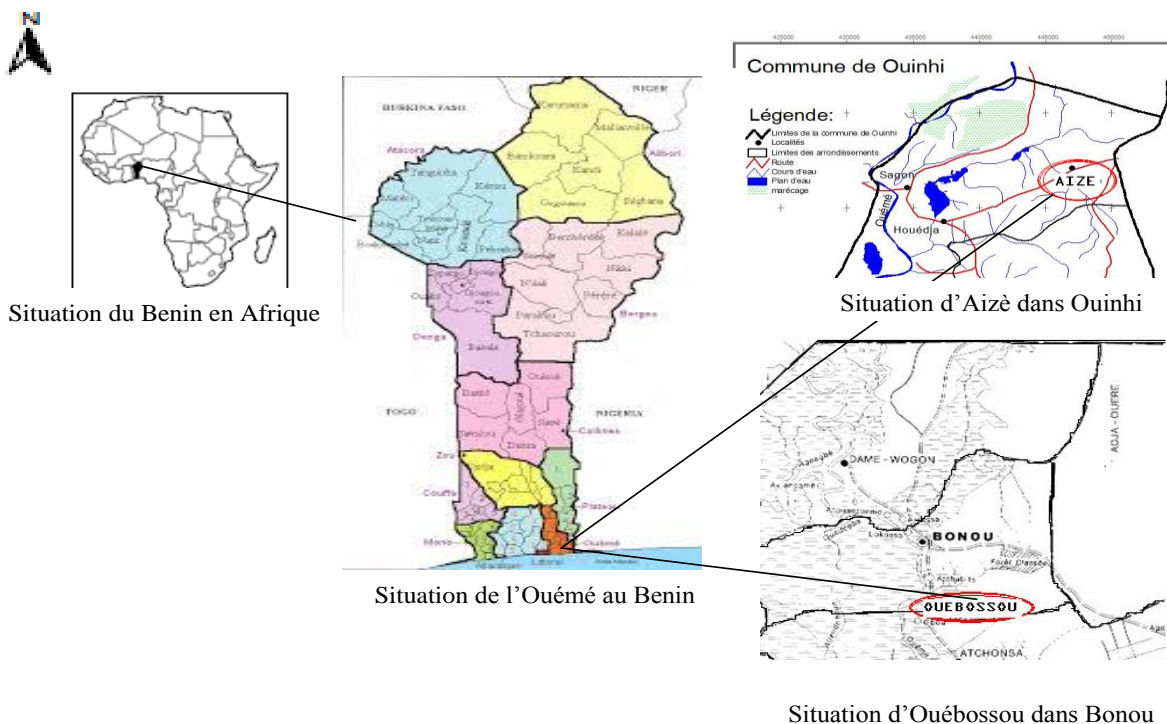
2. Matériel Et Méthodes

2.1. Milieu d'étude

L'étude s'est déroulée dans deux communes de la vallée de l'Ouémé au Sud Bénin. Il s'agit de la commune de Bonou dans le département de l'Ouémé et de Ouinhi dans le département du Zou. D'une superficie de 250 km², la commune de Bonou est située entre 6°72' et 6°95' latitude Nord et entre 2°15' et 2°40' longitude Est. Quant à la commune de Ouinhi, elle couvre une superficie de 483 km² et est située au sud du département du Zou entre les latitudes 6°57' et 7°11' de latitude Nord et 2°23' et 2°33' de longitude Est. Les deux communes sont traversées par le fleuve Ouémé qui offre ainsi le cadre propice pour le développement d'activités agro-piscicoles menées par les populations. Ces communes connaissent également des activités de pêche tout au long de l'année aussi bien sur le fleuve que dans les trous à poissons à la décrue.

La présentation du milieu d'étude est illustrée par la figure 1.

Figure 1 : Localisation de la zone d'étude



Source : Auteur

1.1. Echantillonnage, collecte et analyse des données

Les principaux critères de choix des villages d'étude dans chacune de ces deux communes sont : la présence de pratiquants de systèmes améliorés de pisciculture, la présence d'agents du service public de vulgarisation agricole pouvant faciliter la collaboration avec les différents groupes d'acteurs, l'accessibilité pendant la période de l'enquête. Les villages retenus par commune sont indiqués dans le tableau 1.

Tableau 1 : Répartition des villages d'étude par commune

Communes	Villages
Bonou	Afamè, Agboman, Agonwi, Assrossa, Atchonsa, Avlankanmin, Djessè, Houviguè, Ouébossou
Ouinhi	Adamè, Aizè, Dolivi, Holli, Houédja, Kaffa, Zaloko

Source : Données de terrain, 2015

Les unités de recherche sont les pisciculteurs pratiquant les systèmes améliorés de même que les stations d'expérimentation des systèmes améliorés de production piscicole. Les pisciculteurs enquêtés sont dans le cadre de cette étude toutes personnes ou groupes de personnes qui élèvent du poisson marchand suivant des techniques modernes de production. Pour identifier les pisciculteurs à enquêter, un échantillonnage aléatoire a été effectué grâce à la méthode boule de neige. Les entretiens semi-structurés ont été effectués auprès des pisciculteurs pratiquant ces systèmes améliorés de pisciculture rencontrés qui indiquent à leur tour d'autres pisciculteurs cibles jusqu'à saturation dans chaque village. La saturation est atteinte lorsque les pisciculteurs concernés dans chaque village sont pris en compte. Pour ce qui concerne les stations d'expérimentation, elles sont considérées comme unité de production tout comme les pisciculteurs. Les entretiens semi-structurés sont effectués avec les responsables de ces stations. Au total, 85 unités de production pratiquant/expérimentant les systèmes améliorés de pisciculture constituent l'échantillon de l'étude. Parmi celles-ci, 44 proviennent de la commune de Bonou contre 41 de la commune de Ouinhi. La collecte des données est basée essentiellement sur le questionnaire adressé à travers des enquêtes individuelles aux unités ciblées dans l'échantillon.

Les données primaires collectées sont relatives aux caractéristiques sociodémographiques des producteurs, les types de systèmes piscicoles, les prix et les quantités des inputs entrant dans la production et les outputs. Les données secondaires sont collectées via la documentation pour enrichir la compréhension et la description des systèmes piscicoles rencontrés. Le traitement et l'analyse statistique des données collectées ont été réalisés avec les logiciels Word, Excel et SPSS 17.0 avec l'utilisation de statistiques descriptives et l'analyse de variance à un facteur (ANOVA 1) pour comparer les indicateurs de rentabilité des systèmes améliorés de pisciculture rencontrés. Le seuil de rentabilité considéré est de 5%. Les indicateurs de rentabilité économique considérés dans la présente étude regroupent la marge brute, la marge nette et le taux de rentabilité. Ces indicateurs sont décrits comme suit :

— **La marge brute**

La marge brute (MB) est obtenue par déduction des coûts variables (CV) du produit brut en valeur (PBV). Elle est exprimée en fcfa/m² par la formule suivante :

$$MB = PBV - CV$$

La marge brute est encore connue sous le nom populaire de bénéfice brut. Si elle est positive, alors on conclut que le produit brut arrive à couvrir tous les coûts variables et que la production est économiquement rentable de manière brute (sans déduction des charges fixes).

— **La marge nette (MN)**

La marge nette (MN) de production est obtenue en déduisant du produit brut en valeur (PBV) les coûts totaux (CT) ou en déduisant de la marge brute (MB) les coûts fixes (CF) de production. Elle est exprimée en fcfa/m² par la formule suivante :

$$MN = PBV - CT = PBV - CV - CF = MB - CF$$

Encore appelée bénéfice net ou profit, si la marge nette est positive, alors on conclut que le produit brut arrive à couvrir tous les coûts totaux (variables+ fixes) et que la production est économiquement rentable.

— **Le taux de rentabilité interne (TRI)**

Le Taux de rentabilité Interne (TRI) ou la productivité du capital est la marge nette par unité de capital total investi, et est exprimé en pourcentage. Dans ce cas, le capital total investi n'est rien d'autre que la somme des coûts totaux de production et la valeur de la main-d'œuvre familiale. Il est mathématiquement exprimé par :

$$TRI = \frac{MN}{(CT + VMO)}$$

Avec MN la marge nette de l'activité de production (en fcfa/m²) et CT les coûts totaux de production (en fcfa/m²) et VMO la valeur de la main-d'œuvre familiale (en fcfa/m²).

La valeur de la main-d'œuvre familiale n'a pas été évalué au cours de la présente étude. En effet, au niveau des activités agricoles, les coûts de la main-d'œuvre familiale peuvent être assimilés aux coûts de la main-d'œuvre salariée qui sont connus selon les zones, en termes de coûts d'opportunité de la main-d'œuvre. Mais, au niveau des activités piscicoles, il n'existe pas encore de telles alternatives d'utilisation de la main-d'œuvre, donc il n'y a pas de données de référence. Aussi, en général, les activités concernées dans la pisciculture ne sont pas similaires à celles agricoles et les pisciculteurs n'estiment pas en valeur leurs efforts et temps fournis dans l'activité. Ainsi le TRI calculé est exprimé par :

$$TRI = \frac{MN}{CT} * 100$$

Le TRI, vu comme la productivité du capital est interprété comme la valeur additionnelle que génère l'investissement de 100 FCFA dans l'activité piscicole pendant un cycle de production. L'activité est économiquement rentable lorsque la valeur du TRI est positive. Le TRI permet également d'apprécier la capacité d'une exploitation à rentabiliser le capital investi, par comparaison de sa valeur au taux d'intérêt *i* appliqué par les institutions bancaires ou de microfinance de la zone d'étude. Ainsi, si TRI > *i*, l'activité est économiquement rentable du point de vue de l'investissement puis que l'exploitation serait en mesure de payer les institutions de microfinance en cas d'emprunts dans le cadre de cette activité. Dans la perspective d'analyse financière rétrospective (Sodjinou, 2016), l'interprétation du TRI dans cette étude est centrée sur le sens de la productivité du capital plutôt que la capacité à rentabiliser le capital investi en cas d'un emprunt.

3. Résultats

3.1. Caractéristiques socio-démographiques des enquêtés

Le tableau 2 présente les caractéristiques socio-démographiques des enquêtés.

Tableau 2 : Caractéristiques socio-démographiques des enquêtés

Variables qualitatives		
Variables	Modalités	Fréquences (%)
Sexe	Homme	88,8
	Femme	11,2
	Total	100
Appartenance à une association	Oui	90,0
	Non	10,0
	Total	100
Accès au crédit	Oui	45,0
	Non	55,0
	Total	100
Variables quantitatives		
Variables	Moyenne	Ecart-type
Age (ans)	43,28	13,69
Niveau d'instruction (ans)	5,76	5,58
Taille du ménage	9,11	5,03
Nombre d'actifs du ménage	4,29	3,87
Superficie du dispositif piscicole (m ²)	242,92	254,56

Source : Données de terrain, 2015

De l'analyse de ce tableau, il ressort que la majorité des pisciculteurs dans la zone d'étude sont des hommes. La majorité des pisciculteurs appartiennent également à une association des pisciculteurs, ce qui dénote d'une bonne dynamique associative en rapport avec les exigences des projets intervenant dans la zone dans le domaine. Plus de la moitié des pisciculteurs (55%) n'ont pas accès au crédit.

Par ailleurs, l'âge moyen des pisciculteurs enquêtés est de 44 ans. Le nombre moyen d'années de scolarisation est de 6 ans, soit le niveau Cours Moyen 2^{ème} année. La taille moyenne des ménages des pisciculteurs enquêtés est de 10 enfants avec un nombre d'actifs agricoles s'élevant à 5 personnes. La superficie moyenne des dispositifs piscicoles est de 242,92 m².

3.2. Systèmes améliorés de pisciculture mis en œuvre dans la vallée de l'Ouémé

Plusieurs systèmes améliorés de pisciculture sont mis en œuvre dans la vallée de l'Ouémé au sud du Bénin, en l'occurrence quatre types sont distingués. Parmi les 4 types de systèmes améliorés de pisciculture rencontrés, il y en a deux qui sont déjà pratiqués par les pisciculteurs (monoculture et polyculture) tandis que les deux autres sont encore en phase d'expérimentation (hyperphagie compensatoire et co-culture).

3.2.1. La monoculture

La monoculture est le type de système amélioré de production piscicole le plus répandu dans la zone d'étude. Elle est pratiquée par près de 80% des pisciculteurs enquêtés. Elle consiste à n'élever qu'une seule espèce de poissons dans le dispositif piscicole. Dans les deux communes d'étude à savoir Bonou et Ouinhi, les espèces de poissons élevées sont le *Tilapias* et le *Clarias*, le *Heterotis*. La monoculture est appréciée par les pisciculteurs pour plusieurs raisons. Elle empêche la prédation entre les espèces, permet la maîtrise de la densité dans le dispositif et favorise la réduction des coûts liés à l'alimentation car la préférence alimentaire se limite à une seule espèce. Les pisciculteurs enquêtés relèvent cependant une difficulté associée à ce type de système piscicole à savoir la propagation de maladies au sein de toute la population en cas d'une attaque sur un ou quelques individus.

3.2.2. La polyculture

La polyculture consiste à élever plusieurs espèces de poissons en association dans un même dispositif piscicole. Elle est pratiquée par environ 10% des pisciculteurs enquêtés. Dans la commune de Bonou, les espèces généralement en association sont le *Tilapias* et le *Clarias* tandis qu'à Ouinhi, ce sont le *Tilapias* et le *Heterotis* qui sont en association. Les avantages reconnus par les pisciculteurs pour ce système piscicole sont : (i) mettre à profit tous les éléments nutritifs présents dans le dispositif, (ii) contrôler la reproduction excessive des *Tilapias* et de (iii) limiter les risques de maladies. Mais l'un des risques de la polyculture relevée par les pisciculteurs est qu'il peut y avoir une consommation excessive du poisson-proie par le poisson-prédateur. Cela requiert auprès des pisciculteurs de savoir introduire le nombre adéquat de poissons prédateurs pour atteindre un équilibre.

3.2.3. La co-culture

La co-culture repose sur l'utilisation des rejets issus d'un premier maillon d'élevage comme source de nutriments utilisables pour le maillon suivant. La co-culture est donc l'élevage de deux espèces piscicoles en cohabitation. Les deux espèces vivent dans le même milieu mais ne sont pas en contact direct. Le milieu est compartimenté de sorte que les rejets de l'une des espèces servent à l'autre espèce. Ce type de système amélioré, encore en expérimentation, est rencontré dans le village de Aizè situé dans la commune de Ouinhi au sein de 3 unités de production piscicole. Ces 3 unités de production sont sous la gestion d'associations de pisciculteurs en collaboration avec des chercheurs ; ces derniers ayant adopté une approche de co-construction de l'innovation piscicole en faveur des communautés riveraines. Les espèces piscicoles mises en co-culture sont le *Clarias gariepinus* et le *Tilapia guineensis*. Ici les clarias sont nourris à satiété et les tilapias se servent des déjections et résidus d'aliments des clarias.

Dans le cas de la co-culture dans les unités enquêtées, selon l'expérimentation en cours, les poissons ont été soumis à des aliments d'origines différentes correspondant aux traitements ci-après :

- le traitement T1 dans lequel les poissons sont nourris avec l'aliment importé (Skréting) ;
- le traitement T2 dans lequel les poissons sont nourris avec l'aliment local ;
- le traitement T3 dans lequel les poissons sont nourris avec l'aliment mixte (aliment composé de 50% aliment importé et 50% aliment local).

3.2.4. L'hyperphagie compensatoire

L'hyperphagie compensatoire est également en expérimentation et est rencontrée dans les deux communes d'étude au sein de 8 unités de production, à raison de quatre par commune. Elle est sous la gestion d'associations de pisciculteurs en collaboration avec les chercheurs selon l'approche de co-construction d'innovation piscicole adoptée par ces derniers. C'est une expérimentation qui permet d'étudier l'effet de la mise à jeun sur les performances des poissons. Pour la réaliser quatre types de traitements ont été mis en place :

- le traitement témoin T0 pour lequel les poissons sont nourris trois fois par jour ;
- le traitement T1 pour lequel les poissons sont nourris toutes les 12 heures ;
- le traitement T2 pour lequel les poissons sont nourris toutes les 24 heures ;
- le traitement T3 pour lequel les poissons sont nourris toutes les 48 heures.

Les espèces de poissons utilisées dans cette expérimentation dans les unités enquêtées sont le *Clarias gariepinus* et le *Tilapia guineensis*.

3.3. Evaluation des coûts des différents systèmes piscicoles améliorés rencontrés

Le tableau 3 présente les différents coûts des différents systèmes piscicoles rencontrés.

Tableau 3 : Coûts des différents systèmes piscicoles rencontrés

Systèmes piscicoles améliorés	Types de traitement	N	Coûts fixes moyens (Ecart-type)	Coûts variables moyens (Ecart-type)	Coûts totaux moyens (Ecart-type)
Monoculture	-	66	116,09 (96,08)	1 248,9 (828,43)	1 365 (838,96)
Polyculture	-	8	147,10 (61,29)	2 345 (1 331,28)	2 492,10 (1 352,42)
Co-culture	-	3	566,58 (0)	1 117,09 (200,12)	1 683,68 (200,12)
Hyperphagie compensatoire	T1	1	566,58 (0)	1 187,97 (0)	1 754,55 (0)
	T2	1	566,58 (0)	891,18 (0)	1 457,76 (0)
	T3	1	566,58 (0)	1 272,13 (0)	1 838,72 (0)
	-	8	1 688,89 (0)	4 685 (2 973,26)	6 373,89 (2 973,26)
	T0	2	1 688,89 (0)	6 686,67 (1 838,48)	8 375,56 (1 838,48)
	T1	2	1 688,89 (0)	6 973,33 (4 072,94)	8 662,22 (4 072,94)
	T2	2	1 688,89 (0)	3 533,33 (1 018,23)	5 222,22 (1 018,23)
Total	-	85	1 688,89 (0)	1 546,67 (197,99)	3 235,56 (197,99)
	-		282,94 (471,4)	1 670,81 (1 573,46)	1 953,75 (1 896,84)
Statistiques F			777,653***	20,194***	40,711***

*** = Signification à 1%

Source : Données de terrain, 2015

D'après ce tableau 3, les systèmes piscicoles d'hyperphagie compensatoire engendrent plus de coûts que les autres systèmes, aussi bien pour les coûts fixes que les coûts variables. Les coûts totaux moyens sont donc plus élevés pour les systèmes d'hyperphagie compensatoire (6 373,89 f/m² ± 2 973,26), suivis de la polyculture (2 492,10 f/m² ± 1 352,42), la co-culture (1 683,68 f/m² ± 200,12), et la monoculture (1 365 f/m² ± 838,96). Alors que les coûts fixes moyens sont plus élevés respectivement pour les systèmes d'hyperphagie compensatoire, la co-culture, la polyculture et la monoculture, les coûts variables moyens sont plus élevés pour la polyculture que la co-culture. Les coûts fixes liés au système de co-culture soient supérieurs à ceux de la polyculture est dû à l'installation des filets dans les étangs pour la compartimentation. Les coûts moyens totaux sont plus élevés pour les systèmes d'hyperphagie puis que dans ces systèmes, les poissons sont nourris uniquement sur la base des aliments importés tandis que pour les systèmes de co-culture pour lesquels il est proposé aussi une combinaison d'aliments importés et d'aliments locaux. Le test ANOVA révèle que les coûts fixes, variables et totaux diffèrent significativement au seuil de 1% d'un système de pisciculture à l'autre (Tableau 3).

En considérant les différents types de traitement sous les systèmes piscicoles en expérimentation, s'agissant de l'hyperphagie compensatoire, c'est le traitement T1 (pour lequel les poissons sont nourrit toutes les 12 heures) qui engendre le coût de production le plus élevé (soit 8 662,22 fcfa/m²) tandis que le traitement T3 (pour lequel les poissons sont nourrit toutes les 48 heures) engendre le coût le plus faible (soit 3 235,56 fcfa/m²). Quant à la co-culture, le traitement T3 (pour lequel les poissons sont nourris avec l'aliment mixte) a enregistré le coût total de production le plus élevé (soit 1 838,72 fcfa/m²) tandis que le traitement T2 (pour lequel les poissons sont nourris avec l'aliment local) engendre le coût le plus faible (soit 1 457,76 fcfa/m²).

3.4. Rentabilité économique des différents systèmes améliorés de production piscicole

Le tableau 4 présente les indicateurs de rentabilité économique des différents systèmes piscicoles, à savoir la marge brute (MB), la marge nette (MN) et le taux de rentabilité interne (TRI).

Tableau 4: Indicateurs de rentabilité économique des différents systèmes piscicoles

Systèmes piscicoles améliorés	Types de traitement	N	Marge brute moyenne en fcfa/m ² (Ecart-type)	Marge nette moyenne en fcfa/m ² (Ecart-type)	Taux de rentabilité interne moyen en % (Ecart-type)
Monoculture	-	66	1 470,19 (3 741,73)	1 354,09 (3 746,03)	0,92 (1,53)
Polyculture	-	8	3 118,01 (1 994,20)	2 970,91 (1 945,39)	1,28 (0,50)
Co-culture		3	5 738,02 (4 318,11)	5 171,44 (4 318,12)	2,88 (2,38)
	T1	1	7 671,39 (0)	7 104,82 (0)	4,05 (0)
	T2	1	791,05 (0)	224,46 (0)	0,15 (0)
	T3	1	8 751,62 (0)	8 185,03 (0)	4,45 (0)
Hyperphagie compensatoire		8	28 020 (32 726,92)	26 331,11 (32 726,92)	3,22 (3,84)
	T0	2	34 088,33 (40 269,73)	32 399,44 (40 269,73)	3,42 (4,06)
	T1	2	41 386,67 (50 784,41)	39 697,78 (50 784,41)	3,60 (4,17)
	T2	2	33 939,17 (38 760,06)	32 250,28 (38 760,06)	5,56 (6,34)
	T3	2	2 665,83 (2 754,18)	976,94 (2 754,18)	0,28 (0,83)
Total		85	4 274,71 (12 686,46)	3 991,77 (12 410,32)	1,24 (1,94)
Statistiques F			16,083***	14,225***	4,622***

*** = Signification à 1%

Source : Données de terrain, 2015

— La marge brute

Le tableau 4 présente les marges brutes de production générées par les différents systèmes piscicoles améliorés. Pour l'ensemble de l'activité piscicole, la valeur de marge brute positive, égale à 4 274,71 fcfa/m² ± 12 686,46, indique que l'activité est économiquement et permet de couvrir les charges variables associées à la production. Egalement, les valeurs positives consignées dans ce tableau pour les différents systèmes piscicoles indiquent que les activités sont rentables et permettent de couvrir les charges variables quel que soit le type de système piscicole. L'hyperphagie compensatoire présente la marge brute la plus élevée avec 28 020 fcfa/m² ± 32 726,92, viennent ensuite la co-culture, la polyculture, et la monoculture avec les marges brutes respectives 5 738,02 fcfa/m² ± 4 318,11; 3 118,01 fcfa/m² ± 1 994,20 ; et 1 470,19 fcfa/m² ± 3 741,73. Le test ANOVA révèle que les marges brutes diffèrent significativement au seuil de 1% d'un système de pisciculture à l'autre (Tableau 4).

En considérant les différents types traitements possibles au niveau des systèmes de co-culture et d'hyperphagie compensatoire, le traitement T1, qui consiste à nourrir les poissons toutes les 12 heures, permet d'avoir la marge brute la plus élevée qui s'élève à 41 386,67 fcfa/m² ± 50 784,41. Pour ce qui concerne la co-culture, le traitement T3 qui consiste à nourrir les poissons à 50% d'aliment importé+50% d'aliment local est la plus économiquement rentable pour ce système piscicole avec la marge nette la plus élevée égale à 8 185,03 fcfa/m².

— La marge nette

Le tableau 4 présente les marges nettes de production générées par les différents systèmes piscicoles améliorés. Pour l'ensemble de l'activité piscicole, la valeur de marge nette positive, égale à 3 991,77 fcfa/m² ± 12 410,32, indique que l'activité est économiquement rentable. Les valeurs positives consignées dans ce tableau pour les différents systèmes indiquent que les activités piscicoles sont économiquement rentables quel que soit le type de système piscicole. Avec une marge nette de 26 331,11 fcfa/m² ± 32 726,92, l'hyperphagie compensatoire est le système piscicole le plus rentable, ensuite viennent la co-culture, la polyculture, et la monoculture avec les marges nettes s'élevant respectivement à 5 171,44 fcfa/m² ± 4 318,12 ; 2 970,91 fcfa/m² ± 1 945,39, et 1 354,09 fcfa/m² ± 3 746,03.

Le test ANOVA révèle que les marges nettes diffèrent significativement au seuil de 1% d'un système de pisciculture à l'autre (Tableau 4). En considérant les différents types traitements possibles au niveau des systèmes de co-culture et d'hyperphagie compensatoire, le traitement T1, qui consiste à nourrir les poissons toutes les 12 heures, permet d'avoir la marge nette la plus élevée qui s'élève à 39 697,78 fcfa/m²± 50 784,41. Pour ce qui concerne la co-culture, le traitement T3 qui consiste à nourrir les poissons à 50% d'aliment importé+50% d'aliment local est la plus économiquement rentable pour ce système piscicole avec la marge nette la plus élevée égale à 8 185,03 fcfa/m².

— Le taux de rentabilité interne

Le tableau 4 présente les taux de rentabilité interne des différents systèmes améliorés de production piscicole rencontrés. L'ensemble de l'activité piscicole aussi bien que les différents systèmes donnent des valeurs de TRI positives, indiquant que l'activité est économiquement rentable du point de la productivité du capital investi. La valeur de TRI positive, égale à 1,24%±1,94 pour l'ensemble de l'activité piscicole indique 100 fcfa investis génèrent 1,24 fcfa. Le TRI moyen le plus élevé est au niveau de l'hyperphagie compensatoire et s'élève à 3,22%± 3,84. Ce résultat indique que 100 fcfa investis génèrent 3,22 fcfa pour ce système piscicole. Ensuite viennent les TRI des systèmes piscicoles de co-culture, de polyculture et de monoculture avec les valeurs respectives de 2,88%±2,38 ; 1,28%±0,50 ; et 0,92%±1,53. Ces résultats indiquent que 100 fcfa investis génèrent 2,88 fcfa, 1,28 fcfa et 0,92 fcfa, respectivement pour les systèmes piscicoles de co-culture, de polyculture et de monoculture. Le test ANOVA révèle que les TRI diffèrent significativement au seuil de 1% d'un système de pisciculture à l'autre (Tableau 4).

En considérant les types de traitement, le traitement T2 présente le TRI moyen le plus élevé (5,56%) pour l'hyperphagie compensatoire tandis que le traitement T3 donne le TRI moyen le plus élevé pour la co-culture (4,45%).

4. Discussions

Les principaux résultats obtenus par la présente étude ont montré qu'il y a quatre systèmes piscicoles sont en cours dans les communes de Bonou et de Ouinhi, dans la vallée de l'Ouémé au Bénin, à savoir la monoculture, la polyculture, la co-culture, et l'hyperphagie compensatoire. La monoculture et la polyculture sont pratiqués déjà par les pisciculteurs tandis que la co-culture et l'hyperphagie compensatoire sont en cours d'expérimentation sous contrôle des pisciculteurs. Aussi, les résultats ont montré que l'activité piscicole en général, de même que les différents systèmes piscicoles améliorés rencontrés dans les communes de Bonou et de Ouinhi, dans la vallée de l'Ouémé au Bénin sont économiquement rentables quel que soit l'indicateur considéré. En effet, les valeurs moyennes des marges brutes et des marges nettes sont positives considérant ensemble tous les systèmes piscicoles. Aussi, les valeurs des marges brutes et des marges nettes sont positives pour les systèmes de monoculture et de polyculture pratiqués déjà par les pisciculteurs de même que les systèmes de co-culture, et d'hyperphagie compensatoire qui sont encore en phase d'expérimentation. Ces résultats sont similaires à ceux de Aboua (2016) qui note que la pisciculture est une activité économiquement rentable pour les pisciculteurs ruraux en se basant sur les fermes piscicoles rencontrés au sud-est de la Côte-d'Ivoire qui ont réalisé des marges brute et nette positives. De même, Imorou Toko *et al.* (2011) a montré sur la base du ratio bénéfice/coût que l'activité de gestion des retenues d'eau est rentable.

Plus loin, les résultats ont montré que la rentabilité économique varie d'un système à un autre. Du point de vue des marges brute et nette et du taux de rentabilité interne, les systèmes de monoculture et de polyculture pratiqués actuellement par les pisciculteurs sont les moins rentables. L'hyperphagie compensatoire est le plus rentable, avec un bénéfice significativement élevé procurant une marge nette de 5 171,44 fcfa/m²± 4 318,12, comparativement aux marges nettes de la co-culture, la polyculture, et la monoculture qui sont respectivement de 2 970,91 fcfa/m²± 1 945,39, et 1 354,09 fcfa/m²±3 746,03. Ces résultats sont similaires à ceux de Noumonvi (2017) qui observent que les trois systèmes de pisciculture identifiés dans les communes de Sô-Ava et de Sèmè-Podji diffèrent du point de leur rentabilité financière. Aussi, cet auteur a-t-il recommandé l'adoption des systèmes piscicoles rentables répondant aux exigences écologiques de leur localité aux pêcheurs en vue de l'amélioration de leurs revenus et du niveau de sécurité alimentaire des communautés. Dans le cas des pisciculteurs des communes de Bonou et Ouinhi enquêtés, la monoculture qui est le système piscicole prédominant au sein des pisciculteurs enquêtés (80%) est la faible rentabilité économique. Ainsi ce résultat traduit la remarque de Hambrey (2004) selon laquelle la faible rentabilité du secteur de la production piscicole le rend moins attractif et limite son adoption. Par contre, les systèmes de co-culture et d'hyperphagie compensatoire présentent des bénéfices plus intéressants et sont ainsi recommandables dans la zone d'étude. D'une part, ces systèmes piscicoles s'intéressent à résoudre les problèmes de l'alimentation en pisciculture qui est décrite, en plus du problème de la semence, comme les contraintes majeures de la pisciculture au Bénin (Rurangwa *et al.*, 2014).

D'autre part, certains types de traitement pour le nourrissage des poissons se sont révélés plus rentables, à savoir le nourrissage à l'aliment mixte composé de 50% d'aliment local et 50% d'aliment importé pour le système de co-culture, et les nourrissages toutes les 8 heures (3 fois par jour), 12 heures, et 24 heures dans le système d'hyperphagie compensatoire qui présentent toutes les marges nettes plus élevées que les autres systèmes. Ainsi, on remarque que la pratique de jeûne (Elegbé *et al.*, 2015), est incluse dans les traitements d'alimentation expérimentés sous l'hyperphagie compensatoire. Le maximum de marge nette est pour le nourrissage toutes les 12 heures. L'essai d'utilisation des aliments locaux à 50% dans le système piscicole de co-culture soutient l'intérêt de l'utilisation des sous-produits agricoles dans l'alimentation des poissons rapportée pour le cas de la Côte-d'Ivoire par Kimou *et al.* (2016), et dans la plupart des systèmes semi-intensifs en expansion dans la sous-région ouest-africaine. Aussi, cela offre-t-elle une option de réduction des coûts de production mieux que dans le cas de l'alimentation faite essentiellement avec les aliments importés qui sont plus chers mais aussi rares (FAO, 2008 ; Brechbuhl, 2009).

Plus loin, la valeur moyenne du TRI ou productivité du capital obtenue avec les systèmes améliorés d'hyperphagie compensatoire et de la co-culture montre que la production piscicole avec ces techniques est nettement plus rentable que la production agricole de fonio (Paraïso *et al.*, 2011), du maïs (Egah *et al.*, 2014) et du coton (Boubakar, 2009). A titre illustratif, selon Paraïso *et al.* (2011), la production de fonio génère de 1,74 fca contre 2,88 et 3,22 respectivement avec les techniques de co-culture et d'hyperphagie. De ce fait, les paysans ayant la possibilité de faire la pisciculture avec les techniques de co-culture et d'hyperphagie gagneraient mieux en pisciculture qu'en agriculture. Par contre, les systèmes traditionnels de pisciculture (monoculture et polyculture), sont moins rentables que la production du fonio et du maïs. De ce fait, les paysans n'ayant pas les moyens pour faire la pisciculture améliorée auront un avantage comparatif à produire le maïs et le fonio (Paraïso *et al.*, 2011 ; Egah *et al.*, 2014). De plus, Sohou *et al.* (2009) ont affirmé que certains producteurs de la Côte d'Ivoire ont abandonné le cacao ou le café au profit de la pisciculture car ces derniers ont trouvé la pisciculture très rentable que la production agricole. La pisciculture en général et surtout les techniques de co-culture et d'hyperphagie compensatoire constituent un atout pour les petites exploitations agricoles car elle nécessite peu de trésorerie et permet de diminuer les dépenses liées à l'alimentation (Sohou *et al.*, 2009).

5. Conclusion

La présente étude a analysé la rentabilité économique des systèmes améliorés de production piscicole dans les communes de Bonou et de Ouinhi, situées dans la vallée de l'Ouémé au Bénin. Les résultats ont révélé qu'il y a quatre types de systèmes piscicoles. Les systèmes de monoculture et de polyculture sont déjà pratiqués par 80% et 10% des pisciculteurs enquêtés respectivement. Les deux autres systèmes à savoir la co-culture et l'hyperphagie compensatoire sont en cours d'expérimentation sous la responsabilité des pisciculteurs. Tous les systèmes sont économiquement rentables du point de vue des indicateurs considérés à savoir la marge brute, la marge nette et le taux de rentabilité interne. Les systèmes en expérimentation actuellement sont plus rentables et présentent des solutions aux contraintes d'alimentation. Au regard de ces résultats, il convient de suggérer aux acteurs impliqués dans la pisciculture de la zone d'étude (notamment les pisciculteurs) de promouvoir ou d'adopter les techniques de nourrissage développées dans la co-culture ou dans l'hyperphagie compensatoire afin d'accroître la rentabilité de l'activité piscicole. De futures études peuvent être menées pour expérimenter et analyser la rentabilité économique des systèmes de co-culture avec le nourrissage combinant l'aliment importé et l'aliment local suivant les principes de l'hyperphagie compensatoire. Cela devra aussi prendre les capacités techniques des pisciculteurs à répliquer ces techniques pour favoriser l'adoption nécessaire à l'atteinte de la sécurité alimentaire de ces derniers et dans leur localité.

Acknowledgement

Cette étude a été conduite dans le cadre du projet Systèmes Piscicoles Extensifs (SyPiEx) financé par le Programme d'Appui à la Recherche en Réseau en Afrique (PARRAF). Nos remerciements vont donc à l'endroit de tout le personnel dudit projet. Nous remercions également Olaïgbé HOUNKPATIN et David ANATO pour leur assistance lors de la phase de collecte de données.

Références

- Aboua, C. (2016). Efficience des ressources et efficacité économique des fermes piscicoles au sud-est de la Côte d'Ivoire. Papier soumis pour présentation à la 5ième Conférence Internationale de l'Association Africaine des Economistes Agricoles, Septembre, 23-26, Addis Ababa, Ethiopia, 23p.
- Brechbühl, A. (2009). The future of pisciculture in southern Côte d'Ivoire. Bachelorthesis, Federal Institute of Technology -Agri-food and Agri-environmental Economics Group, Zürich (Switzerland).

- Boubakar, M.A. (2009). Rentabilité économique et financière des systèmes de production cotonnière dans la commune de Banikoara. Mémoire de Maîtrise en Sciences Economiques, Faculté des Sciences Economiques et de Gestion (FASEG), Université de Parakou, Bénin, 55p.
- Direction des pêches. (2011). Service des statistiques, Cotonou, République du Bénin.
- Elegbe, A.H., Agbohessi, P.T., Békimankoue, P., ImorouToko, I., Chikou, A., Blé, C., Laleye, P., &TomediEyango, M. (2015). Effet du jeûne chez les juvéniles d'*Oreochromis niloticus* et de *Clarias gariepinus* sur la productivité des "whedos" du delta de l'Ouémé, Bénin, Afrique de l'Ouest. *Afrique Science*,11(6), 125-138.
- Egah, J., Baco, M. N., Lokossou, R. S., Moutouama, F. T., Akponikpè, P. B. I., Fatondji, Djènontin, D., A. J., Tossou, C. R., &Sokpon, N. (2014). Incidence économique des techniques exogènes de conservation de l'eau et des sols au Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin* 1 (75) : 47- 57.
- FAO. (2004). La république du Bénin : Données économiques générales, 5p.
- FAO. (2008). Profil de la pêche par pays : la République du Bénin, 43 p.
- Hambrey, J. (2008). La pisciculture en cage – Les défis à relever. In Halwart M. et J. F. Moehl (Eds.). *Atelier régional d'experts de la FAO sur la pisciculture en cage en Afrique*, FAO Comptes rendus des pêches, No. 6. Rome, 85-86.
- ImorouToko, I., Yabi, J. A., Assogba, M.N., Adam Sanni, M., & Elègbé, H.A. (2011). Evaluation des potentialités piscicoles et socioéconomiques des retenues d'eau pastorales du Nord Bénin : cas de la Commune de Banikoara. *Annales de l'Université de Parakou, série « Sciences naturelles- Agronomie »*,2 (2), 92- 119.
- ImorouToko, I. (2007). Amélioration de la production halieutique des trous traditionnels à poissons (whedos) du delta de l'Ouémé par la promotion de l'élevage des poissons-chats *C. gariepinus* et *H. longifilis*. Thèse de Doctorat en Sciences Biologiques, Presse Universitaire de Namur, 186p.
- Kimou, N.B., Koumi, R.A., Koffi, M.K. Atsé, C.B., Ouattara, I.N., & Kouamé, P.L. (2016). Utilisation des sous-produits agroalimentaires dans l'alimentation des poissons d'élevage en Côte d'Ivoire. *Cah. Agric.*, 25, 25006.
- Kpenavoun, C.S., Gandonou, E., Adegbiidi, A., &Abokini, E. (2017). Mesure et déterminants de l'efficacité technique des pisciculteurs du Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*,11(5), 2194-2208.
- MAEP (Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche). (2017). *Plan Stratégique de Développement du Secteur Agricole (PSDSA) 2025*, République du Bénin, 131p.
- Noumonvi, C.V.P. (2017). Analyse des déterminants de l'efficacité technique et de la rentabilité des systèmes de pisciculture dans les communes de Sô-Ava et de Sèmè-Podji. Mémoire pour l'obtention du Diplôme de Master Professionnel, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, 89p.
- Paraïso, A. A., Sossou, A.C.G., Yegbemey, R., &Biaou, G. (2011) : Analyse de la rentabilité de la production du fonio (*Digitaria exilis* s.) dans la commune de Boukombé au Bénin. *J. Rech. Sci. Univ. de Lomé*,13 (1), 27-37.
- Rurangwa, E., van den Berg, J., Laleye, P.A., van Duijn, A.P., &Rothuis, A. (2014). *Mission exploratoire Pêche, Pisciculture et Aquaculture au Bénin : Un quick scan du secteur pour des possibilités d'interventions*. IMARES report C072/14, 70p.
- Sodjinou, E. (2016). Guide pratique d'analyse financière d'une entreprise agricole : Théorie et application à la pisciculture. Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), 68p.
- Sohou, Z., Houedjissin, R. C.&Ahoyo, N. R. A. (2009). La pisciculture au Bénin : de la tradition à la modernisation. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*,66, 48- 59.